



PROSIDING



Seminar Nasional Biologi 4
2019

Seminar Nasional Biologi 4 2019

“Pemanfaatan Biodiversitas dan Bioteknologi untuk
Pelestarian Lingkungan”

Organized by

Partnered by

Supported by



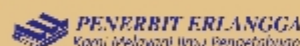
JURNAL BIODJATI

EDUSAINS



ASOSIASI

Sponsored by



Media Partner



Jurusan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

PROSIDING

Seminar Nasional Biologi (SEMABIO) 2019

“Pemanfaatan Biodiversitas dan Bioteknologi untuk Pelestarian Lingkungan”

Bandung, 25 April 2019

**Penerbit:
Pusat Penelitian dan Penerbitan
UIN Sunan Gunung Djati Bandung**

PROSIDING
Seminar Nasional Biologi (SEMABIO) 2018
Pemanfaatan Biodiversitas dan Bioteknologi untuk Pelestarian Lingkungan

Susunan Pelaksana

Penanggung Jawab : Prof. Dr. Mahmud, M.Si. (Rektor UIN Sunan Gunung Djati Bandung)
Dr. H. Opik Taupik Kurahman (Dekan Fakultas Sains dan Teknologi,
UIN Sunan Gunung Djati Bandung)

Ketua Pelaksana : Dr. Ateng Supriyatna, M.Si.

Wakil Ketua : Balqis Tri Oktaria

Sekretaris : Isma Dwi Kurniawan, M.Sc.
Nurina Hidayanti
Jalaludin

Bendahara : Rahmat Taufik M. A., S.Si., M.IL.
Apriani Krisdianti
Helfi Apriliani Nuralfiah

Kesekretariatan : Risda Arba Ulfa, M.Si.
Rizna Akmaliah
Lilih Solihat
Annisa Dhita Suwandi
M. Yoga Fadilah Nur Sidiq
Nadhir Raihan Anwar
Rialdi Dwi Rizki
Bayu Pamungkas

Acara : Ayuni Adawiyah, M.Si.
Guriang Akbar, S.Si.
Rida Rahayu Khoirunnisa
Cindy Levania Berliana
Choirunnisa
Muhammad Kholif Akbar
Anbiya Fadilah
M. Adhitya nugraha
Ricky Mushoffa Shofara
Yuni Kulsum

Logistik : Opik Taupiqurrohman, S.Si., M.Biotek.
Hartini
Dikri Zulkarnaen
Ferryandi Saepurohman
Sahrul Yudiawan
Riris Ismidiyati
Muhamad Marwan Maulana
Hasya Fadhila R

Sponsorship : Astuti Kusumorini, M.Si.
Salsabila Aliansi
Muhammad Reyka Alfaridzi
Silvy Yunita Rafnitalia
Muhamad Fattah Hidayatullah
Zahratul Mukaromah
Sulis

Steering Committee : Dr. Tri Cahyanto., M.Si. (Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan
Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung)
Dr. Irham Falahuddin, M.Si. (Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas
Sains dan Teknologi, UIN Raden Fatah Palembang)

Dr. Mashuri Masri., S.Si, M.Kes. (Ketua Jurusan Biologi UIN Alauddin Makassar)

Anita Restu Puji Restu, M.Si., BioMed,Sc. (Ketua Prodi Biologi UIN Raden Fatah Palembang)

Dr. Cecep Nur Hidayat., M.P. (Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung)

Dr. Yani Suryani., M. Si. (Wakil Dekan Bidang Administrasi Umum, Perencanaan dan Keuangan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung)

Dr. Asep Supriadin., M.Si. (Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan, Alumni dan Kerjasama Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung)

Reviewer : Dr. Tri Cahyanto, M.Si. (Jurnal Biodjati)
Ida kinasih, Ph.D. (Jurnal Biodjati)
Rizal Maulana Hasby, M.Si. (Jurnal Biodjati)
Dr. Yanti Herlanti, M.Pd. (Jurnal Edusains)

Penyunting : Rizal Maulana Hasby, M.Si.
Afriansyah Fadillah, S.Si.
Yuni Kulsum, S.Si.

Desain Sampul : Rizna Akmaliyah

ISBN : 978-623-7036-76-0

Cetakan Pertama : Juli, 2019

Penerbit:

Pusat Penelitian dan Penerbitan UIN SGD Bandung

Jl. A.H. Nasution No. 105 Bandung

Tlp. (022) 7800525, Fax (022) 7800525

<http://lp2m.uinsgd.ac.id>

Hak cipta dilindungi undang-undang dan dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bapak Ibu hadirin yang terhormat,

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, dimana kita dapat bersama-sama meluangkan waktu dan meringankan langkah untuk hadir dalam seminar nasional Biologi ke-4 tahun 2019.

Bapak, Ibu dan hadirin yang berbahagia,

Akhir-akhir ini biodiversitas makin populer di kalangan para peneliti. Perguruan Tinggi maupun Instansi Pemerintah saat ini dituntut untuk lebih banyak menghasilkan karya penelitian serta mempublikasikannya. Melalui hasil karya penelitian tersebut para peneliti dapat meningkatkan kualitas keilmuannya, sehingga Perguruan Tinggi ataupun Instansi Pemerintah lebih mudah mengidentifikasi pegawai atau mahasiswa yang paling baik berdasarkan hasil karya dan publikasinya. Atas dasar itulah kami berinisiatif menyelenggarakan seminar nasional Biologi dengan tema: **“PEMANFAATAN BIODIVERSITAS DAN BIOTEKNOLOGI UNTUK PELESTARIAN LINGKUNGAN”**.

Kami bersyukur bahwa gagasan kami ini mendapat respon yang sangat baik dari masyarakat. Sampai pagi hari ini tercatat seminar nasional diikuti oleh kurang lebih **“538 orang peserta”**. Peserta berasal dari berbagai kota antara lain Maluku, Pontianak, Malang, Lampung dan lain-lain.

Bapak, Ibu dan hadirin yang berbahagia,

Dalam seminar nasional ini, kami menghadirkan 3 pembicara utama yang kita kenal memiliki reputasi yang sangat baik di bidangnya, yaitu Prof. Dr. Dedy Darnaedi, Dr. Iman Rusmana dan Ibu Ida Kinasih, Ph.D.

Diharapkan melalui kegiatan ini peserta memahami secara komprehensif tentang pemanfaatan biodiversitas dan bioteknologi untuk pelestarian lingkungan, serta seminar ini dapat menghasilkan kajian ilmiah dan aplikatif mengenai beberapa tema seminar. Seminar ini diselenggarakan oleh jurusan Biologi dan Keluarga Mahasiswa-Himpunan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Bandung, didukung oleh: Universitas Islam Negeri Alaudin Makasar, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Jurnal Biodjati, Jurnal Edusains, Asosiasi Dosen Pendidikan Biologi dan Biologi Perguruan Tinggi Keagamaan Islam Indonesia dan Konsorsium Biologi Indonesia (KOBI).

Atas terselenggaranya acara seminar ini, kami mengucapkan terima kasih atas dukungan Bapak Ibu semua, terutama Rektor UIN Bandung, Hima keluarga Mahasiswa Biologi Fakultas Saintek, Perusahaan sponsor yaitu Tridaya, Erlangga, Ethics Diagonally, IKA, Gaia Science-Indonesia, Noval Mutiara Gemilang, Naturindo dan para peserta seminar biologi.

Akhir kata, jika ada yang kurang berkenan, mohon dimaafkan.

Selama mengikuti seminar nasional dan rangkaian kegiatan pendukungnya. Semoga apa yang kita lakukan hari ini bermanfaat bagi kemajuan kita di masa depan. Aamiin YRA.

Kepada Bapak Rektor UIN Bandung Prof. Dr. Mahmud, M.Si kami mohon berkenan memberikan pengarahan sekaligus membuka seminar nasional Biologi.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ketua Panitia.

Dr. Ateng Supriyatna, M.Si

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	1
Daftar Isi	2
Sambutan Ketua Jurusan Biologi	3
Sambutan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi	5
Sambutan Rektor UIN Sunan Gunung Djati	7
Pemakalah Kunci.....	9
Pemakalah	12

SAMBUTAN KETUA JURUSAN

Yth.

Rektor UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Wakil Rektor di Lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Dekan FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Ketua Lembaga dan Kepala Pusat di lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Pembicara Undangan

Pemakalah

Panitia Penyelenggara (Dosen, Staf dan Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Biologi)

Undangan dan Hadirin Sekalian

Pertama kita bersyukur kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya kegiatan Seminar Nasional Biologi atau yang disingkat Seminar Nasional Biologi 2019 dapat dilaksanakan. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung dengan visinya “Pada tahun 2035 menjadi Jurusan Biologi yang unggul dan kompetitif di Indonesia dan Internasional dalam hal biodiversitas untuk menunjang keberlanjutan lingkungan yang meneguhkan keimanan dan akhlakul karimah” terus belajar banyak hal dari berbagai pihak baik lembaga pendidikan, peneliti maupun industri yang telah mampu memberikan sumbangsih bagi masyarakat dan bangsa secara luas. Oleh karena itu, kegiatan seminar nasional kedua ini dapat dijadikan media komunikasi ilmiah dikalangan akademisi, peneliti dan praktisi biologi untuk membangun masyarakat pembelajar. Sebagaimana diketahui bersama, pemanfaatan sumber daya hayati melalui perkembangan ilmu hayati baik dari sisi ilmu dan teknologi bergerak begitu cepat sehingga perlu adanya kesadaran tinggi bagi kita masyarakat Indonesia untuk menjadi bagian dari peradaban dunia melalui penelitian dan penemuan termasuk mentransformasinya sehingga memberikan kebermanfaatn kepada masyarakat luas. Pemanfaatan sumber daya hayati telah banyak dicontohkan oleh para leluhur kita sebagai suatu pengalaman yang disampaikan secara turun temurun dan menjadi suatu kearifan lokal pada masyarakat tertentu. Namun demikian, modernitas telah menggeser kearifan lokal secara perlahan dan pasti. Oleh karena itu, perlu strategi bagaimana mengupayakan pemanfaatan sumber daya hayati dengan memperhatikan kearifan lokal suatu masyarakat.

Indonesia sebagai negara besar dengan potensi kekayaan alam yang luar biasa termasuk keanekaragaman hayati, sejatinya menjadi pusat keunggulan penelitian dan penemuan khususnya dalam bidang biologi. Namun demikian, kita menyaksikan kerusakan alam yang terjadi di berbagai sudut wilayah nusantara yang diakibatkan oleh pembangunan yang tidak bertanggung jawab sehingga menyisakan bencana ekologis termasuk hilang dan rusaknya keanekaragaman hayati yang kita miliki. Oleh karena itu, perlu dilakukan dan tidak sekedar difikirkan, keanekaragaman hayati di eksplorasi bukan sekedar ditemukan, diketahui dan dipublikasikan. Lebih dari itu, ada kekuatan besar untuk membangun biologi berkemajuan di bumi nusantara ini dengan mengeksplorasi sekaligus mengembangkannya untuk kesejahteraan masyarakat Indonesia. Selanjutnya diharapkan seminar ini dapat memberi manfaat bagi perkembangan biologi di Indonesia.

Besar harapan bagi kami, melalui kegiatan ini akan memadukan hasil-hasil penelitian yang dapat menjadi sumber informasi penting bagi pengembangan biologi di Indonesia, dunia global dan memperluas komunikasi serta jejaring diantara praktisi, akademisi, peneliti ataupun yang terkait dengan keilmuan di bidang biologi. Sebagai pimpinan jurusan, saya menghaturkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkenan hadir dalam kegiatan ini dan kami sampaikan permohonan maaf jika ada yang tidak berkenan atau kekurangandalan pelayanan yang diberikan selama kegiatan seminar nasional berlangsung. Penghargaan dan ucapan terimakasih saya sampaikan kepada pihak-pihak yang telah berpartisipasi dalam seminar ini.

Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Dr. Tri Cahyanto, M.Si.

SAMBUTAN DEKAN FST UIN SUNAN GUNUNG DJATI

Yang saya hormati,
Rektor UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Dekan di Lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Wakil Dekan FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Ketua dan Sekretaris Jurusan FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Ketua Jurusan Biologi FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Pembicara Undangan
Pemakalah dan Peserta Semabio 2019

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.
Salam sejahtera bagi kita semua.

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Kuasa. Atas limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya kita sekalian dapat berkumpul dalam acara Seminar Nasional Biologi ke-4 tahun 2019.

Kami atas nama pimpinan Fakultas mengucapkan selamat datang di kampus “Wahyu Memandu Ilmu”, kampus Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung. Semoga kehadiran Bapak/Ibu dan Saudara/i dapat memberikan makna dan memberi sumbangsih pemikiran demi kemajuan juga daya saing kita, baik secara nasional maupun internasional. Indonesia dengan keanekaragaman hayati yang luar biasa, selayaknya tidak menjadi penonton yang hanya menyaksikan megahnya dan indahnya keanekaragaman hayati yang kita miliki. Seharusnya bangsa kita mampu menjaga, memanfaatkan dan melestarikannya untuk kesejahteraan masyarakat secara luas. Keragaman budaya serta kearifan lokal yang dimiliki oleh masyarakat kita adalah potensi untuk menjaga keberlanjutan sumber daya hayati agar tetap lestari. Telah diketahui, begitu banyak kearifan lokal masyarakat kita berkaitan dengan pemanfaatan sumber daya hayati tanpa merusak lingkungan.

Pada kesempatan ini kami selaku Pimpinan Fakultas juga memberikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada Panitia Semnas Biologi atas terselenggaranya Seminar Nasional kali ini. Terlebih lagi, kehadiran para nara sumber utama yaitu Prof. Dr. Dedi Darnadi (Universitas Nasional, Jakarta), Dr. Iman Rusmana (Institut Pertanian Bogor), Ida Kinasih, Ph.D. dari Jurusan Biologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung yang telah berkenan meluangkan waktu di sela-sela kesibukannya memenuhi undangan kami untuk berbagi ilmu kepada kita sekalian. Demikian pula kepada para pemakalah dan peserta seminar, kami sampaikan terimakasih yang setinggi-tingginya semoga kehadiran semua pihak semakin memantapkan langkah kami untuk mewujudkan kampus penghasil dan pengembang “Ilmuwan Berkarakter Islami”.

Dalam pengembangan penelitian di kampus “Wahyu Memandu Ilmu” ini, terdapat beberapa hal prinsipil yang seyogyanya menjadi landasan berpikir. **Pertama**, penelitian dan pengembangan ilmu merupakan tugas pengabdian ilmuwan kepada Allah sebagai *khalifah fi al-ard*. Sangat rugi kiranya jika peneliti menghabiskan waktu, biaya, tenaga dan pikiran tanpa diniatkan sebagai upaya peningkatan keimanan dan ketaqwaan kepada Allah. Sehebat apapun penemuannya, tanpa landasan ini akan sia-sia. **Kedua**, penelitian ditujukan untuk mengungkap ke-Mahakuasaan Allah yang telah diwahyukan pada makro dan mikro kosmos untuk dimanfaatkan sebesar-besarnya bagi kesejahteraan semua makhluk (bukan hanya untuk kesejahteraan manusia) tapi juga kesejahteraan alam secara keseluruhan, termasuk kelangsungan hidup hewan, tumbuhan serta bumi dan langit beserta segala isinya. Dengan cara ini tidak akan ada pengembangan ilmu yang mengeksploitasi bumi yang akan menimbulkan kerusakan lingkungan beserta segala ekosistemnya, apalagi menghambat kelangsungan hidup manusia. **Ketiga**, penelitian terhadap ayat-ayat Allah (baik *kauniyah* maupun *qauliyah*), merupakan satu kesatuan sistem sumber yang tidak mungkin ada pertentangan antara satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu tidak mungkin ada pertentangan antara fenomena alam dengan pernyataan Al-Qur'an. Jika seolah-olah ada pertentangan, itu semata-mata penafsiran ilmuwan yang belum tepat. Data, metode analisis, dan penarikan kesimpulan yang belum memadai. **Keempat**,

penelitian yang benar pada mikro dan makro kosmos adalah penelitian yang mampu menangkap bukti ke-Mahakuasaan Allah swt. Jika penelitian itu belum sampai pada tujuan tadi, artinya penelitian itu belum sampai pada tujuan hakiki. Oleh karenanya pengembangan penelitian sains dan teknologi yang benar bukan hanya bertujuan memberikan kesejahteraan kepada manusia tetapi sampai pada peneguhan keimanan dan akhlak karimah dalam arti seutuhnya. Akhlak karimah dalam arti ini bukan saja ketaatan pada semua kewajiban *ibadah mahdhah* dan perilaku sosial yang terbatas, tetapi semua perilaku termasuk tujuan-tujuan penelitian tentang pelestarian alam, penghematan energi, peningkatan produktivitas, peningkatan efisiensi, merupakan akhlak karimah.

Oleh karena itu, dalam upaya implementasi prinsip-prinsip tadi dalam seminar ini, sebagai bagian keluarga besar Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Biologi menunjukkan kontribusinya secara nyata dalam bidang penelitian dan publikasi ilmiah yang dikemas dalam Seminar Nasional. Kami berharap seminar kali ini selain menjadi ajang silaturahmi, bertukar informasi ilmiah dan memperkuat jejaring diantara peneliti dan para pakar di bidang biologi juga sekaligus sebagai wahana untuk meneguhkan eksistensi Jurusan Biologi. Perlu kami informasikan kepada yang terhormat para hadirin bahwa Jurusan Biologi merupakan salah satu Jurusan yang ada di FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung telah terakreditasi “B” BAN PT dengan skor 352 poin atau hampir mendekati akreditasi A. Harapan kami hasil ini terus diiringi dengan semakin meningkatnya kinerja Jurusan Biologi dalam memberikan layanan terbaik di bidang akademik maupun non akademik. Tentu, hal ini tidak lepas dari kerangka perwujudan visi dan misi FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung dalam menghasilkan dan mengembangkan Saintis “Berakhlak Islami”.

Kepada segenap panitia kami sampaikan terimakasih atas segala upayanya sehingga terselenggaranya Seminar Nasional Biologi dan *Call for Papers* yang ke-empat ini. Demikian sambutan kami, terimakasih atas perhatiannya dan mohon maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan kami.

Akhirnya kami sampaikan “Selamat Berseminar”.

Dekan
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Dr. H. Opik Taupik Kurahman

SAMBUTAN REKTOR UIN SUNAN GUNUNG DJATI

Yth,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Wakil Dekan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Dekan dan Wakil Dekan di lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Ketua Lembaga dan Kepala Pusat di lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Tamu Undangan, Pemakalah dan seluruh Peserta Seminar

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua.

Bapak dan Ibu yang saya hormati. Kita panjatkan puji syukur kehadirat AllahSwT., karena atas kehendak-Nya hari ini kita dapat berkumpul bersama-sama mengikuti acara Seminar Nasional Biologi 2019 dan *Call for Papers*, dengan tema **“PEMANFAATAN BIODIVERSITAS DAN BIOTEKNOLOGI UNTUK PELESTARIAN LINGKUNGAN”**

Sebagai tuan rumah,kami menyampaikan selamat datang bagi para peserta dan pembicara di kampus UIN Sunan Gunung Djati. Atas nama pimpinan Universitas, saya mengucapkan banyak terimakasih kepada panitia, baik dosen ataupun mahasiswa, yang telah bekerja keras dalam menyelenggarakan acara ini.

Indonesia dengan kekayaan keanekaragaman hayati yang begitu besar dapat menjadi potensi luar biasa apabila hal tersebut dimanfaatkan dengan sangat baik serta teguh untuk menjaga kelestariannya sehingga bisa menjadi bahan pembelajaran, penelitian dalam upaya mengelola lingkungan. Oleh karena itu sumber daya hayati yang ada selain dapat dimanfaatkan merupakan sesuatu yang harus dirawat, dijaga dan dilestarikan untuk anak cucu kita.

Tantangan yang akan kita hadapi sangat banyak dan tajam berkaitan dengan eksistensi sumber daya hayati. Untuk itu perlu strategi khusus untuk menghadapinya, seperti peningkatakan kretivitas dan inovasi dalam banyak hal. Eksplorasi sumber daya hayati merupakan salah satu bidang yang mesti kita garap secara serius. Selain itu, penemuan-penemuan ilmiah yang akan bermanfaat bagi kesejahteraan masyarakat dan kemajuan negara harus kita upayakan.

Seminar Nasional Biologi dan Call for Paper yang ke-4 di UIN Sunan Gunung Djati Bandung ini diharapkan dapat dijadikan wahana bagi para peneiti,akademisi, dan praktisi dalam bertukar fikiran tentang bagaimana membangun kreativitas dan inovasi untuk menciptakan daya saing nasional dan internasional bangsa melalui pemanfaatan keanekaragaman hayati dengan memperhatikan kearifan lokal masyarakat.

Selamat mengikuti Seminar Nasional dan rangkaian kegiatan pendukungnya, semga apa yang kita lakukan hari ini bermanfaat bagi kemajuan kita di masa depan.

Terima kasih.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

Rektor
UIN Sunan Gunung Djati

Prof. H. Mahmud, M.Si

Keynote Speaker

“Pemanfaatan Biodiversitas dan Bioteknologi untuk Pelestarian Lingkungan”

No	Penulis	Judul	Hal
1	Prof. Dr. Dedy Darnaedi	Paradigma Tata Kelola Biodiversitas di Era Pembangunan Berkelanjutan	9
2	Dr. Iman Rusmana	Bakteri Metanotrof: Potensi Aplikasi di Lahan Sawah dan Biokonversi Metan Menjadi Metanol	10
3	Ida Kinasih, Ph.D.	Serangga dan Ekonomi Manusia	11

PARADIGMA TATA KELOLA BIODIVERSITAS DI ERA PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Dedy Darnaedi

Universitas Nasional, Jakarta
e-mail: dedy.darnaedi@civita.unas.ac.id

Abstrak. Indonesia diakui dunia sebagai megabiodiversity country, karena tingginya jumlah jenis, dan angka endemisme, baik flora, fauna maupun mikroba. Keanekaragaman jenis ini disusun oleh variasi genetik, yang tersebar menempati berbagai relung ekosistem, membentuk biogeografi yang unqi. Keunggulan comparative biodiversitas ini secara alami telah terbukti sebagai sokoguru kehidupan tradisional masyarakat Indonesia. Derap pembangunan yang mengutamakan pertumbuhan ekonomi semata, tanpa memperhatikan kelestarian lingkungan telah menguras sumber daya alam, merubah bentang alam, mengorbankan jasa ekosistem, dan mengancam keberadaan spesies di alam. Konsekwensinya, predikat yang semula dibanggakan sebagai megabiodiversity country perlahan tapi pasti telah bergeser menjadi hotspot country. Hari ini kita berada pada posisi genting. Pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development) bersanding dengan keterancaman berkelanjutan. Bencana alam mengepung, baik bencana alami (natural disaster) maupun bencana yang diakibatkan oleh ulah manusia (man-made disaster). Bencana alam terkait erat dengan perubahan iklim, sebagai ikatan sebab-akibat. Naiknya suhu bumi dan gas rumah kaca di atmosfer adalah ancaman nyata di depan mata. Karena itu, kita dan masyarakat dunia perlu merubah paradigma tata kelola Biodiversitas. Badan Dunia pada sidang tg 1 Maret 2019 telah menetapkan th 2021-2030 sebagai UN Decade on Ecosystem Restoration. Restorasi diharapkan mampu menghilangkan 26 gegatons gas rumah kaca di atmosfer. Sejalan dengan itu maka, kemajuan ilmu pengetahuan dan perkembangan teknologi harus didorong menuju tata kelola biodiversitas secara arif-bijaksana, disertai usaha keras restorasi ekosistem dan pemulihan kesehatan lingkungan. Hidup harmoni bersama alam, menyongsong era pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: Paradigma tata kelola, biodiversitas, berkelanjutan, restorasi

**BAKTERI METANOTROF:
POTENSI APLIKASI DI LAHAN SAWAH DAN BIOKONVERSI METAN MENJADI
METANOL**

Iman Rusmana

Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor, Indonesia
e-mail: ieusmana@ipb.ac.id

Abstrak. Bakteri metanotrof adalah kelompok bakteri yang dapat menggunakan metan sebagai satu-satunya sumber karbon dan energi. Bakteri metanotrof juga memiliki kemampuan untuk memfiksasi N_2 . Bakteri metanotrof memiliki potensi untuk dimanfaatkan dan diaplikasikan untuk menciptakan system pertanian yang ramah lingkungan dan berkesinambungan di lahan sawah serta untuk biokonversi metan menjadi metanol. Bakteri metanotrof hasil isolasi dari lumpur sawah memiliki aktivitas oksidasi metan dan fiksasi N_2 yaitu isolat BGM1, BGM3, BGM5 dan BGM9. Analisis gen *pmoA* dan *mmoX* menunjukkan bahwa isolat BGM 9 menunjukkan positif memiliki gen *mmoX*, yang menghasilkan satu pita hasil amplifikasi DNA dengan ukuran 500 bp. Amplifikasi gen *pmoA* dari beberapa isolat terpilih menunjukkan 3 jenis ukuran hasil amplifikasi gen *pmoA* yaitu 1000, 750 and 500 bp. Analisis gen *nifH* dan *nifD* menunjukkan bahwa isolat BGM 1, BGM 3 dan BGM 5 menunjukkan positif memiliki gen *nifD*, dengan ampikon DNA dengan ukuran 2200 bp dan 1900bp. Amplifikasi gen *nifH* menunjukkan bahwa isolat BGM 1, BGM 5 dan BGM 9 positif memiliki gen *nifH* dengan ukuran hasil amplifikasi gen *nifH* yaitu 453 bp and 2500 bp. Aplikasi di lapang dari formulasi bakteri metanotrof dapat mensubstitusi penggunaan pupuk anorganik sampai 50 % serta efektif dalam meningkatkan pertumbuhan padi (tinggi tanaman, jumlah malai, bobot tajuk dan akar), meningkatkan produktivitas hasil gabah panen serta menurunkan emisi CH_4 . Produktivitas gabah hasil panen lebih tinggi dibandingkan kontrol positif dengan pemupukan 100%. Penggunaan bakteri metanotrof untuk biokonversi CH_4 menjadi metanol dilakukan dengan memanfaatkan enzim metan monooksigenase partikulat (pMMO) dari bakteri ini. Enzim pMMO adalah protein integral membran yang terdiri dari tiga subunit yaitu subunit *pmoC*, *pmoA* dan *pmoB* yang disandikan oleh operon *pmoCAB*. Bakteri metanotrof memiliki laju pertumbuhan yang lambat, sehingga untuk produksi enzim yang tinggi, gen enzim ini perlu di klon ke *E. coli*. Namun demikian ekspresi seluruh operon *pmoCAB* sulit dilakukan dan bersifat toksik ke *E. coli* sehingga dilakukan kloning gen hanya bagian subunit aktif dari enzim pMMO yaitu subunit *pmoB* cupredoxin yang disandikan oleh gen *pmoB*. Beberapa modifikasi dengan pembuatan gen sintetiknya dilakukan sehingga gen yang berukuran 891 pb ini dapat diekspresikan di *E. coli*. Gen *pmoB* diekspresikan di *E. coli* BL21 (DE3) menggunakan promotor T7 yang terdapat pada vektor ekspresi (pET15b). Analisis dengan SDS-PAGE menunjukkan adanya over ekspresi dari gen tersebut yang diinduksi dengan IPTG. Protein rekombinan *spmoB* berukuran 38,9 kDa yang terakumulasi dalam bentuk agregat dalam badan inklusi di sell *E. coli* rekombinan. Badan inklusi *SpmoB* dilarutkan dalam denaturan 8 M urea yang diikuti oleh dialisis bertahap untuk renaturasi dan refolding *SpmoB* ke bentuk aktifnya. Aktivitas spesifik dari protein yang sudah refolding adalah $0,46 \pm 0,03$ metanol/mg protein/menit, yang lebih tinggi dari pMMO utuh dan *SpmoB* dari penelitian sebelumnya. *SpmoB* rekombinan ini merupakan protein asam dengan aktivitas optimum biokonversi metan menjadi metanol pada pH 6 dan suhu 30°C.

SERANGGA DAN EKONOMI MANUSIA

Ida Kinasih

Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung
e-mail: idakinasih@uinsgd.ac.id

Abstrak. Serangga telah ada di muka bumi ini sejak 350 juta tahun yang lalu, jauh lebih dahulu ada dibandingkan manusia. Sebagai dua makhluk hidup dominan di muka bumi, serangga dan manusia mengembangkan suatu bentuk hubungan yang unik dimana kedua makhluk hidup ini dapat dikatakan tidak dapat dipisahkan yang ditentukan berdasarkan kebutuhan ekonomi manusia, apakah merugikan (seperti hama dan vector penyakit) atau menguntungkan (seperti sumber penghasil pangan atau memberikan servis ekosistem). Walaupun serangga dipandang sangat merugikan manusia, keuntungan yang diberikan oleh serangga bagi manusia lebih besar dibandingkan kerugiannya. Serangga dapat menjadi sumber makanan, sumber bahan baku industri, membantu dalam produksi makanan, membantu dalam pengolahan limbah organik, bahkan menginspirasi manusia untuk menghasilkan teknologi baru dan karya seni. Diantara servis yang diberikan oleh serangga kepada manusia, antara lain penyerbukan, bioindikator dan pengolahan limbah, memberikan dampak langsung kepada kegiatan ekonomi manusia. Di lingkungan alami, hal ini dilakukan oleh berbagai jenis serangga yang membentuk suatu jaringan makanan pada lingkungan tersebut. Di sisi lain, pada kondisi lingkungan yang dikelola oleh manusia (perkebunan dan sarana pengolahan limbah) peran ini dilakukan oleh serangga-serangga yang telah berhasil dipelihara pada kompartemen khusus (seperti lebah) maupun yang telah sukses didomestikasi oleh manusia yang menjadi suatu aktivitas penelitian dan ekonomi dengan dampak menguntungkan bagi manusia. Serangga yang berfungsi sebagai agen penyerbuk pada tanaman-tanaman ekonomi manusia terdiri dari serangga yang hidup sebagai organisme alami dan lebah yang telah sukses dipelihara dalam habitat buatan manusia. Peran dari kedua kelompok serangga ini dalam melakukan penyerbukan pada tanaman ekonomi merupakan subjek penelitian yang berkembang pesat saat ini seiring dengan laporan dari penurunan kuantitas dan kualitas dari produk-produk yang membutuhkan jasa penyerbukan. Selain fungsi sebagai penyerbuk, manusia juga mulai memperhatikan dampak dari beberapa aktivitas terkait pertanian terhadap kelulushidupan dari serangga-serangga ini seperti toksisitas pestisida terhadap mereka. Serangga yang dapat digunakan sebagai bioindikator yaitu kupu-kupu dan capung. Beberapa jenis lalat yang terlibat dalam penyerbukan ternyata juga dapat dijadikan indikator kualitas udara terutama di perkotaan. Serangga juga mulai dikembangkan sebagai agen yang berperan dalam mengendalikan limbah yang dihasilkan oleh manusia, terutama limbah organik, contohnya Black Soldier Fly atau *Hermetia illucens*. Berbeda dengan model pengendalian limbah organik dengan metoda seperti composting dan incinerator, aplikasi serangga sebagai agen pengurai limbah organik menghasilkan suatu proses upscaling dari limbah organik. Pada proses ini, limbah organik menghasilkan nilai ekonomi baru yang melebihi dari nilai awal sampah tersebut, dimana proses pengolahan limbah menggunakan serangga menghasilkan produk berupa residu yang berfungsi sebagai pupuk serta biomasa serangga yang memiliki kandungan organik tinggi (misalnya protein dan lemak) yang dapat dikembangkan menjadi produk-produk lain antara lain sebagai pakan ternak. Kesuksesan dari aktivitas ini sendiri sangat ditentukan oleh pengetahuan biologi dari serangga-serangga yang berperan sebagai agen pengolah limbah, seperti lalat tentara hitam.

Kata kunci: ekonomi, keanekaragaman, limbah, penyerbukan, serangga

Kelompok: BIODIVERSITAS, ETNOBOTANI DAN EKOLOGI			HAL
NO	PEMBICARA	JUDUL	
BEK-1	Esthi Liani Agustiani, Yulizah, Tri Yuni Indah Wulansari, Sunaryo	Struktur Anatomi Kayu <i>Aquilaria malaccensis</i> Alam Asal Bangka Belitung dan Bengkulu	14
BEK-2	Joko Kusmoro, Diah Arum, Iin Supartinah Noer	Keanekaan Likhen Kortikolus di Kebun Kemiri (<i>Aleurites moluccana</i> (L.) Willd.) Universitas Padjadjaran Jatinangor	20
BEK-3	Joko Kusmoro, Iin Supartinah Noer, Alisa Nurwahidah	Studi Likhen Kortikolus (<i>Corticulous</i>) di Arboretum di Arboretum Universitas Padjadjaran Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat	29
BEK-9	Reza Gemilang, Rina Ratnasih Irwanto, Angga Dwiartama	Studi Etnobotani Sagu (<i>Metroxylon sagu</i> Rottb.) di Pulau Lingga, Kepulauan Riau	36
BEK-10	Nadiatul Janna, Elfis, Prima Wahyu Titisari	Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Lumut (<i>Bryophyta</i>) di Taman Hutan Raya (Tahura) Sultan Syarif Hasim Provinsi Riau	44
BEK-11	Nunut Suharni, Prima Wahyu Titisari, Elfis	Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku (<i>Pteridophyta</i>) Di Kawasan Tahura Sultan Syarif Hasim Provinsi Riau	53
BEK-12	Khairani, Elfis, Prima Wahyu Titisari	Keanekaragaman Fungi di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim (Tahura SSH) Provinsi Riau	60
BEK-15	Joko Kusmoro, Betty Mayawatie Marzuki, Rika Satriawati, Iin Supartinah Noer	Keanekaan Likhen Kortikolous di Kampus Unpad Jatinangor Kabupaten Sumedang, Jawa Barat	65
BEK-20	Joko Kusmoro, Dora Erawati Saragih, Iin Supartinah Noer	Keanekaan Likhen Kortikolus pada Pohon Palembang di Kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat	72
BEK-23	Joko Kusmoro, Ria Widya, Iin Supartinah Noer	Kenaekaan Likhen Kortikolus di Taman Kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat	78
BEK-24	Jalma Giring Sukmawati, Hatma Suryatmojo	Respons Hidrologis Hutan Tanaman Pinus Terhadap Perubahan Tutupan Lahan di Sub-Das Gajah Mungkur	84
BEK-25	Tri Yuni Indah Wulansari, Albert H. Wawo	Perbandingan Anatomi Daun Empat Variasi Buah Merah (<i>Pandanus conoideus</i> Lam)	91
BEK-26	Nyimas D. Maharani, Sugeng P. Harianto, Dian Iswandaru, Gunardi D. Winarno	Persebaran Jenis Pakan Tapir (<i>Tapirus indicus</i>) di Taman Nasional Way Kambas (TNWK)	97
BEK-28	Elma Fauzia Gunawan, Teguh Husodo, Indri Wulandari, Dede Tresna, Johan Iskandar	Pemanfaatan Tumbuhan Berguna oleh Masyarakat di Kawasan Geopark Ciletuh, Sukabumi	105
BEK-29	Peni lestari, Titi Juhaeti	Respon Fenologi Pembungaan Lemon (<i>Citrus limon</i> (L.) Burm F.) Pada Dataran Rendah Basah di Cibinong, Bogor	111
BEK-33	Silviyani Nurul Karimah, Alyaa Nabiila, Nurfauzi Ahmad, Diki Muhamad Chaidir	Analisis Pengelolaan Kawasan Konservasi Penyu di Pantai Sindangkerta Kabupaten Tasikmalaya Sebagai Kawasan Suaka Margasatwa	118
BEK-35	Megatrikania Kendali, Hikmat Ramdan, Endang Hernawan	Potensi Ekosistem Hutan Montana Sebagai Penyedia <i>Healing Service</i> di Indonesia	128
BEK-36	Fandri Sofiana Fastanti, Florentina Indah Windadri	Lichen (Lumut Kerak) Pada Pohon Palembang <i>Wodyetia bifurcata</i> di Kawasan Cibinong Science Center-Botanical Garden	133

BEK-37	Peniwidiyanti, Muhammad Rifqi Hariri	Dinamika Koleksi <i>Ficus</i> spp. (Subgenus: <i>Urostigma</i>) di Kebun Raya Bogor	138
BEK-40	Tatang Suharmana Erawan, Mohamad Saeful Hidayat	Struktur Komunitas Ikan Karang di Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat	146
BEK-48	Rofika Wilyanuari, Christine Wulandari, Wahyu Hidayat, Susni Herwanti	Kontribusi Kelompok Wanita Tani Hutan Register 45b dalam Pelestarian Hutan Lindung di Lampung Barat	152
BEK-49	Lela Apriani, Christine Wulandari, Rommy Qurniati, Slamet Budi Yuwono	Kearifan Lokal Agroforestri Kopi dalam Mendukung Kebijakan Konservasi Tanah di Tanggamus	160
BEK-50	Deni Setiawan, Christine Wulandari, Slamet Budi Yowono, Samsul Bakri	Pengaruh Pendidikan dan Pengalaman Petani Terhadap Kelestarian Agroforestri Kopi Codot di HKm Beringin Jaya	168
BEK-51	Prila Idayanti, Samsul Bakri, Christine Wulandari, Slamet Budi Yuwono	Karakteristik Sosial Ekonomi yang Berpengaruh Terhadap Pendapatan Kelompok Hutan Kemasyarakatan Panca Tunggal	174
BEK-52	Ghina Zhafira, Christine Wulandari, Rusita, Samsul Bakri	Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Produksi Getah Karet Hutan Kemasyarakatan di Kabupaten Way Kanan	181
BEK-54	Dedi Riyanto, Christine Wulandari, Arief Darmawan, Agus Setiawan	Analisis Spasial Sebaran Kopi Codot Menggunakan Sistem Informasi Geografis	185
BEK-55	Khusnul Khotimah, Susni Herwanti, Indra Gumay Febryano, Slamet Budi Yuwono	Potensi Pengembangan Hutan Kota Bukit Pangonan Pringsewu Berdasarkan Karakteristik Responden	190
BEK-59	Rudi Pramana, Arief Darmawan, Gunardi Djoko Winarno, Sugeng P. Harianto	Penggunaan Zonasi Habitat Gajah Sumatera (<i>Elephas maximus sumatranus</i>) Ditaman Nasional Way Kambas	195
BEK-61	Yanfa Ghyiats Ghifari, Christine Wulandari, Rudi Hilmanto, Samsul Bakri	Cadangan Karbon Pada Tegakan Karet di Kesatuan Pengelola Hutan Bukit Punggur	202
BEK-64	Prima Wahyu Titisari, Tika Permata Sari, Elfis	Kajian Etnobiologi: Kearifan Masyarakat Suku Talang Mamak dalam Memanfaatkan Suberdaya Hutan Berupa Madu	211
BEK-67	Martua Suhunan Sianipar	Populasi Serangga Wereng Batang Coklat (<i>Nilaparvata lugens</i>) Pada Lahan Sawah Dataran Rendah, Musim Hujan di Kecamatan Jatisari, Kabupaten Karawang Jawa Barat	219
BEK-68	Muhammad Azmi Dwi Susanto, Muhibbuddin Abdillah	Keanekaragaman Capung Jarum (Zygoptera) di Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) Jawa Timur	224
BEK-70	Yati Nurlaeni, Decky Indrawan Junaedi	Pertumbuhan dan Kesintasan Anakan Andaliman (<i>Zanthoxylum acanthopodium</i> DC.) dari Beberapa Kabupaten Di Sekitar Danau Toba, Sumatera Utara	230
BEK-83	Riajeng Kristiana, Silvia Sепthiani	Interaksi Biotik pada Lahan Pertanian	239
BEK-84	Kadarisno, Johan Iskandar, Budhi Gunawan	Dampak Modernisasi Pertanian Pada Usahatani Padi Sawah Di Kampung Kuta, Kecamatan Tambaksari, Kabupaten Ciamis	245

STRUKTUR ANATOMI KAYU *Aquilaria malaccensis* ALAM ASAL BANGKA BELITUNG DAN BENGKULU

Esthi Liani Agustiani*, Yulizah, Tri Yuni Indah Wulansari, Sunaryo

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jln. Raya Jakarta-Bogor, Km. 46, Cibinong, Bogor, 16911
e-mail: *esthiliania@gmail.com

Abstrak. Gaharu yang dihasilkan oleh spesies anggota Thymelaeaceae bernilai ekonomi tinggi karena pemanfaatannya sebagai bahan baku industri dan obat-obatan. Bagian yang dimanfaatkan adalah resin yang ditemukan pada bagian kayu. Salah satu tumbuhan penghasil gaharu ialah *Aquilaria malaccensis*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur anatomi kayu jenis *A. malaccensis* dari dua lokasi tumbuh yang berbeda. Pembuatan anatomi kayu menggunakan freezing microtome dan pewarnaan dengan safranin. *A. malaccensis* dari dua lokasi tumbuh yang berbeda diketahui tidak memiliki lingkaran tumbuh (growth rings). Susunan vessel radial dengan 2 tipe sebaran yaitu soliter dan berkelompok. Rerata diameter vessel $146.15 \pm 38.78 \mu\text{m}$ ($94.95\text{-}154.15 \mu\text{m}$) dan jumlah vessel berkisar 2-3 (4-5) vessel/mm. Perforasi pada vessel sederhana dan ceruk pada vessel berseling (alternate). Tipe sel jejari seluruhnya satu seri (uniseriate), tetapi ditemukan pula dua hingga tiga seri. Susunan jari-jari dari setiap sampel menunjukkan bentuk yang tidak beraturan (irregular). Adapun komposisi sel pada jari-jari umumnya berupa sel jari-jari baring (procumbent) dan kotak (square).

Kata Kunci : anatomi kayu, ceruk berseling, gaharu, perforasi sederhana, resin, uniseriate.

PENDAHULUAN

Aquilaria merupakan salah satu genus dari Thymelaeaceae yang dikenal sebagai penghasil gaharu. Menurut Ali et al. (2016), gaharu merupakan resin yang dihasilkan dari simbiosis antara kayu dan mikroorganisme tertentu (fungi) sebagai bentuk pertahanan tubuh tanaman. Gaharu sebagai hasil hutan bukan kayu memiliki nilai ekonomi cukup tinggi (Moko, 2008) yang dimanfaatkan sebagai bahan untuk ritual keagamaan (Lopez-Sampson & Page, 2018) dan hingga kini digunakan untuk bahan baku produk industri dan obat-obatan (Moko, 2008; Harvey-Brown, 2018).

Aquilaria diketahui sebagai tanaman endemik dari kawasan Indomalesia (Lee dan Mohamed, 2016). Salah satu spesies *Aquilaria* penghasil gaharu ialah *Aquilaria malaccensis*. *A. malaccensis* dikenal sebagai penghasil gaharu terbaik selain *Aquilaria bailloni* (Cambodia), *A. crassna* (Thailand), *A. grandiflora* (Hainan, China) dan *A. agallocha* (Soeharto et al., 2016). Persebaran *A. malaccensis* alam di Indonesia ditemukan di wilayah Sumatera Utara dan Pulau Kalimantan (Harvey-Brown, 2018). Beberapa provinsi di Indonesia bagian barat yaitu Provinsi Bangka Belitung dan Bengkulu merupakan tempat tumbuh yang cocok untuk pengembangan *A. malaccensis*. Data perdagangan internasional gaharu menyebutkan bahwa Indonesia menjadi salah satu negara utama pengekspor gaharu, selain Malaysia dan India (Barden et al., 2000). Gaharu asal Indonesia diketahui menjadi komoditi impor beberapa negara seperti Jepang (Compton & Ishihara, 2006) dan Arab (Antonopoulou et al., 2010).

Peranan *A. malaccensis* sebagai penghasil gaharu membuat jenis ini banyak dicari dan dieksploitasi secara berlebihan di alam. Keberadaan *A. malaccensis* di India telah dinyatakan punah sedangkan di Indonesia hampir punah, sehingga akibat eksploitasi tersebut diperkirakan populasi *A. malaccensis* selama tiga generasi terakhir telah menurun 80% (Harvey-Brown, 2018). Eksploitasi *A. malaccensis* menjadi dasar penetapan jenis ini ke dalam kategori appendix II CITES (Soeharto et al., 2016) dan kategori sangat terancam punah (*critically endangered*, CR) berdasarkan IUCN (Harvey-Brown, 2018). Oleh karena itu, kuota perdagangan dibatasi untuk gaharu yang dihasilkan oleh jenis yang dilindungi, sehingga pasokan gaharu diupayakan tidak berasal dari alam.

Jenis penghasil gaharu dapat dibedakan melalui identifikasi morfologi tanaman dan struktur kayu (makroskopis dan mikroskopis). Menurut Timar et al. (2013), pendekatan identifikasi struktur

anatomi kayu secara mikroskopis lebih dapat dipercaya dibandingkan secara makroskopis sebab identifikasi secara makroskopis dapat saja terganggu oleh penuaan alami kayu dan kemungkinan kerusakan fisik pada kayu. Selain itu, identifikasi jenis melalui struktur organ vegetatif seperti batang (kayu), dapat dilakukan untuk jenis yang steril atau tidak berbunga saat ditemukan di lapang.

Struktur anatomi kayu *A. malaccensis* telah dipertelakan secara rinci oleh Mandang dan Wiyono (2002), Andianto (2010), Mohamed et al. (2013) dan Nordahlia et al. (2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan struktur anatomi tumbuhan *A. malaccensis* yang tumbuh pada lokasi yang berbeda yaitu dari Provinsi Bangka Belitung dan Bengkulu. Oleh karena itu, diharapkan informasi data yang diperoleh dapat menjadi pelengkap untuk identifikasi kayu melalui struktur anatomi dari berbagai lokasi tumbuh di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

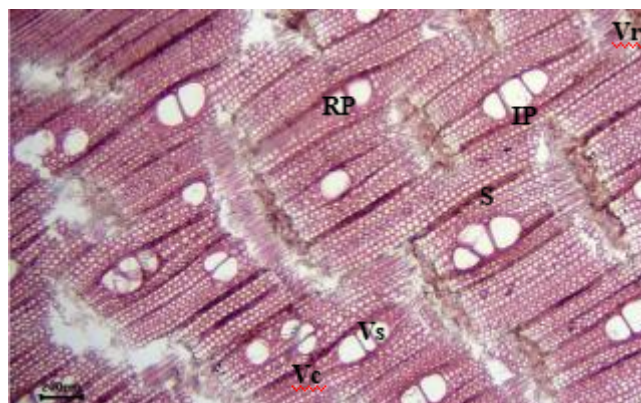
Sampel tanaman penghasil gaharu yang digunakan ialah *Aquilaria malaccensis* yang tumbuh secara alami di daerah Lubuk Besar, Maras dan Serdang (Provinsi Bangka Belitung) dan TAHURA Rajo Lelo (Provinsi Bengkulu). Sampel kayu segar diambil setinggi dada (dbh) pada pohon yang berdiameter ± 20 cm, kemudian dibuat preparat. Pembuatan preparat dilakukan dengan metode irisan segar yaitu sampel disayat menggunakan *freezing microtome*. Sampel dipotong dengan 3 orientasi bidang, yaitu transversal, radial dan tangensial. Selanjutnya sampel hasil irisan diwarnai dengan *safranin* dan ditempelkan pada *object glass* dengan media gliserin kemudian ditutup *cover glass*. Preparat diamati menggunakan mikroskop.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Kayu: Irisan Transversal

A. malaccensis tidak memperlihatkan adanya lingkaran tumbuh (*growth rings*). Kondisi ini sama dengan hasil penelitian Mandang dan Wiyono (2002), Andianto (2010), dan Nordahlia et al. (2017). Ketiadaan lingkaran tumbuh yang jelas pada tanaman berkayu di daerah tropis merupakan hal yang umum terjadi. Hal tersebut dapat disebabkan karena pertumbuhan kambial spesies tropis sangat beragam dan dapat ditentukan oleh faktor keturunan (Kramer, 1979).

Susunan *vessel* kayu (*vessel arrangement*) pada seluruh sampel memperlihatkan tipe radial. Sementara itu, terdapat 2 tipe sebaran *vessel* yaitu soliter dan mengelompok. *Vessel* yang mengelompok tersusun secara radial dan bergerombol (*cluster*) (Gambar 1). Tipe radial yang ditemukan umumnya terdiri dari 2-4 (-3-5-6) *vessel* sedangkan tipe *cluster* terdiri dari 3-4 (-5-6) dan 4 (-4-5) *vessel*. Bentuk perforasi *vessel* membulat (*circular*) dan lonjong (*oval*). Hasil ini sama dengan bentuk *vessel* pada penelitian anatomi kayu *A. malaccensis* oleh Nordahlia et al. (2017). Namun pada hasil penelitian Mandang & Wiyono (2002) dan Andianto (2010) mendapatkan bentuk *vessel* lonjong.



Gambar 1. Karakteristik anatomi kayu pada irisan radial.
S:serat, Vs: *vessel* soliter, Vc: *vessel* cluster,
Vr: *vessel* radial, RP: *ray parenchyma*, dan
IP: *included phloem*

Parenkim aksial (*axial parenchyma*) tidak ditemukan pada seluruh sampel. Hal tersebut berbeda dengan hasil penelitian Mohamed et al. (2013) dan Nordahlia et al. (2017) yang menemukan karakter *axial parenchyma* berupa *scanty paratracheal* pada sampel *A. malaccensis* yang diamati. Namun, karakter *ray parenchyma* dan *included floem* ditemukan pada sampel kayu gaharu alam dari Bangka Belitung dan Bengkulu. *Included floem* atau *interxylary phloem* merupakan floem yang terbentuk menuju interior batang sehingga muncul di sekitar jaringan xylem (Evert, 2006). Dinding sel *included phloem* sangat tipis (Gambar 1).

Karakteristik kuantitatif yang teramati pada irisan transversal ialah diameter dan jumlah *vessel* (Tabel 1). Rerata diameter *vessel* $146.15 \pm 38.78 \mu\text{m}$ (94.95-154.15 μm) dan jumlah *vessel* berkisar 2-3 (4-5) *vessel*/mm. Nilai rerata diameter *vessel* yang didapatkan dari *A. malaccensis* ini hampir sama dengan diameter *A. malaccensis* hasil penelitian Mandang dan Wiyono (2002) yaitu rerata diameter berkisar $141 \pm 23 \mu\text{m}$ dan diameter maksimal 190 μm . Namun jumlah *vessel* yang ditemukan disetiap sampel penelitian ini memiliki nilai yang rendah jika dibandingkan hasil penelitian-penelitian sebelumnya yang menunjukkan jumlah *vessel* sekitar 6-7 (-4) *vessel*/mm (Andianto 2010; Mohamed et al., 2013; Nordahlia et al., 2017).

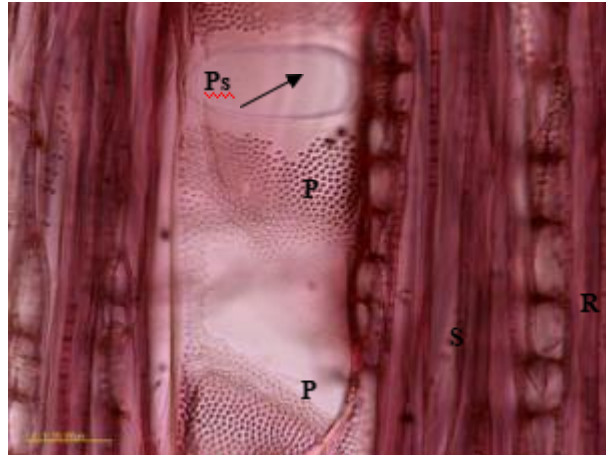
Tabel 1 Diameter dan jumlah *vessel* *A. malaccensis* alam asal Bangka Belitung dan Bengkulu

No	Sampel	Diameter batang (cm)	Diameter <i>Vessel</i> (μm)		Jumlah <i>Vessel</i> (jumlah/mm)		Lokasi
			Rentang	Rerata	Rentang	Rerata	
1	LBA 05	19	57,2 - 214,5	$125,84 \pm 40,66$	2-3	$2,2 \pm 0,5$	Lubuk Besar, Bangka
2	A 01	26,7	64,5 - 171,6	$134,134 \pm 33,43$	2-4	$2,5 \pm 4$	Lubuk Besar, Bangka
3	A 04	40,35	42,9 - 85,8	$62,92 \pm 13,22$	6-9	$7,2 \pm 6,9$	Lubuk Besar, Bangka
4	A 03	43,12	71,5 - 228,8	$146,146 \pm 38,78$	2-3	$2,2 \pm 0,3$	Lubuk Besar, Bangka
5	A 05	47,74	42,9 - 171,6	$106,96 \pm 32,52$	3-4	$3,2 \pm 0,3$	Lubuk Besar, Bangka
6	A 08	59,55	71,5 - 185,9	$146,146 \pm 34,67$	2-3	$2,8 \pm 0,3$	Lubuk Besar, Bangka
7	MRS 01	43	57,2 - 171,6	$99,81 \pm 26,47$	2-3	$1,9 \pm 0,6$	Maras, Bangka
8	MRS 05	20	71,5 - 200,2	$122,122 \pm 30,75$	2-4	$2,5 \pm 0,6$	Maras, Bangka
9	G 28	27,31	57,2 - 171,6	$124,41 \pm 28,15$	2-3	$2,3 \pm 0,4$	Bengkulu
10	G 49	13,28	85,8 - 221,65	$147,58 \pm 30,11$	1-3	$2,0 \pm 0,5$	Bengkulu
11	G1	28,25	71,5 - 243,1	$154,154 \pm 37,90$	2-3	$2,0 \pm 0,6$	Bengkulu
12	G37	14,85	71,5 - 171,6	$120,41 \pm 24,91$	3-6	$4,2 \pm 1,3$	Bengkulu
13	P4	31,78	71,5 - 185,9	$132,42 \pm 32,45$	3-4	$4,0 \pm 0,6$	Bangka
14	Plot 1	28,24	57,2 - 157,3	$110,97 \pm 28,68$	2-4	$2,7 \pm 0,5$	Serdang, Bangka
15	PER 01	37,21	57,2 - 164,45	$106,96 \pm 27,19$	2-3	$2,7 \pm 0,6$	Bangka

Kondisi perbedaan nilai kuantitatif diameter dan jumlah *vessel* dari penelitian ini dan penelitian sebelumnya kemungkinan disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan dari masing-masing tempat tumbuh *A. malaccensis* dan usia pohon sampel (Andianto, 2010). Beberapa penelitian menyatakan bahwa karakteristik anatomi kayu dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan iklim (Carlquist, 1997; Fichtler dan Worbes, 2012). Namun pada penelitian ini, keterkaitan antara karakteristik anatomi kayu dengan kondisi lingkungan belum bisa dibahas lebih lanjut.

Karakter Kayu: Irisan Tangensial

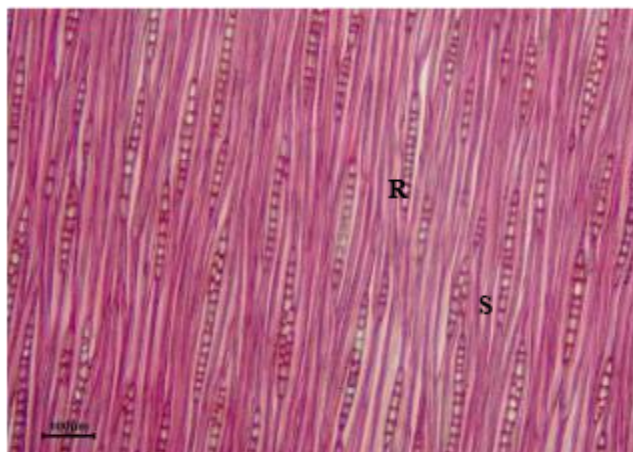
Karakter kayu yang dapat teramati pada orientasi ini ialah *vessel*, bentuk serat dan sel jejeri. Perforasi *vessel* seluruh sampel diketahui berupa perforasi sederhana (Gambar 2). Bidang perforasi tersebut menghubungkan antar *vessel* hingga membentuk pembuluh yang memanjang dan membentuk saluran (Evert, 2006).



Gambar 2. Bentuk perforasi sederhana (tanda panah) pada *vessel A. malaccensis*. S: serat; Ps: perforasi sederhana, P: *pits* (ceruk), R: *rays* (sel jejeri).

Ceruk (*pits*) antar pembuluh dari seluruh sampel menunjukkan ceruk berseling (*alternate*) (Gambar 2). Bentuk ini umum ditemukan pada tumbuhan eudikot. Pada tumbuhan *angiospermae*, keberadaan ceruk ini dapat menghubungkan sel serat dengan sel serat lainnya, *vessel* dengan sel serat, sel serat dengan sel jejeri, dan *vessel* dengan sel jejeri (Kramer, 1979). Selain itu, adanya ceruk pada *vessel* menjadi saluran untuk perpindahan air secara lateral dari satu *vessel* ke *vessel* lainnya (Evert, 2006).

Sel jejeri *A. malaccensis* seluruhnya terdiri satu susunan sel jejeri (*uniseriate*), terkadang dua hingga tiga sel jejeri dalam satu barisan (Gambar 3). Kondisi yang sama juga ditunjukkan pada hasil penelitian Mandang dan Wiyono (2002) dan Nordahlia et al. (2017). Susunan jari-jari dari setiap sampel menunjukkan bentuk yang tidak beraturan (*irregular*), sedangkan jari-jari agregat (*aggregate rays*) dan sel seludang (*sheath cells*) tidak ditemukan.



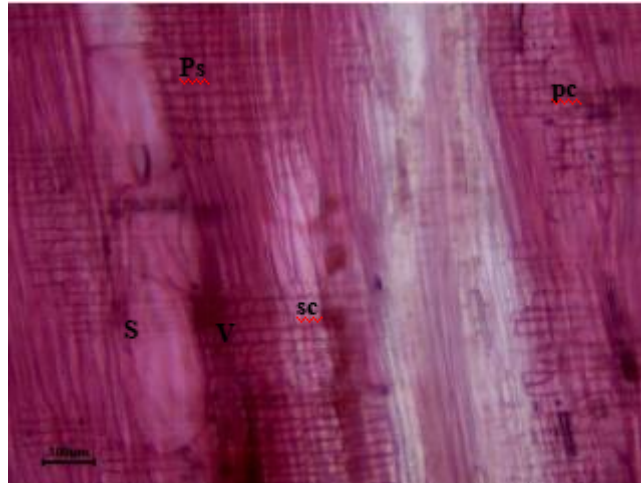
Gambar 3. Tipe sel jejeri satu seri (tanda panah). R: *ray cells* dan S: serat.

Karakteristik Kayu: Irisan Radial

A. malaccensis secara radial memperlihatkan tidak memiliki penebalan ulir pada pembuluh (*helical thickening*) serta tidak ditemukan jaringan serat dasar (*ground tissue fibres*). Serat tidak

bersekat dan dinding serat sangat tipis. Komposisi sel pada jari-jari *A. malaccensis* umumnya berupa sel jari-jari baring (*procumbent*), yaitu sel parenkim pada jari-jari yang dimensi panjangnya ke arah radial jika dilihat pada bidang radial (Gambar 4). Selain itu, ditemukan pula bentuk sel jari-jari kotak (*square ray cell*). Adanya sel jari-jari baring dan sel jari-jari kotak menjadikan karakteristik sel jari-jari *A. malaccensis* berupa heteroseluler.

Menurut Evert (2006), sel jari-jari pada struktur anatomi kayu *angiospermae* berperan sebagai kekuatan bidang radial pada kayu. Selain itu, sel jari-jari menjadi fasilitator untuk transfer air maupun substansi bahan organik dan anorganik yang berada di saluran xilem maupun floem. Hal tersebut terjadi karena sel jari-jari berada di sepanjang arah melintang batang dari xilem melewati kambium hingga floem pada batang (Pfautsch et al., 2015).



Gambar 4. Karakter kayupada irisan radial. S: serat, Ps: perforasi sederhana, pc: *procumbent cell*, sc: *square cell* dan V: *vessel*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa struktur anatomi kayu *A. malaccensis* alam dari dua lokasi tumbuh yang berbeda tidak memiliki perbedaan. Selain itu, karakteristik struktur anatomi kayunya serupa dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Kondisi lingkungan perlu diperhatikan untuk penelitian selanjutnya agar dapat diketahui pengaruhnya terhadap data anatomi kayu yang didapatkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai dari DIPA CITES PUSLIT BIOLOGI-LIPI dengan judul KSK Analisis Kayu yang diperdagangkan Berdasarkan Sifat Fisik dan Kimia untuk Klasifikasi dan Standarisasi. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Eka Fatmawati Tihurua atas bimbingan dan arahan dalam penelitian dan penulisan karya tulis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ujang Hapid, Asih Perwita Dewi, Marlina Andriyani, Dewi Wulansari, dan Fauzi Rachmat atas bantuannya selama kegiatan penelitian dan pengumpulan sampel gaharu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N. A. M., Chee, B. J. & Jamil, M. (2016). Agarwood (*Aquilaria malaccensis*) Oils. In V. R. Preedy (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Savety*. Selangor, Malaysia: Forest Research Intitute Malaysia.
- Andianto. (2010). Ciri Anatomi Lima Jenis Kayu Penghasil Gaharu dan Dua Jenis Kerabatnya. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 28(2), 169-183.
- Antonopoulou, M., Compton, J., Perry, L. S. & Al Mubarak, R. (2010). The Trade and Use of Agarwood (Oudh) in the United Arab Emirates. Selangor, Malaysia: TRAFFIC Southeast Asia.

- Barden, A., Anak, N. A., Mulliken, T., & Song, M. (2000). Heart of the matter: Agarwood use And Trade and CITES Implementation for *Aquilaria malaccensis*. Cambridge, UK: TRAFFIC.
- Carlquist, S. (1977). Wood anatomy of Penaeaceae (Myrtales): Comparative, Phylogenetic and Ecological Implications. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 75: 211-227.
- Compton, J. & Ishihara, A. (2006). The Use and Trade of Agarwood in Japan: Southeast Asia and East Asia-Japan. Japan: TRAFFIC.
- Evert, R. F. (2006). *Esau's Plant anatomy Third edition*. Canada, USA: Wiley-Interscience.
- Fichtler, E. & Worbes, M. (2012). Wood Anatomical Variables in Tropical Trees and Their Relation to Site Condition and Individual Tree Morphology. *IAWA Journal*, 33(2): 119-140.
- Harvey-Brown, Y. (2018). *Aquilaria malaccensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018.
- Kramer, J. P. (1979). *Physiology of Woody Plants*. Florida, USA: Academic Press.
- Lee, S. Y. & Mohamed, R. (2016). *The Origin and Domestication of Aquilaria, an Important Agarwood Producing Genus*. Selangor, Malaysia: Springer.
- Lopez-Sampson, A. & Page, T. (2018). History of Use and Trade of Agarwood. *Economic Botany*, 72(1), 107-129.
- Mandang, Y. I. & Wiyono, B. (2002). Anatomi Kayu Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) dan Beberapa Jenis Sekerabat. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 20(2), 107-126.
- Mohamed, R., Wong, M. T. & Halis, R. (2013). Microscopic Observation of 'Gaharu' Wood from *Aquilaria malaccensis*. *Pertanika J.Trop.Agric. Sci.*, 36(1), 43-50.
- Moko, H. (2008). Menggalakan Hasil Hutan Bukan Kayu Sebagai Produk Unggulan. *Informasi teknis*, 6(2), 1-5.
- Nordahlia, A. S., Lim, S. C. & Anwar, U. M. K. (2017). Wood Anatomical Features of Aquilaria (Thymelaeaceae) and Gonystylus (Gonystylaceae) in Malaysia. *Malayan Nature Journal*, 69(1), 63-69.
- Pfautsch, S., Holttta, T. & Mencuccini, M. (2015). Hydraulic Function of Tree Stems-Fusing Ray Anatomy, Radial Transfer and Capacitance. *Tree Physiology*, 35, 706-722.
- Soeharto, B., Budidarsono, S. & van Noordwijk, M. (2016). Gaharu (eaglewood) Domestication: Biotechnology, Markets and Agroforestry Options. Working paper no. 247. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program.
- Timar, M. C., Gurau, L., Porojan, M. & Emanuela, B. (2013). Microscopic Identification of Wood Species: an Important Step In Future Conservation. *European Journal of Science and Theology*, 9(4), 243-252.

**KEANEKAAN LIKHEN KORTIKOLUS DI KEBUN KEMIRI
(*Aleurites Moluccana* (L.) Willd.) UNIVERSITAS PADJADJARAN JATINANGOR**

Joko Kusmoro*¹, Diah Arum², Iin Supartinah Noer³

^{1,2,3}Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran,
Jatinangor Sumedang Jawa Barat 45363
e-mail: *kusmorojoko@gmail.com, ²diaharum19@gmail.com, ³iinsnoer@yahoo.co.id

Abstrak. Penelitian inventarisasi likhen kortikolus di kebun kemiri kawasan kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor telah dilakukan pada bulan Juli sampai November 2018. Penelitian bertujuan untuk mengetahui keanekaan likhen kortikolus di Pohon Kemiri. Metoda yang digunakan dalam penelitian adalah sigi dan analisis laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan modifikasi line transek. Analisis di laboratorium dilakukan untuk pengamatan morfologi, anatomi dan kimiawi. Pengamatan likhen kortikolus pada setiap pohon contoh dilakukan mulai dari dasar sampai dengan ketinggian 1,50 m di atas permukaan tanah. Hasil sigi dan determinasi didapatkan keanekaan sebanyak 62 jenis yang termasuk kedalam 31 marga dan 13 suku. Suku yang dominan adalah Graphidaceae dengan 26 jenis yang didominasi oleh Graphis dan suku yang kodominan yaitu Physciaceae dengan 10 jenis yang didominasi oleh Pyxine sp. Bentuk krustosa dijumpai 50 jenis dan foliosa 12 jenis. Warna talusnya bervariasi dari hijau, abu-abu, putih, abu-putih, abu kuning dan hijau putih. Hasil analisa kimiawi menunjukkan bahwa likhen di pohon kemiri mengandung asam atranorin, asam barbatic, asam divaricatic, asam gyrophoric dan asam usnat.

Kata kunci: Asam Likhenat, Keanekaan, Likhen Kortikolus, Pohon Kemiri.

PENDAHULUAN

Universitas Padjadjaran merupakan salah satu perguruan tinggi negeri di Jawa Barat, Indonesia. Kampus UNPAD terletak diberbagai wilayah Provinsi Jawa Barat, salah satu kampusnya terletak di Jatinangor, Kabupaten Sumedang Jawa Barat. Kampus UNPAD Jatinangor, pada saat ini merupakan kampus utama dengan luas kawasan 181 hektar (UPT Lingkungan, 2016). Kampus UNPAD Jatinangor, selain memiliki fasilitas berupa bangunan, juga memiliki fasilitas lain yaitu ruang hijau kampus (*green campus*). Ruang hijaunya diisi oleh tanaman, hasil budidaya maupun secara alami guna mendukung manfaat langsung atau tidak langsung yang dihasilkan oleh area bervegetasi dalam kampus tersebut yaitu keamanan, kenyamanan, dan keindahan wilayah kampus tersebut.

Kebun kemiri (*Aleurites Moluccana* (L.) Willd.) merupakan areal budidaya kemiri yang ditanam tahun 1980. Kebun kemiri memiliki luas 18 Ha terletak di sebelah Selatan dari gedung rektorat UNPAD (Keputusan Rektor UNPAD, 2016). Hasil studi vegetasi di kebun kemiri banyak ditemukan tumbuhan tingkat tinggi maupun tumbuhan tingkat rendah. Tumbuhan tingkat tinggi didominasi oleh *Aleurites moluccana* (L.) Willd atau lebih dikenal dengan nama daerah Muncang, sedangkan tumbuhan tingkat rendahnya terdapat paku, lumut, dan likhen.

Likhen adalah organisme yang terbentuk dari simbiosis mutualisme antara fungi (*mycobiont*) dengan alga (*phycobiont*). Komponen fikobionnya adalah *cyanobacteria* yang berfungsi untuk memproduksi makanan dengan berfotosintesis, sementara mikobionnya berfungsi sebagai pengokoh tubuh dan penyerap air maupun mineral. Interaksi dua organisme tersebut memiliki morfologi, reproduksi, dan klasifikasi khusus (Milbanck, 2010). Likhen tidak memerlukan syarat hidup yang tinggi, dapat ditemukan di tepi pantai sampai di wilayah pegunungan. Likhen sangat tahan terhadap kekurangan air dalam jangka waktu yang lama, sehingga likhen dapat hidup di berbagai substrat (Hamidun et al., 2012). Berdasarkan habitatnya likhen dikelompokkan menjadi, *saxicolous* yaitu hidup menempel pada substrat yang padat dan dingin contohnya pada batu. *Corticulous* hidup menempel pada kulit pohon dan *terricolous* yang hidup pada permukaan tanah (Pratiwi, 2006).

Likhen sangat sensitif terhadap perubahan kualitas udara. Likhen kortikolus memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap gangguan lingkungan. Selain itu, likhen kortikolus telah digunakan sebagai indikator yang baik terhadap kualitas lingkungan (Kricke & Loppi, 2002). Likhen tidak

memiliki lapisan kutikula sehingga polutan mudah terserap oleh klorofil dan merusak jaringan likhen. Likhen tidak memiliki stomata dan organ absorptif sehingga memaksa likhen untuk bertahan hidup di bawah cekaman polutan udara. Jenis likhen yang toleran dapat bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang tercemar. Jenis likhen yang sensitif biasanya tidak dapat ditemukan di daerah dengan kualitas udara yang buruk. Perbedaan sensitifitas likhen terhadap polusi udara berkaitan erat dengan kemampuannya mengakumulasi polutan. Sensitifitas likhen terhadap pencemaran udara dapat dilihat melalui perubahan keanekaan dan akumulasi polutan pada talusnya (Panjaitan, 2012).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu adanya studi keanekaan likhen untuk mengetahui kualitas lingkungan kampus UNPAD Jatinangor terutama di kebun kemiri.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif. Teknik pengumpulan data dengan sigi (survei) dan analisis laboratorium. Analisis laboratorium dilakukan untuk pengamatan morfologi, anatomi, dan kimiawi di Departemen Biologi Universitas Padjadjaran. Pengambilan sampel dilakukan di Kebun Kemiri Universitas Padjadjaran Jatinangor. Prosedur kerja sebagai berikut:

1. Observasi pendahuluan atau orientasi medan untuk mengetahui kondisi lapangan dan distribusi likhen pada pohon kemiri.
2. Pengambilan sampel likhen dengan menjelajahi kebun kemiri menggunakan modifikasi line transek. Pohon contoh yang dipilih memiliki penutupan likhen yang tinggi dan penutupan lumut yang rendah. Pengamatan likhen kortikulus pada setiap pohon contoh dilakukan mulai dari dasar sampai dengan ketinggian 1,50 m di atas permukaan tanah. Sampel likhen yang diambil berdasarkan keanekaan yang tinggi atau yang banyak ditemukan pada setiap pohon contoh dan diambil berdasarkan perbedaan morfologi. Likhen diambil dari substratnya (kulit pohon), dimasukkan ke amplop sampel dan diberi label keterangan tanggal, familia, genus, spesies, lokasi, habitat dan kolektor.
3. Pengukuran faktor abiotik di lokasi penelitian untuk mengetahui pengaruh kondisi lingkungan terhadap pertumbuhan likhen yang terdapat di lokasi tersebut. Pengukuran suhu udara dan kelembaban udara menggunakan *termohyrometer* serta intensitas cahaya matahari menggunakan lux meter.
4. Sampel likhen yang diambil dari lapangan diidentifikasi secara morfologi, anatomi, dan kimiawi.
 - a. Pengamatan morfologi likhen dilakukan dibawah mikroskop stereo. Diamati bentuk, warna, permukaan atas dan bawah *thallus*. Pada permukaan atas *thallus* diamati bentuk *apothecia*, bentuk lirellae (*hysterothecia*), soredia, isidia, ada atau tidak ada *cilia*. Ada atau tidak ada margin *thallus*. Permukaan *thallus* bagian bawah diamati warnanya, tomentum, *cyphellae* dan *rhizine*. Hasil pengamatan didokumentasikan untuk membantu proses determinasi likhen.
 - b. Pengamatan anatomi likhen yaitu dengan membuat sayatan *apothecia* atau *hysterothecia* di bawah mikroskop stereo, disayat setipis mungkin agar bagian-bagian *apothecia* dapat terlihat dengan jelas. Hasil sayatan diletakkan pada kaca objek yang berisi air, ditutup dengan *cover glass*, kemudian diamati di bawah mikroskop cahaya dari perbesaran terkecil hingga perbesaran yang besar. Diamati bentuk *apothecia*, ada atau tidak spora. Diamati tipe spora seperti *simple*, satu *septate*, *transversely septate* ataupun muriform. Dilihat letak spora dalam hymenium, dibungkus dengan askus atau tidak dan dihitung jumlah lokul atau *septate* pada askospora. Hasil dari data yang didapatkan didokumentasikan, kemudian dideterminasi untuk mendapatkan nama genus atau spesies.
 - c. Uji kimiawi untuk mengidentifikasi likhen terdiri dari uji tes warna (*spot test*) dan uji mikrokristal. Uji warna dilakukan dengan menetes reagen kalsium hipoklorit (C atau CaHCl_3), dan kalium hidroksida (K atau KOH) permukaan talus (korteks) dan medula. Hasil positif dengan reagen KOH akan terlihat warna kuning pada korteks (asam atranorin) dan kuning kemerahan atau oranye pada medula (asam salazinic). Hasil positif pada reagen CaHCl_3 menghasilkan warna merah muda (asam gyrophoric) dan warna merah (asam lecanoric) (Hale, 1961).

- d. Uji mikrokristal untuk mengetahui jenis asam likhenat yang terkandung dalam likhen. Potongan *thallus* sekitar 1 cm diletakkan pada kaca objek dan ditetaskan dengan aseton, kemudian dikeringkan hingga keluar serbuk. *Thallus* likhen diambil dan serbuk likhen ditetaskan oleh reagen G.A.O.T yaitu gliserin: alkohol 95%: O-toluidine (2:2:1), Ggliserin: alkohol 95%: anilin (2:2:1), G.E yaitu gliserin: asam asetat (1:1) dan G.A.W yaitu gliserin: alkohol 95%: air (1:1:1) Difiksasi setelah penambahan reagen ataupun sebelumnya. Ditutup dengan *cover glass*, kemudian diamati di bawah mikroskop cahaya dari perbesaran terkecil (Huneck & Yoshimura, 1996).
5. Determinasi likhen Determinasi likhen menggunakan *Seychelles Lichen Guide* (Schumm & Andre, 2010). *A microscopical Atlas of Some Lichens from SE-Asia* (Schumm & Andre, 2012). *A world-wide key to the genus Graphis (Ostropales: Graphidaceae)* (Lucking et al., 2009). *Identification of Lichen Substances* (Huneck & Yoshimura, 1996). *Traditional, articulated keys, taxonomical, geographical arrangement and interactive keys* (Sipman, 2013).

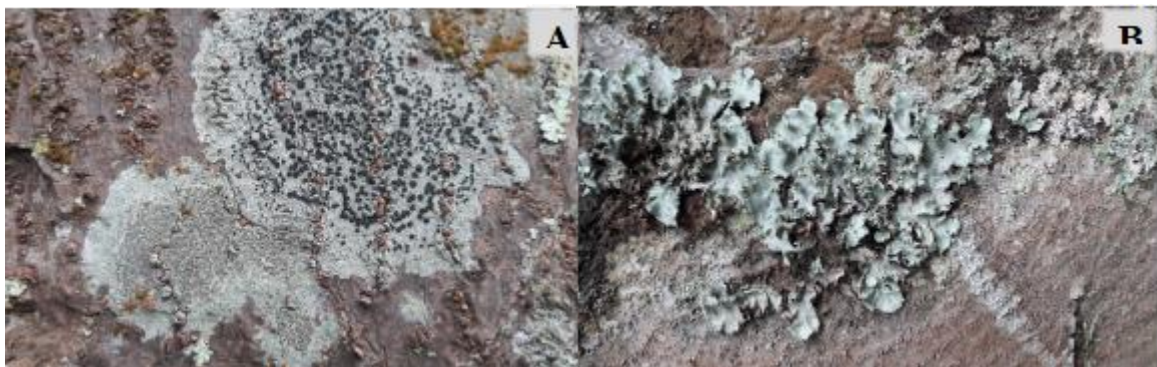
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran faktor abiotik seperti suhu udara, kelembaban udara dan intensitas cahaya matahari di kebun kemiri. Suhu udara berkisar 25-30°C dengan rata-rata 28,3°C. Kelembaban udara berkisar 41-70% dengan rata-rata 55,5%. Intensitas cahaya berkisar 62-373 lux x 100 dengan rata-rata 184,2 lux x 100. Waktu penelitian di lapangan dilakukan pada siang hari sekitar pukul 13.00 - 15.30 selama 3 hari dan satu hari sekitar pukul 09.00 – 13.00 WIB.



Gambar 1. Kebun Kemiri (Muncang) Kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, likhen tumbuh subur di lingkungan yang belum tercemar, kelembaban udara yang tinggi, udara yang sejuk dan intensitas cahaya tidak terlalu tinggi. Pada kondisi tersebut dapat ditemukan keanekaan likhen yang tinggi seperti berbagai likhen *crustose*, *foliose* seperti pada gambar 2. Kondisi lingkungan di kebun kemiri diperkirakan masih dapat mendukung pertumbuhan likhen, dilihat dari penutupan likhen, keanekaan, dan warna *thallus*.



Gambar 2. Likhen *crustose* (A); Likhen *foliose* pada substrat pohon kemiri (B)

Hasil penelitian ini didapatkan 62 spesies likhen *corticolous* dengan menjelajahi kurang lebih 3,1 km Kebun Kemiri dari total luas 18 ha. Dari 62 spesies terdapat 13 familia dan 31 genus. Likhen

dengan *thallus crustose* sebanyak 50 spesies dengan distribusi sekitar 80,64 % dan likhen dengan *thallus foliose* sebanyak 12 spesies dengan distribusi sekitar 19,35 %. Likhen yang ditemukan di Kebun Kemiri dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Keaneka-an Likhen di Kebun Kemiri Kampus UNPAD Jatininggor

No	Nama Jenis	Suku	Habitat	Alat Reproduksi	Asam Likhenat	Thallus
1	<i>Amandinea extenuate</i> (Mull. Arg.) Marbach	Physciaceae	Kemiri	Apothecia	-	C
2	<i>Amandinea melaxanthella</i> (Nyl) Marbach	Physciaceae	kemiri	Apothecia	Atr	C
3	<i>Amandinea punctate</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid	Physciaceae	Kemiri	Apothecia	Atr	C
4	<i>Arthonia antillarum</i> (Fee) Nyl.	Arthoniaceae	kemiri	Apothecia	Atr	C
5	<i>Arthonia pseudostromatica</i> F. Seavey & J. Seavey	Arthoniaceae	Kemiri	Apothecia	Atr	C
6	<i>Buellia griseovirens</i> (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.	Physciaceae	Kemiri	Apothecia	Atr	C
7	<i>Carbacanthographis candidate</i> (Nyl.) Staiger & Kalb	Graphidaceae	kemiri	Apothecia	Atr	C
8	<i>Carbacanthographis coccospora</i> (Aptroot) Aptroot & Lucking	Graphidaceae	Kemiri	Apothecia	Atr	C
9	<i>Cryptothecia</i> sp. 1	Arthoniaceae	Kemiri	Soredia	-	C
10	<i>Cryptothecia</i> sp. 2	Arthoniaceae	Kemiri	Soredia	-	C
11	<i>Cryptothecia striata</i> G. Thor	Arthoniaceae	Kemiri	Soredia	-	C
12	<i>Diorygma junghuhnii</i> (Mont & v.d. Bosch) Kalb, Staiger & Elix	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
13	<i>Dyplolabia afzelii</i> (Ach.) A. Massal.	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
14	<i>Dirinaria applanata</i> (Fee) D.D. Awasthi	Physciaceae	Kemiri	Soredia	a-alec, Imb, usn, div	F
15	<i>Dirinaria picta</i> (Sw) Clem & Shear	Physciaceae	Kemiri	Soredia, apothecia	Bar, cryp, gyr	F
16	<i>Fissurina instabilis</i> (Nyl.) Nyl. Zahibr	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
17	<i>Graphis antillarum</i> Vain	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
18	<i>Graphis elongata</i> Zenker	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
19	<i>Graphis longiramea</i> Mull. Arg	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	-	C
20	<i>Graphis longula</i> Kremp.	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
21	<i>Graphis nanodes</i> Vain.	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	-	C
22	<i>Graphis rustica</i> Kremp.	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
23	<i>Graphis stenotera</i> Vain.	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
24	<i>Graphis subdisserpens</i> Nyl	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
25	<i>Graphis</i> sp. 1	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
26	<i>Graphis</i> sp. 2	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
27	<i>Graphis</i> sp. 3	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
28	<i>Graphis</i> sp. 4	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
29	<i>Hemithecium chrysenteron</i> (Nyl.) staiger	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	-	C
30	<i>Lecanora achroa</i> Nyl.	Lecanoraceae	Kemiri	Apothecia	-	C
31	<i>Lecanora helva</i> Stizenb	Lecanoraceae	Kemiri	Apothecia	-	C
32	<i>Lecanora</i> sp.1	Lecanoraceae	Kemiri	Apothecia	-	C
33	<i>Leioderma erythrocarpa</i> (Delise ex Nyl.) D.Galloway & P.M.Jørg	Pannariaceae	Kemiri	Apothecia	Atr	C
34	<i>Leiorreuma melanostalazans</i> (Leight.) A.W. Archer	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	-	C

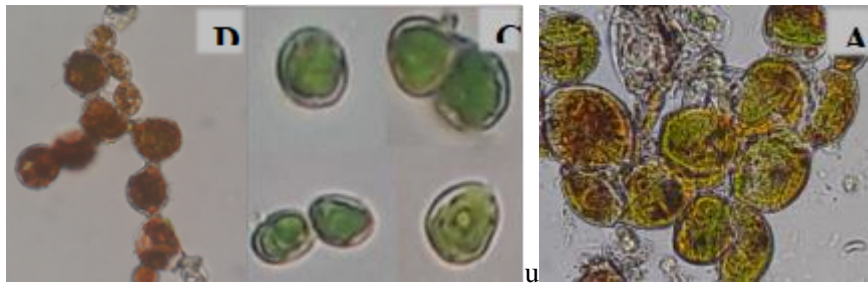
35	<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	Stereocaulaceae	Kemiri	-	Atr	C
36	<i>Lepraria lobata</i> Elix & Kalb	Stereocaulaceae	Kemiri	-	-	C
37	<i>Lepraria</i> sp. 1	Stereocaulaceae	Kemiri	-	Atr	C
38	<i>Parmeliella mariana</i> (Fries) P.M. Jorgensen & D. J Galloway	Pannariaceae	Kemiri	Apothecia	Atr	F
39	<i>Parmelinella wallichiana</i> (Taylor) Elix & Hale	Parmeliaceae	Kemiri	Soredia	Lec, bae,bar,cep	F
40	<i>Parmotrema cristiferum</i> (Taylor) Hale	Parmeliaceae	Kemiri	Soredia	chlo, bar,sal,usn	F
41	<i>Parmotrema praesorediosum</i> (Nyl.) Hale	Parmeliaceae	Kemiri	Soredia	Atr, gyr	F
42	<i>Parmotrema tinctorum</i> (Delise ex Nyl.) Hale	Parmeliaceae	Kemiri	Isidia, soredia	Gyr, atr, a-alec, bar	F
43	<i>Pertusaria</i> sp.	Pertusariaceae	Kemiri	-	-	C
44	<i>Phaeographis australiensis</i> Müll.Arg.	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
45	<i>Phaeographis dendroides</i> (Leight.) Mull. Arg.	Graphiceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
46	<i>Phaeographis intricans</i> (Nyl.) Staiger	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr, lec	C
47	<i>Physcia</i> sp	Physciaceae	Kemiri	Soredia	Atr	F
48	<i>Platygramme discurrens</i> (Nyl.) Staiger.	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	Atr	C
49	<i>Porina</i> sp	Porinaceae	Kemiri	Apothecia	-	C
50	<i>Porpidia irrigina</i> Ach.	Lecideaceae	Kemiri	Apothecia	Atr	C
51	<i>Porpidia albocaerulescens</i> (Wulfen) Hertel & Knoph	Lecideaceae	Kemiri	Apothecia	-	C
52	<i>Pyrrhospora palmicola</i> Aptroot & Seaward	Lecanoraceae	Kemiri	Apothecia	-	C
53	<i>Pyrrhospora queenslandica</i> Elix & Kantvilas	Lecanoraceae	Kemiri	Apothecia	Sal	C
54	<i>Pyrenula microcarpa</i> Mull. Arg	Pyrenulaceae	Kemiri	Apothecia	-	C
55	<i>Pyxine retirugella</i> Nyl.	Physciaceae	Kemiri	Soredia	Atr	F
56	<i>Pyxine 1</i>	Physciaceae	Kemiri	Soredia	-	F
57	<i>Pyxine 2</i>	Physciaceae	Kemiri	Soredia	-	F
58	<i>Sarcographa</i> sp 1	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	-	C
59	<i>Sarcocrapha heteroclite</i> (Mont) Zahlbr	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	-	C
60	<i>Thalloloma</i> sp.	Graphidaceae	Kemiri	Lirallae	-	C
61	<i>Trapeliopsis flexuosa</i> (Fr.) Coppins & P. James	Agyriaceae	Kemiri	Apothecia	-	C
62	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th.Fr	Teloschistaceae	Kemiri	Soredia	-	F

Keterangan:

<i>Alec</i> : α -Alectoronic	<i>Div</i> : Divaricatic
<i>Atr</i> : Atranorin	<i>F</i> : Foliose
<i>Bae</i> : Baeomycesic	<i>Gyr</i> : Gyrophoric
<i>Bar</i> : Barbatic	<i>Imb</i> : Imbricatic
<i>C</i> : Crustose	<i>Lec</i> : Lecanoric
<i>Cep</i> : Ceperatic	<i>Sal</i> : Salazinic
<i>Chlo</i> : Chloroatranorin	<i>Usn</i> : Usnic
<i>Cryp</i> : Cryptochloropaeic	

Likhen yang ditemukan memiliki warna *thallus* bervariasi yaitu hijau, hijau gelap, abu, putih, abu-putih dan abu-kuning. Likhen Corticolous yang ditemukan didominasi oleh family Graphidaceae dan Physciaceae. Family Graphidaceae 26 species dengan distribusi sekitar 41,93 % didominasi *Graphis* sp., *Phaeographis* sp., *Sarcographa* sp., dan *Carbacanthographis* sp. Family Physciaceae 10 species dengan distribusi sekitar 16,12 % didominasi oleh *Amandinea* sp., *Pyxine* sp., dan *Dirinaria*

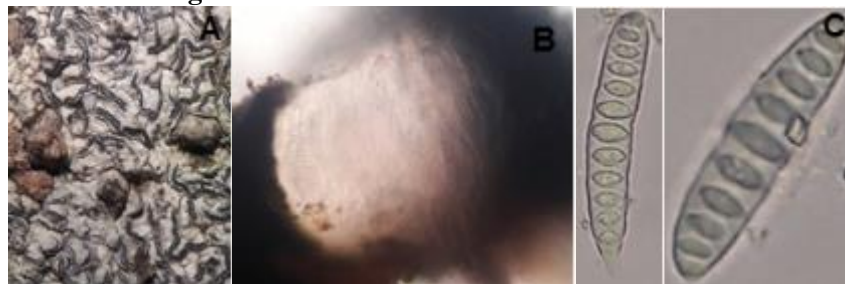
sp. *Photobiont* yang diamati terdapat *Gleocapsa* sp., *Nostoc* sp., *Trebouxia* sp., dan *Trentepohlia* sp. Seperti pada gambar 3.



Gambar 3. *Gleocapsa* sp. dari *Lepraria* sp. 1 (A); *Nostoc* sp. dari *Lepraria incana* (B); *Trebouxia* sp. (C) dan *Trentepohlia* sp. dari *Pertusaria* sp. (D)

Likhen yang ditemukan memiliki reproduksi vegetatif dan generatif yaitu isidia, soredia, *hysterothecia*, *perithecia* dan *apothecia*. Hasil pengamatan sayatan *apothecia* terdapat berbagai tipe spora yaitu *simple*, satu *septate*, muriform and *transversely septate*. Beberapa deskripsi likhen yang umum ditemukan di Kebun Kemiri Kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor sebagai berikut:

***Graphis longiramea* Mull. Arg.**



Gambar 4. Morfologi (A); *Apothecia* (B); Spora 10-12 lokul, 9-11 *transversely septate* (C)

Thallus crustose berwarna abu, familia Graphidaceae. Lirellae berwarna hitam, memanjang, muncul ke permukaan *thallus*. Sayatan *apothecia* berbentuk mangkuk membulat. Spora berada pada hymenium dalam suatu askus terdiri dari 4 askospora. Askospora berjumlah 10-12 lokul, 9-11 *transversely septate*. Hasil spot tes K berwarna kuning mengindikasikan adanya asam atranorin dan hasil spot tes C tidak menunjukkan adanya perubahan warna pada *thallus* ataupun lirellae.

***Amandinea extenuata* (Mull. Arg.) Marbach**



Gambar 5. Morfologi (A); *Apothecia* (B); Spora satu *septate* (C)

Thallus crustose berwarna abu kehijauan, familia Physciaceae. *Apothecia* berwarna hitam, menyebar, bentuk seperti kepingan dengan bagian margin lebih tebal. Sayatan *apothecia* berbentuk seperti mangkuk yang memanjang. Letak spora di dalam hymenium berjajar satu dengan lainnya membentuk seperti suatu barisan. Jumlah spora satu *septate*. Hasil spot tes K dan C tidak menunjukkan adanya perubahan warna pada *thallus* ataupun *apothecia*.

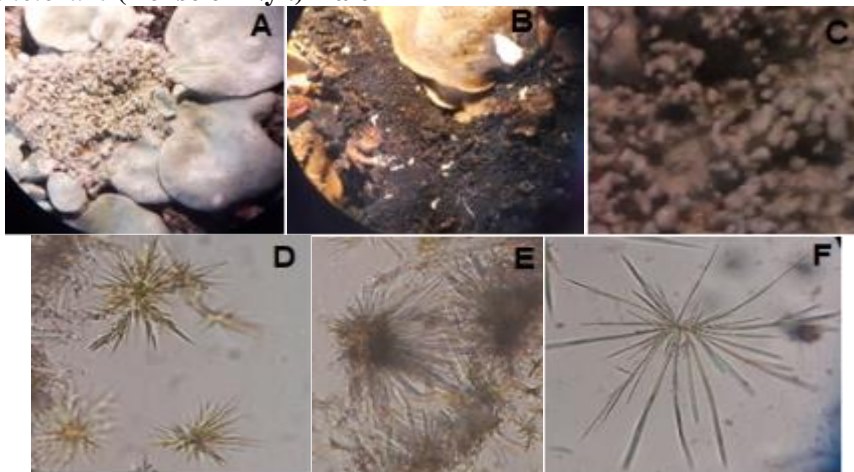
Physcia sp.



Gambar 6. Morfologi (A); Permukaan bawah lobus (B); Asam Chloroatranorin (C)

Thallus foliose berwarna hijau, familia Physciaceae. Soredia terletak di bagian tengah *thallus*. Permukaan lobus bagian bawah berwarna coklat, terdapat *rhizine*. Lobus memanjang dan banyak percabangan. Hasil uji mikrokristal terdapat asam *chloroatranorin*, *atranorin*, *usnic*, *barbatic*. Hasil spot tes K pada bagian medula berwarna putih dan bagian korteks berwarna kuning mengindikasikan adanya asam atranorin. Hasil spot tes C pada bagian korteks dan medula tidak terjadi perubahan warna.

Parmotrema tinctorum (Delise ex Nyl.) Hale



Gambar 6. Morfologi (A); Permukaan bawah lobus (B); Isidia (C); Asam α -alectoronic (D); Asam Anziaic (E); Asam Sphaerophorin (F)

Thallus foliose berwarna hijau. Reproduksi aseksual terdapat isidia yang terletak dibagian tengah *thallus*. Permukaan lobus bagian bawah berwarna coklat, terdapat *rhizine*. Lobus membulat, berukuran besar, tidak ada percabangan. Hasil uji mikrokristal terdapat asam *α -alectoronic*, *anziaic*, *sphaerophorin*, *cryptochlorophaeic*, *perlatolic* dan *gyrophoric*. Hasil spot tes K pada bagian medula dan korteks tidak menunjukkan adanya perubahan warna. Hasil spot tes C pada bagian korteks negatif dan pada bagian medulla berwarna oranye kemerahan mengindikasikan adanya asam lecanoric. Spesies ini menjadi salah satu indikator lingkungan bahwa kondisi di wilayah kebun kemiri masih baik.

Xanthoria parietina (L.) Beltramini

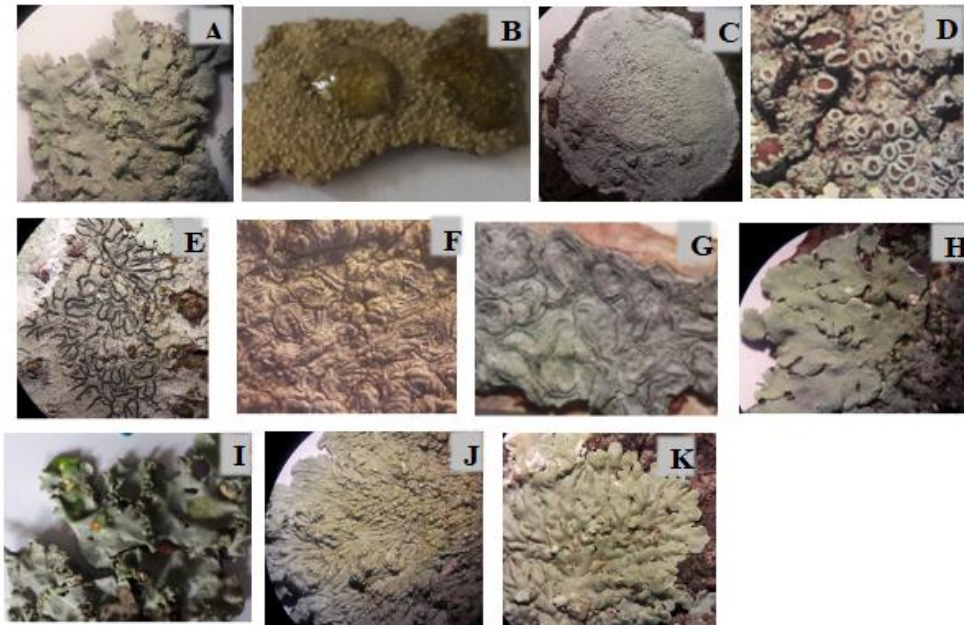


Gambar 7. Morfologi *thallus* Xanthoria

Thallus foliose berwarna kuning. Lobus kecil memanjang dan bercabang. Hasil spot tes K dan C pada bagian korteks berwarna hijau, sedangkan bagian medula tetap berwarna putih. *Xanthoria* yang

ditemukan berukuran sangat kecil dan tumbuhan bersamaan dengan physciaceae. *Xanthoria* identik ditemukan pada lingkungan tercemar, spesimen diambil pada pohon kemiri yang berada di pinggir jalan. Spesies ini menandakan bahwa di lokasi tersebut sudah sedikit terjadi pencemaran udara akibat sarana transportasi yang melewati kebun kemiri.

Ditemukan likhen lainnya sebagai indikator spesies pencemaran udara dan likhen kosmopolitan yaitu *Parmeliella mariana*, *Lecanora* sp.1, *Cryptothecia*, *Lecanora helva*, *Phaeographis*, *Platygramme discurrens*, *Graphis* sp. 1, *Pyxine* sp, *Parmotrema cristiferum*, *Dirinaria applanata* dan *Dirinaria picta* seperti pada gambar 8.



Gambar 8. *Parmeliella mariana* (A); *Lecanora* sp. 1 (B); *Cryptothecia striata* (C); *Lecanora helva* (D); *Phaeographis intricans* (E); *Platygramme discurrens* (F); *Graphis* sp. 1 (G); *Pyxine* sp. (H); *Parmotrema cristiferum* (I); *Dirinaria applanata* (J); *Dirinaria picta* (K).

Likhen yang ditemukan di kebun kemiri didominasi oleh likhen krustosa dan sedikit likhen foliosa. Likhen krustosa lebih toleran dibandingkan likhen lainnya karena struktur talus yang lebih sederhana ((McCune, 2006). Suku dominan yang ditemukan adalah Graphidaceae. Indikator spesies yang ditemukan di kebun kemiri yaitu *Physcia* sp, *Parmeliella mariana*, *Lecanora* sp.1, serta *Xanthoria* sp. termasuk dalam jenis indikator pencemaran dengan level sedang. *Cryptothecia*, *Lecanora helva*, dan *Phaeographis* *Platygramme discurrens*, *Graphis* sp. 1, *Physcia* sp. dan *Pyxine* sp termasuk likhen yang toleran terhadap pencemaran. likhen yang toleran terhadap pencemaran dan mampu bertoleransi dengan kondisi lingkungan daerah terbuka (Richardson, 1992). *Dirinaria applanata*, dan *Dirinaria picta* termasuk likhen kosmopolitan dan toleran. *Parmotrema tinctorum* merupakan likhen yang mengindikasikan lingkungan bersih. Kebun kemiri Universitas Padjadjaran Jatinangor masih memiliki lingkungan yang baik dengan udara cukup bersih, walaupun jika sudah terjadi pencemaran hanya pada titik lokasi tertentu saja

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih atas bantuan finansial dari Direktur BPPTN dan Masyarakat Universitas Padjadjaran. Terima kasih kepada David Hawkswort, H. Kashiwadani, K.H. Moon, Brodo, Felix Schumm dan Andre Aptroot yang telah memperkenalkan likhenologi dan memberikan sumber literatur. Terima kasih kepada tim likhen atas kerja sama selama proses identifikasi, M. Feisal Jatnika, Rika Satriawati, Ririn Eka Permatasari, Alisa Nurwahidah, Dora Erawati Saragih, dan Ria Widya.

DAFTAR PUSTAKA

- Hale, M. E. (1961). *Lichen handbook*. Washington DC: Smithsonian Institution.
- Hamidun, M. S., Serlin Iji & Dina A. L. (2012). *Keanekaragaman Jenis Liana dan Likhen Dataran Rendah Suaka Margasatwa Nantu*. Biologi FMIPA Universitas Negeri Gorontalo.
- Huneck, S. & Yoshimura, I. (1996). *Identification of Lichen Substances*. Springer. Berlin.
- Keputusan Rektor UNPAD. (2016). Lokasi Pusat Akuatik Universitas Padjadjaran.
- Kricke, R & Loppi, S. (2002). *Bioindication: The I.A.P Approach. In Monitoring with Lichens-Monitoring Lichens*; Nimis, P. I., Scheidegger, C., Wolseley, P.A., Eds. Springer: Dordrecht, The Netherlands. 7-10.
- McCune B, Grenon J. & Martin, E. (2006). *Lichens in Relation to Management Issues in the Sierra Nevada National Parks*. Oregon, USA: Department of Botany and Plant Pathology, Oregon State University.
- Milbanck, L. (2010). Lichens. *Neighbourhood naturalist*, 8(4), 1-9.
- Panjaitan, Desi Maria, Fitmawati & Martina, A. (2012). Keanekaragaman Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Pekanbaru Provinsi Riau. 1, 1-17. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unriau.
- Pratiwi, M. E. (2006). *Kajian Lumut Kerak Sebagai Bioindikator Kualitas Udara – Studi Kasus : Kawasan Industri Pulo Gadung, Arboretum Cibubur dan Tegakan Mahoni Cikabayan*. Bogor: IPB Press.
- Richardson, D. H. S. (1992). *Pollution Monitoring with Lichen*. Naturalist Handbook.19. Richmond Publishing. England.

STUDI LIKHEN KORTIKOLUS (*CORTICOLOUS*) DI ARBORETUM UNIVERSITAS PADJADJARAN JATINANGOR, SUMEDANG, JAWA BARAT

Joko Kusmoro*¹, Iin Supartinah Noer², Alisa Nurwahidah³

^{1,2,3}Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jatinangor Sumedang Jawa Barat 45363

e-mail: *¹kusmorojoko@gmail.com, ²iinsnoer@yahoo.co.id, ³alisa161097@gmail.com

Abstrak. Penelitian likhen di Arboretum Universitas Padjadjaran, Jatinangor dilakukan mulai dari Juli sampai November 2018, untuk mengetahui keanekaan, suku yang dominan, dan habitat yang disukai oleh likhen kortikolus. Metoda yang digunakan dalam penelitian adalah sigi/jelajah dan analisis laboratorium. Koleksi likhen dilakukan pada batang pohon contoh mulai dari atas permukaan tanah sampai ketinggian 150 m di atas permukaan tanah. Analisis laboratorium dilakukan untuk pengamatan morfologi, anatomi dan kimiawi. Hasil sigi dan determinasi didapatkan keanekaan likhen kortikolus di daerah penelitian tercatat ada 43 jenis yang termasuk 27 marga dan 9 suku. Likhen krustosa (*crustose*) ditemukan sebanyak 27 jenis, likhen foliosa (*foliose*) ditemukan sebanyak 13 jenis, sedangkan likhen leprosa (*leprose*) ditemukan sebanyak 3 jenis. Grapidaceae merupakan suku yang dominan dengan 20 jenis dan suku yang codominan adalah Parmeliaceae dengan 7 jenis serta Pysciaceae dengan 7 jenis. Jenis pohon yang disukai likhen kortikolus sebagai habitatnya di Arboretum Universitas Padjadjaran adalah (*Swietenia mahagoni*) dan alpukat (*Persea americana*)

Kata kunci: Arboretum, Habitat, Likhen Kortikolus, Keanekaan

PENDAHULUAN

Likhen merupakan organisme simbiosis yang sangat bermanfaat bagi lingkungan. Simbiosis tersebut antara fungi (*mycobiont*) dari kelompok Ascomycetes dan Basidiomycetes, dengan alga (*photobiont*) dari kelompok Cyanobacteria atau Chlorophyceae. Simbiosis antara fungi dan alga akan membentuk talus yang stabil dan spesifik (Murningsih & Husna, 2016). Salah satu likhen yang terdapat di hutan Indonesia adalah jenis likhen kortikolus (*corticolous*). Likhen kortikolus merupakan jenis likhen yang hidup pada permukaan kulit pohon (Misra & Agrawal, 1978 dalam Sudrajat et al., 2013). Keberadaan suatu jenis likhen sangat bergantung pada pohon inangnya karena beberapa jenis likhen memilih jenis pohon tertentu sebagai inang (Susilawati, 2013 dalam Murningsih & Husna, 2016). Berdasarkan bentuk talusnya, likhen terbagi menjadi empat kelompok diantaranya *crustose* (tipis dan selalu melekat ke substrat), *foliose* (talus seperti daun yang tersusun atas lobulus-lobulus), *fruticose* (talus berupa semak dan banyak cabang seperti pita) dan *squamulose* (talus dengan lobus-lobus menyerupai sisik).

Keanekaragaman likhen yang telah diketahui hingga saat ini sekitar 15.000 jenis (Susilawati, 2017). Berdasarkan beberapa penelusuran tentang likhen beserta manfaatnya yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia baik itu di bidang industri, farmasi, kesehatan, lingkungan, maupun bidang kedokteran, maka penting bagi kita untuk mengetahui dan menggali potensi berbagai jenis likhen untuk dimanfaatkan. Salah satu tempat yang dapat digali potensinya agar dapat dimanfaatkan adalah Arboretum Universitas Padjadjaran Jatinangor. Mengetahui jenis likhen yang terdapat di dalamnya, diharapkan mampu menjadi *base data* yang dapat digunakan untuk keperluan penelitian selanjutnya. Arboretum Universitas Padjadjaran memiliki keanekaan flora yang cukup tinggi dengan berbagai jenis pohon-pohon di dalamnya. Pohon-pohon tersebut menjadi habitat bagi likhen kortikolus. Penelitian mengenai keanekaan likhen kortikolus di Arboretum Universitas Padjadjaran Jatinangor belum pernah dilakukan sebelumnya. Maka dari itu, Arboretum Universitas Padjadjaran Jatinangor ini dapat dijadikan sebagai lokasi penelitian mengenai inventarisasi maupun keanekaan likhen, khususnya pada likhen dengan habitat pepohonan. Berdasarkan hal-hal yang telah dikemukakan, maka sangatlah perlu untuk dilakukan penelitian tentang “Inventarisasi Likhen Kortikolus (*corticolous*) di Arboretum Universitas Padjadjaran Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat”.

BAHAN DAN METODE

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, amplop sampel, bunsen, *GPS*, termo-higrometer, kamera, *loop* (kaca pembesar), *lux meter*, pisau, pipet tetes, spidol, botol semprot, kaca objek, kaca penutup, mikroskop stereo, mikroskop cahaya, dan buku *field guide* likhen *Seychelles Lichen Guide, A Microscopical Atlas of Some Lichen from Se-Asia*, dan buku identifikasi lainnya.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel likhen hasil jelajah dari setiap lokasi pengamatan. Bahan untuk *spot test*: Kalium hidroksida (KOH) dan Calcium hipoklorit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$); bahan untuk analisis mikrokristal: Aseton, G.A.An (Gliserin : Alkohol 95% : Anilin dengan perbandingan 2:2:1), G.E (Gliserin : Asam asetat dengan perbandingan 1:1), G.A.W (Gliserin: Alkohol 95% : Air dengan perbandingan 1:1:1), GAOT (Gliserin : Alkohol 95% : O-Toluidine dengan perbandingan 2:2:1).

Penelitian dilakukan di Arboretum Univeristas Padjadjaran Jatinangor. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dan teknik pengumpulan data dilakukan dengan sigi (survei). Ditentukan sebanyak 4 (empat) zona penelitian, antara lain: zona tanaman industri, zona tanaman langka, zona pedesaan, dan zona pesawahan. Pengamatan likhen dilakukan di setiap zona sepanjang jalur lokasi penelitian. Koleksi likhen pada keempat zona dilakukan secara jelajah tanpa plot penelitian. Pengambilan sampel likhen dilakukan dengan cara dikerik dari permukaan kulit batang pohon pada ketinggian kira-kira 100-200 cm dari permukaan tanah. Bagian sampel yang diambil adalah seluruh bagian lengkap atau sebagian yang mencakup tepi talus likhen dan tubuh buah (Panjaitan et al., 2013). Koleksi likhen yang dijumpai dilakukan dengan cara herbarium kering. Likhen yang diperoleh pada setiap zona penelitian dikoleksi dan dideterminasi secara morfologi, anatomi dan kimiawi dengan menggunakan buku literatur dan kunci identifikasi likhen (Schumm & Aptroot, 2010; Huneck & Yoshimura, 1996).

Pengamatan secara anatomi dilakukan dengan bantuan mikroskop cahaya stereo terhadap sayatan *apothecia*, *histerothecia*, dan *perithecia* untuk melihat bentuk dan jenis spora dari likhen yang diidentifikasi (Hale, 1961). Penyayatan *apothecia*, *histerothecia*, dan *perithecia* tersebut menggunakan *cutter* atau silet yang tajam yang dilakukan di bawah mikroskop stereo. Penyayatan tersebut dilakukan dengan cara memotong *lirellae* pada bagian tengahnya, kemudian setengah dari sayatan tersebut dibuang dan setengahnya lagi dilakukan penyayatan kembali dengan bentuk yang tipis-tipis. Sayatan tipis tersebut kemudian dipindahkan ke dalam kaca preparat yang sudah ditetesi air dan selanjutnya ditutup dengan *cover glass*. Kemudian diamati di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 100-400x, didokumentasikan, dan hasilnya diidentifikasi. Spora akan tampak jelas ketika *apothecia* yang telah disayat tipis tersebut ditekan atau *disquash* memakai jarum agar sporanya keluar dari kantung spora yang ada di dalam *apothecia*.

Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan asam likhenat pada setiap jenis likhen yang diperoleh guna determinasi dan penentuan nama jenisnya. Uji dilakukan dengan *spot test* dan analisis mikrokristal (Hale, 1961). Uji *Spot test* yang umumnya digunakan untuk mengidentifikasi metabolit sekunder likhen pertama kali dikenalkan oleh William Nylander pada tahun 1860, yaitu dengan menggunakan larutan kalium hidroksida dan pemutih (Purvis, 2000 dalam Rindita, 2014). Reaksi kimiawi ini menyebabkan perubahan warna pada korteks ataupun medula likhen setelah ditetesi bahan kimia secara langsung menggunakan pipet atau *syringe*. Pereaksi yang biasa digunakan adalah larutan kalium hidroksida 10-15% (K), larutan kalsium hipoklorit (C) yang umumnya menggunakan larutan pemutih segar, dan larutan parafenylenediamine (P atau Pd). Terdapat pereaksi lain seperti larutan KC (penggunaan K yang dengan cepat diikuti oleh C) dan larutan kalium iodida (I) 1% (Divakar dan Upreti 2005 dalam Rindita, 2014). Akan tetapi, dalam penelitian ini hanya digunakan reagen K dari larutan kalium hidroksida (KOH) dan reagen C dari larutan kalsium hipoklorit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$). Uji mikrokristal dilakukan pada talus likhen sepanjang 1 cm, yang ditetesi aseton untuk melarutkan mikrokristal, serbuk kering yang terbentuk kemudian ditetesi dengan reagen. Reagen tes mikrokristal yang digunakan adalah G.A.O.T yaitu gliserin: alkohol 95%: O-toluidine (2:2:1), G.A.An yaitu gliserin: alkohol 95%: anilin (2:2:1), G.E yaitu gliserin: asam asetat (1:1) dan G.A.W yaitu gliserin: alkohol 95%: air (1:1:1) (Galun, 1988). Mikrokristal yang terbentuk diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 100x sampai 400x dan hasilnya dibandingkan dengan bentuk kristal dalam buku *Identification of lichen substances* dan buku identifikasi lainnya (Huneck & Yoshimura, 1996). Pengamatan secara morfologi, anatomi, dan kimiawi pada jenis likhen yang

diperoleh dilakukan di laboratorium ajar dan laboratorium Taksonomi Tumbuhan Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil sigi dan determinasi, diperoleh keanekaan likhen kortikulus di daerah penelitian yang tercatat ada 43 jenis, terdiri dari 27 marga dan 9 suku. Likhen krustosa (*crustose*) ditemukan sebanyak 27 jenis, likhen foliosa (*foliose*) ditemukan sebanyak 13 jenis, sedangkan likhen leprosa (*leprose*) ditemukan sebanyak 3 jenis. Grapidaceae merupakan suku yang dominan dengan 20 jenis dan suku yang codominan adalah Parmeliaceae dengan 7 jenis dari 4 genus serta Physciaceae dengan 7 jenis dari 5 genus. Likhen dari suku Grapidaceae dijumpai 20 jenis, Physciaceae sebanyak 7 jenis, Collemataceae sebanyak 1 jenis, Arthoniaceae sebanyak 2 jenis, Lecanoraceae sebanyak 1 jenis, Stereocaulaceae sebanyak 3 jenis, Thelotremataceae sebanyak 1 jenis, Parmeliaceae sebanyak 7 jenis, dan Trypetheliaceae sebanyak 1 jenis (Tabel 1). Likhen berjenis *crustose* ditemukan sebanyak 27 jenis dengan distribusi 62,8%, likhen *foliose* ditemukan sebanyak 13 jenis dengan distribusi 30,2%, sedangkan likhen *leprose* ditemukan sebanyak 3 jenis dengan distribusi 7%. Jenis likhen yang sering ditemui adalah dari famili Graphidaceae terutama genus *Graphis* dan *Cryptothecia* Tampilan beberapa jenis likhen yang ditemui dapat dilihat pada Gambar 1.

Photobiont yang dapat diamati berdasarkan hasil penelitian adalah *Trebouxia* sp. dan *Trentepohlia* sp. Struktur reproduksi pada likhen yang ditemukan di antaranya isidia, soredia, *lirellae*, *perithecia*, dan *apothecia*. Berdasarkan hasil penelitian sayatan *apothecia*, terdapat berbagai tipe spora yaitu satu *septate*, *muriform*, dan *transversely septate*. Metabolit sekunder yang terkandung pada likhen dapat diperoleh dengan *spot test* dan analisis mikrokristal. Adapun metabolit sekunder pada likhen kortikulus yang terdapat di Arboretum Universitas Padjadjaran Jatiningor yakni *a-Collatolic acid*, *alectorialic acid*, *arthothelin*, *atranorin*, *barbatic acid*, *caperstic acid*, *chloroatranorin*, *diffaratic acid*, *diploicin*, *erythrin*, *erochlorophaeic acid*, *grayanic acid*, *gyrophoric acid*, *haemathamnolic acid*, *hiassic acid*, *hypoprotocetraric acid*, *isousnic acid*, *lecanoric acid*, *mero-chlorophaeic acid*, *methylphysodic acid*, *miriquidic acid*, *obtusatic acid*, *psoromic acid*, *physodalic acid*, *placodiolic acid* dan *salazinic acid*. Adapun jumlah pohon yang diamati sebagai habitat (substrat) bagi likhen kortikulus di Arboretum Universitas Padjadjaran sebanyak 33 jenis pohon. Jenis pohon yang paling banyak disukai sebagai tempat pertumbuhannya adalah mahoni (*Swietenia mahagoni*) dan alpukat (*Persea americana*). Daftar keanekaan likhen kortikulus di Arboretum Universitas Padjadjaran Jatiningor disajikan dalam Tabel 1 berikut ini.

Table 1. Jenis, famili, habitat, alat reproduksi, metabolit sekunder, serta bentuk pertumbuhan dari likhen kortikulus di Arboretum Universitas Padjadjaran Jatiningor, Sumedang, Jawa Barat

No.	Jenis	Famili	Habitat	Alat Reproduksi	Metabolit Sekunder	Bentuk Pertumbuhan
1	<i>Acanthohecia dialeuca</i> (Kremp.) Staiger & Kalb	Graphidaceae	Mahoni, Beringin	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
2	<i>Amandinea melaxanthella</i> (Nyl) Marbach	Physciaceae	Alpukat, Nangka, Kayu Afrika	<i>Apothecia</i>	Atr	<i>Crustose</i>
3	<i>Anomalographis madeirensis</i> (Tav.) Kalb.	Graphidaceae	Nangka	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
4	<i>Arthonia antillarum</i> (Fee.) Nyl	Arthoniaceae	Pinus, Jati Putih, Alpukat, Sirsak	<i>Apothecia</i>	Atr, Gyr	<i>Crustose</i>
5	<i>Buellia subdisciformis</i> (Leight.) Vain	Physciaceae	Alpukat, Mahoni	<i>Apothecia</i>	Atr	<i>Crustose</i>
6	<i>Carbacanthographis candidata</i> (Nyl.) Staiger & Kalb	Graphidaceae	Honduras Lengkung, Alpukat, Petai, Nangka	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>

No.	Jenis	Famili	Habitat	Alat Reproduksi	Metabolit Sekunder	Bentuk Pertumbuhan
7	<i>Carbacanthographis marcescens</i> (Fée) Staiger & Kalb	Graphidaceae	Sawo	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
8	<i>Chapsa leprieurii</i> (Mont.)	Graphidaceae	Duren	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
9	<i>Collema nigrescens</i> (Huds.) DC	Collemataceae	Jati Putih	Isidia	-	<i>Foliose</i>
10	<i>Cryptothecia</i> sp. Stirt.	Arthoniaceae	Flamboyan, Suren, Beringin, Sawo Duren	-	Atr	<i>Leprose</i>
11	<i>Dirinaria applanata</i> (Fée) D.D.Awasthi	Physciaceae	Sawo Duren, Alpukat, Mengkudu, Palembang, Kapuk, Akasia Mahoni, Mindi	<i>Apothecia</i> , <i>soredia</i>	Atr, Bar, Isou	<i>Foliose</i>
12	<i>Dyplolabia afzelii</i> (Ach) A. Massal	Graphidaceae	Mahoni, Mindi	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
13	<i>Glyphis scyphulifera</i> (Ach.) Staiger	Graphidaceae	Alpukat	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
14	<i>Glyphis substriatula</i> (Nyl.) Staiger.	Graphidaceae	Sawo	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
15	<i>Graphis duplicata</i> Ach.	Graphidaceae	Alpukat, Jambu	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
16	<i>Graphis elongata</i> Zenker	Graphidaceae	Alpukat	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
17	<i>Graphis emersa</i> Mull. Arg.	Graphidaceae	Mindi	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
18	<i>Graphis insulana</i> (Mull. Arg) Luking	Graphidaceae	Mahoni, Nangka	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
19	<i>Graphis intricata</i> Fée	Graphidaceae	Mahoni, Lengkeng, Kapuk	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
20	<i>Graphis longispora</i> D. D. Awasthi & S.R. Singh	Graphidaceae	Mangga	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
21	<i>Graphis urandrae</i> Vain.	Graphidaceae	Mangga	<i>Lirellae</i>		<i>Crustose</i>
22	<i>Hemithecium implicatum</i> (Fee) Staiger	Graphidaceae	Alpukat, Kamboja, Flamboyan, Mahoni Uganda, Kapuk	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
23	<i>Heterodermia obscurata</i> (Nyl.) Trevis	Physciaceae	Alpukat	-	Atr, Alec, Hypo	<i>Foliose</i>
24	<i>Lecanora helva</i> Stizenb	Lecanoraceae	Mahoni Honduras, Mengkudu, Alpukat	<i>Apothecia</i>	Atr	<i>Crustose</i>
25	<i>Lepraria candelaris</i> (L.) Fr.	Stereocaulaceae	Suren, Palembang Raja, Jati Putih	-	-	<i>Leprose</i>
26	<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	Stereocaulaceae	Duren, Kemiri, Kamboja, Sukun, Duren, Jati	-	-	<i>Leprose</i>
27	<i>Melanotrema meiospermum</i> (Nyl.) Frisch	Thelotremataceae	Mindi, Kapuk	<i>Apothecia</i>	Atr	<i>Crustose</i>

No.	Jenis	Famili	Habitat	Alat Reproduksi	Metabolit Sekunder	Bentuk Pertumbuhan
28	<i>Opegrapha paraxanthodes</i> Nyl.	Stereocaulaceae	Nangka	<i>Lirellae</i>	Atr, Gry	<i>Crustose</i>
29	<i>Parmelia</i> sp 1	Parmeliaceae	Suren, Mahoni, Petai Cina, Mahoni, Akasia	Soredia	Isou, Alec, Bar	<i>Foliose</i>
30	<i>Parmelia caperata</i> (L.) Ach	Parmeliaceae	Mahoni, Akasia, Kapuk, Palembang Raja	Soredia	Atr	<i>Foliose</i>
31	<i>Parmeliopsis</i> sp.	Parmeliaceae	Alpukat	Soredia	Atr, Phys, Hypo,	<i>Foliose</i>
32	<i>Parmotrema perforatum</i> (Wulfen) A.Massal.	Parmeliaceae	Mangga	-	Atr, Gyr, Phys, Usn	<i>Foliose</i>
33	<i>Parmotrema praesorediosum</i> (Nyl) Hale	Parmeliaceae	Akasia, Mahoni, Kapuk, Palembang Raja, Angsana, Alpukat	Soredia	Atr, Usn, Hyp	<i>Foliose</i>
34	<i>Parmotrema</i> sp. 1	Parmeliaceae	Mahoni Uganda, Kelapa	Soredia	Atr, Bar, Isou	<i>Foliose</i>
35	<i>Parmotrema tinctorum</i> (Despr. Ex Nyl) Hale	Parmeliaceae	Mahoni Uganda	Isidia	Atr, Gyr, Bar	<i>Foliose</i>
36	<i>Phaeographis dendritica</i> (Ach.) Mull.Arg	Graphidaceae	Mindi	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
37	<i>Phaeographis</i> sp.1	Graphidaceae	Jambu, Mahoni	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
38	<i>Platygramme caesiopruinosa</i> Fee	Graphidaceae	Lengkeng, Glodogan Tiang	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
39	<i>Physcia dimidiata</i> (Arn.) Nyl	Physciaceae	Mahoni	Soredia	Atr, Phys	<i>Foliose</i>
40	<i>Physcia</i> sp 1	Physciaceae	Pinus, Mahoni Uganda, Jati Putih	Soredia	Atr	<i>Foliose</i>
41	<i>Physcia</i> sp 2	Physciaceae	Pinus, Mahoni Uganda, Palembang Sadeng	Soredia	Atr	<i>Foliose</i>
42	<i>Thecaria quassilicola</i> Fee	Graphidaceae	Jati Putih, Lengkeng	<i>Lirellae</i>	Atr	<i>Crustose</i>
43	<i>Trypethelium eluteriae</i> Spreng.	Trypetheliaceae	Kapuk, Sirsak, Jati	<i>Apothecia</i>	Gyr, Atr	<i>Crustose</i>

Keterangan Tabel 1.

Alec : Asam Alectoronic

Anz : Asam Anziaic

Atr : Atranorin

Bae : Asam Baeomycesic

Bar : Asam Barbatic

Cap : Asam Caperatic

Chlo : Chloroatranorin

Cryp : Asam Cryptochloropaeic

Didy : Asam Didymic

Diff : Asam Diffractic

Diva : Asam Divaricatic

Ever : Asam Evernic

Fried : Asam Friedelin

Gal : Asam Galapagin

Ganga : Asam Gangaleoidin

Glom : Asam Glomelliferic

Isou : Asam Isousnic

Lec : Asam Lecanoric

Leu : Asam Leucotylin

Lobo : Asam Lobodirin

Mero : Asam Merochlorophaeic

Mirq : Asam Miriquidic

Neph : Asam Nephroarctin

Nor : Asam Norstictic

Per : Asam Perlatolic

Phys : Asam Physodic

Por : Asam Porphyritic

Pso : Asam Psoromic

Pspla : Asam Pseudoplacodiolic

Ret : Asam Retigeric

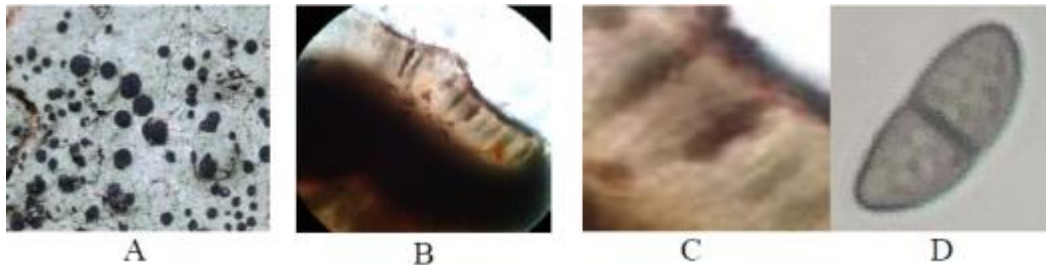
Sal : Asam Salazinic

Schi : Asam Schizopeltic

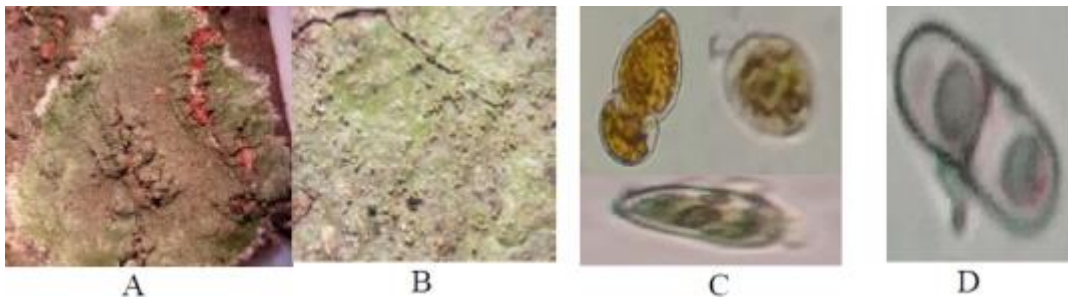
Gyr : Asam Gyrophoric
 Haem : Asam Haemathamnolic
 Hypo : Asamm Hypoprotocetraric
 Imbr : Asam Imbricarie

Spha : Asam Sphaeroporin
 Urs : Asam Ursolic
 Usn : Asam Usnat

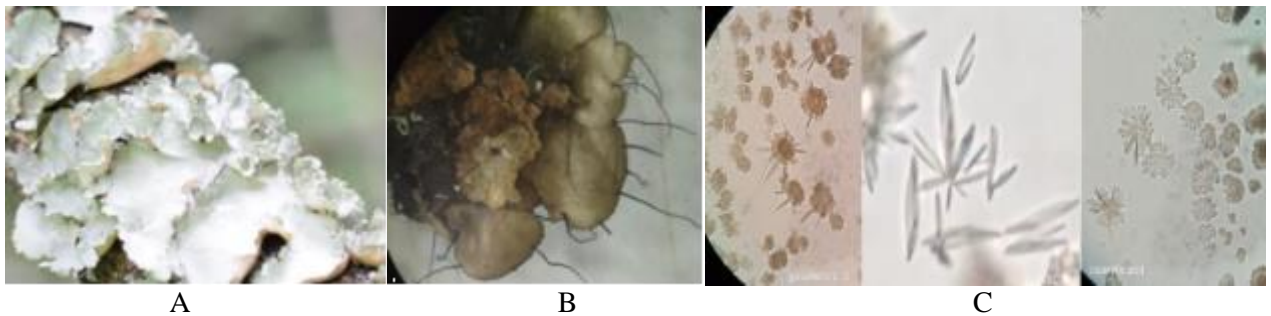
Berikut ini merupakan beberapa tampilan dari likhen kortikulus yang ada di Arboretum Universitas Padjadjaran yang terdiri ke dalam tiga kelompok berdasarkan bentuk talusnya.



Likhen *Crustose* : ***Amandinea melaxanthella* (Nyl) Marbach**
 Morfologi Talus dan Apothecia (A), Sayatan Apothecia (B), Askus (C), Spora 1-transversaly septate (D). (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)



Likhen *Leprose* : ***Cryptothecia* sp. Stirt.**
 Morfologi Talus (A), Serbuk (bedak) (B), Fitobion (Trentepohloid) (C), Spora (D)
 (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)



Likhen *Foliose* : ***Parmotrema perforatum* (Wulfen) A. Massa**
 Morfologi Permukaan Atas Talus (A), Permukaan Bawah Talus (B), Mikrokristal (kiri ke kanan: *gyrophoric acid*, *usnic acid*, *caperstic acid*) (C). (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

Gambar 1. Beberapa tampilan likhen kortikulus berdasarkan bentuk talusnya

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih atas bantuan finansial dari direktur BPPTN dan masyarakat Universitas Padjadjaran. Terima kasih kepada David Hawkswort, H. Kashiwadani, K. H. Moon, Brodo, Felix Schumm, dan Andre Aptroot yang telah memperkenalkan likhenologi dan memberikan sumber literatur. Terima kasih kepada tim likhen atas kerjasama selama proses identifikasi, M. Feisal Jatnika, Ririn Eka Permatasari, Rika Satriawati, Diah Arum, Ria Widya, dan Dora Erawati Saragih.

DAFTAR PUSTAKA

- Hale, M. E. (1961). *Lichen Handbook*. Smithsonian Institution. Washington DC.
- Huneck, Siegfried & Yoshimura. (1996). *Identification of Lichen Substances*. Springer Berlin. Pp : 47 – 106.
- Murningsih & Husna, M. (2016). Jenis-Jenis Lichen di Kampus Undip Semarang. *Bioma*, 18(1), 20-29.
- Panjaitan, D. M., Fitmawati & Atria, M. (2013). Keanekaragaman Lichen Sebagai Bioindikator Pencemaran Udara di Kota Pekanbaru Provinsi Riau. *Artikel Ilmiah*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Pekanbaru.
- Rindita. (2014). Analisis Populasi Liken Makro Epifitik Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kota Bogor, Jawa Barat. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Schumm & Aptroort. 2010. *Seychelles Lichen Book*. Mozartstr.D-73117 Wangen. Deutschland.
- Sudrajat, W., Tri R. S. & Mukarlina. (2013). Keanekaragaman Lichen Corticolous pada Tiga Jalur Hijau di Kabupaten Kubu Raya. *Protobiont*, 2(2), 75 -79.
- Susilawati, P. R. (2017). *Fruticose dan Foliose Lichen di Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi. Jurnal Penelitian*, 21(1), 12-21.
- Susilawati, P. R. (2017). *Fruticose dan Foliose Lichen di Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi. Jurnal Penelitian*, 21(1), 12-21.

STUDI ETNOBOTANI SAGU (*Metroxylon sagu* Rottb.) DI PULAU LINGGA,
KEPULAUAN RIAU

Reza Gemilang*¹, Rina Ratnasih Irwanto², Angga Dwiartama³

^{1,2,3} Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, Bandung 40132
e-mail: *¹rezagemilang6@gmail.com, ²rina@sith.itb.ac.id, ³angga@sith.itb.ac.id

Abstrak. Pohon sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) adalah salah satu makanan pokok yang merupakan tumbuhan asli Maluku dan Papua. Tumbuhan ini telah diintroduksi di berbagai daerah di Indonesia, termasuk Pulau Lingga, Kepulauan Riau. Di Pulau Lingga saat ini, minat masyarakat terhadap sagu menurun, sehingga muncul kekhawatiran akan hilangnya kearifan lokal yang dimiliki masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mendokumentasikan pengetahuan masyarakat lokal Pulau Lingga mengenai sagu dari aspek biologi dan pemanfaatannya. Penelitian dilakukan selama tiga bulan (Desember 2017-Februari 2018) dengan pengambilan data melalui wawancara semi-terstruktur menggunakan metode purposive sampling serta observasi partisipatif. Wawancara dilakukan terhadap 17 informan kunci yang merupakan penduduk asli. Informan adalah pemilik atau pekerja kebun sagu di tujuh desa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sagu telah ditanam sekitar 200 tahun yang lalu di Pulau Lingga dan sejak saat itu dibiarkan tumbuh liar. Masyarakat mengenal dua varietas lokal yaitu sagu bembam dan sagu langos yang bisa dibedakan oleh masyarakat berdasarkan kehadiran duri serta kualitas panennya. Masyarakat juga dapat membedakan enam tahapan hidup sagu yang mirip dengan tahapan hidup yang dikemukakan Flach (1997) dan tahapan hidup yang dikenal juga oleh masyarakat Ambon. Masyarakat lokal juga telah memanfaatkan sagu sebagai bahan bangunan, bahan bakar, pupuk, dan pakan serta mengolah sagu untuk berbagai makanan tradisional.

Kata Kunci: Etnobotani, *Metroxylon sagu*, Pulau Lingga, pengetahuan lokal, sagu.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan makanan, pakaian, bahan bangunan, obat-obatan, perkakas, dan bahan bakar telah lama dilakukan di Indonesia. Salah satu tumbuhan asli Indonesia yang dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia adalah tumbuhan sagu terutama di Maluku, Papua, dan sekitarnya (Flach, 1997). Pemanfaatan sagu oleh masyarakat, dilakukan dengan memanfaatkan pati hingga ulat sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) yang dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan karbohidrat dan protein (Miyako, 2005; Nirmala & Pramono, 2007). Pemanfaatan juga dilakukan pada daun & batang sebagai bahan bangunan (McClatchey et al., 2006)

Pohon sagu sendiri atau dikenal juga dengan nama rumbia (Indonesia), kirai (Sunda), ataupun lapia (Ambon) adalah tumbuhan palem-paleman dengan tinggi dalam rentang 7-25 meter dengan diameter 30-60 cm. Tumbuhan ini berkembang biak secara generatif dan vegetatif menggunakan biji dan tunas. Tumbuhan ini juga merupakan tumbuhan *monocarpic* yang memiliki makna bahwa tumbuhan ini berbunga sekali seumur hidupnya dan kemudian mati (PlantUse English, 2016).

Di Indonesia, perkebunan sagu dapat ditemukan luas di berbagai daerah diantaranya di Sumatera, Kalimantan, dan juga Papua dengan perkebunan terluas (Flach, 1997; PlantUse English, 2016). Dipercayai Maluku dan Papua merupakan *centre of diversity* dari tumbuhan sagu (Flach, 1997; Rauwerdink, 1986), Selain beberapa daerah di wilayah Indonesia timur, perkebunan sagu yang dapat ditemukan di wilayah-wilayah lain di Indonesia yang merupakan hasil introduksi dari timur Indonesia. Salah satu wilayah tersebut adalah Pulau Lingga, Provinsi Kepulauan Riau.

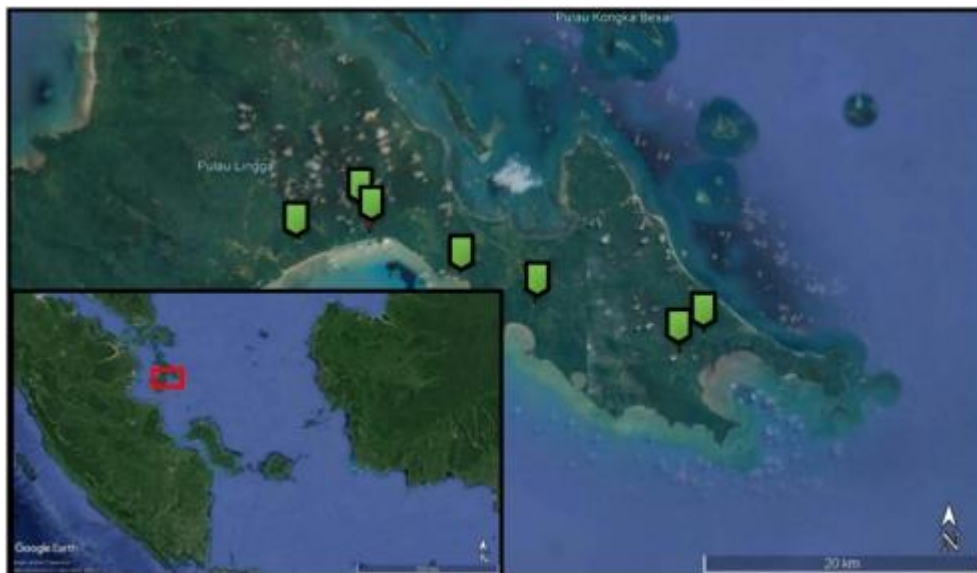
Pulau Lingga secara administratif merupakan bagian dari Kabupaten Lingga, Provinsi Kepulauan Riau yang terdiri dari tiga kecamatan yaitu Kecamatan Lingga, Kecamatan Lingga Utara, dan Kecamatan Lingga Timur, Pulau Lingga memiliki kondisi iklim dengan curah hujan 265 mm per bulan dan kelembaban udara rata-rata 87,5% dan suhu rata-rata 26,8°C (Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Riau, 2017). Iklim tropis ini serta kehadiran rawa air tawar di Pulau Lingga memungkinkan untuk hidup dan berkembangnya perkebunan sagu (PlantUse English, 2016).

Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Lingga (2015), terdapat $\pm 34,49 \text{ km}^2$ lahan perkebunan sagu yang dikelola oleh masyarakat lokal secara konvensional. Pengelolaan yang masih dilakukan hingga saat ini merupakan penerapan dari pengetahuan yang telah berkembang sejak diintroduksikannya sagu ke Pulau Lingga. Kehadiran sagu di Pulau Lingga dapat dilacak melalui arsip-arsip nasional yang menunjukkan bahwa sagu telah menjadi salah satu komoditas utama Pulau Lingga sejak tahun 1897 dan diperkenalkan sejak tahun 1860 kepada masyarakat Pulau Lingga (Arsip Nasional Republik Indonesia, 1970; Saleh et al., 2007). Introduksi sagu ke Pulau Lingga yang dibawa dari Ambon dipercaya merupakan upaya untuk meminimalisir dampak dari gagalnya panen padi di daerah tersebut (Yacob, 2004).

Kehadiran sagu di Pulau Lingga sejak ratusan tahun yang lalu telah mempengaruhi kebudayaan dan kehidupan masyarakat lokal Pulau Lingga. Kehadiran sagu telah membentuk suatu kearifan lokal yang dimiliki oleh masyarakat Pulau Lingga. Sayangnya, saat ini kekhawatiran akan hilangnya kearifan lokal ini masih dapat terasa karena berbagai faktor. Faktor tersebut antara lain adalah peralihan fungsi lahan perkebunan sagu serta berubahnya ketertarikan masyarakat terhadap sagu sebagai komoditas menjadi salah satu alasan munculnya kekhawatiran tersebut. Untuk mencegah hilangnya kearifan lokal yang telah dimiliki oleh masyarakat lokal Pulau Lingga, diperlukan suatu usaha dengan mendokumentasikan kearifan lokal tersebut sebelum dilupakan. Oleh karena itulah penelitian ini dilakukan, untuk mendata dan mendokumentasikan kearifan lokal yang dimiliki oleh masyarakat Pulau Lingga dalam mengelola dan memanfaatkan sagu agar kearifan lokal tersebut tidak hilang.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan (Desember 2017-Februari 2018) pada tujuh desa dengan penduduk yang merupakan pemilik ataupun pekerja di perkebunan sagu. Tujuh desa tempat penelitian ini adalah Desa Panggak Laut, Desa Nerekeh, Desa Musai, Desa Kerandin, Desa Keton, Desa Teluk, dan Desa Kudung. Ketujuh desa merupakan wilayah perkebunan dan/atau pengolahan sagu. Adapun posisi ketujuh desa relatif terhadap Pulau Lingga dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Posisi Pulau Lingga relatif terhadap Pulau Sumatera dan posisi relatif ketujuh desa (berurutan kiri ke kanan)

Dilakukan pengambilan data berupa wawancara dan observasi partisipatif di ketujuh desa (Cotton, 1996). Wawancara bersifat kualitatif dan semi terstruktur dengan topik-topik yang dibahas dalam wawancara dapat dilihat dalam lampiran. Selama keberlangsungan wawancara telah ditentukan 17 orang informan kunci. Observasi partisipatif juga dilakukan pada proses pemanenan hingga pengolahan awal dan akhir sagu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Catatan Sejarah *Metroxylon sagu* di Pulau Lingga

Masyarakat lokal Pulau Lingga sepakat bahwa pohon sagu adalah tumbuhan hasil introduksi di Pulau Lingga. Sebagian besar informan kunci mengatakan bahwa pohon sagu diintroduksi pada masa kesultanan Sultan Sulaiman Badrul Alam Syah (1857-1883) dan berasal dari Ambon, Kepulauan Maluku. Introduksi sagu di Pulau Lingga merupakan sebuah upaya sebagai pengganti beras yang tidak dapat dikultivasi di Pulau Lingga. Masyarakat juga sepakat bahwa sagu yang dapat ditemukan saat ini merupakan warisan dari hasil introduksi pada saat tersebut.

Diskusi juga dilakukan bersama buadayawan yang ditunjuk oleh Dinas Kebudayaan dan Pariwisata di Pulau Lingga. Disimpulkan bahwa introduksi sagu di Pulau Lingga dilakukan pada masa Sultan Mahmud Muzaffar Syah pada tahun 1842 sebagai upaya mengurangi ketergantungan pada beras di Pulau Lingga. Persepsi masyarakat bahwa Sultan Sulaiman Badrul Alam Syah berperan sebagai pionir introduksi sagu di Pulau Lingga hadir akibat peran Sultan Sulaiman Badrul Alam Syah dalam menggalakkan penanaman serta pengolahan sagu (Lazuardi, 2018, Diskusi Pribadi). Kesimpulan ini kemudian didukung oleh arsip nasional yang telah mendokumentasikan kehadiran sagu sebagai komoditas unggulan Kesultanan Riau Lingga sejak tahun 1870 (Arsip Nasional Republik Indonesia, 1970).

Pengelolaan *Metroxylon sagu* di Pulau Lingga

Menurut informan, dapat dikatakan bahwa tidak dilaksanakan pengelolaan perkebunan sagu secara aktif di Pulau Lingga. Sejak awal penanamannya, tidak dilakukan penanaman ulang, pemupukan, pemangkasan, serta upaya untuk mencegah gangguan hama dan penyakit. Walaupun demikian, masyarakat mengenal adanya beberapa jenis hama dan penyakit yang dapat ditemukan didalam pekebunan sagu.

Masyarakat lokal Pulau Lingga juga mengenal kondisi-kondisi lingkungan yang dibutuhkan bagi pengelolaan sagu yang berhasil. Masyarakat lokal mengetahui bahwa agar sagu dapat tumbuh dengan baik dibutuhkan adanya sumber air. Penanaman sagu dilakukan di area rawa tergenang dan bagi daerah yang kering dibangun parit di sekitar wilayah perkebunan. Hal ini dapat juga ditemukan di berbagai daerah lainnya di Indonesia. Flach (1997), mengkategorikan lahan tegakan sagu kedalam dua kategori yaitu tegakan liar dan tegakan semi-kultivasi. Tegakan semi-kultivasi memiliki tanaman yang dibiarkan hidup secara liar dan tergenang air.

Varietas lokal (*Folk varieties*) dari *Metroxylon sagu* di Pulau Lingga

Masyarakat lokal Pulau Lingga mengelompokkan tumbuhan sagu kedalam dua kelompok yang dapat dibedakan dengan ada atau tidaknya duri pada batang dan daun tumbuhan sagu. Kedua terminologi ini dinilai memiliki perbedaan pada kuantitas pati yang dihasilkan dan rasa yang dimiliki. Kedua varietas lokal daripada tumbuhan sagu ini adalah: *sagu langos* dan *sagu bembam*. (Gambar 2).



Gambar 2 Sagu langos dan sagu bembam sebagai dua varietas lokal yang dikenal oleh masyarakat lokal Pulau Lingga yang dibedakan oleh ada atau tidaknya duri. Sagu langos lebih disukai dari sagu bembam

Sagu langos memiliki duri pada bagian batang dan dapat juga ditemukan dibagian bawah pelepah daun yang tidak dapat ditemukan pada *sagu bembam*. *Sagu langos* dinilai memiliki rasa yang

lebih manis dibandingkan dengan *sagu bembam*. Sagu langos juga dinilai dapat memberikan hasil panen yang lebih banyak dibandingkan dengan sagu bembam dengan perbedaan 5-10%.

Rauwerdink (1986), mengelompokkan pohon sagu kedalam 4 kategori varietas yang dibedakan dengan kehadiran duri pada tumbuhan sagu. Walaupun demikian, pengelompokan varietas sagu melalui bentuk morfologis kehadiran duri kemudian dipatahkan dengan tidak ditemukan adanya korelasi antara genetik dari pohon sagu dengan hadir atau tidaknya duri pada batang (Kjaer et al., 2004).

Perbedaan rasa manis dan juga kuantitas panen menarik untuk didalami. Nutrisi yang terkandung didalam tanah dapat mempengaruhi rasa manis dengan terutama nitrogen (Mahadevan, 2008; Wild & Yanai, 2015). Tingkat keasaman dari air yang digunakan untuk mengolah sagu juga dapat mempengaruhi rasa manis (Ahmad et al., 1999).

Tahapan Hidup *Metroxylon sagu* Menurut Masyarakat Lokal Pulau Lingga

Terminologi yang dikenal oleh masyarakat lokal Pulau Lingga tidak lepas dari bagaimana masyarakat lokal Pulau Lingga memanfaatkan pohon sagu. Tahapan hidup tersebut antara lain adalah *semai*, *pekpah*, *batang*, *mutih*, *sorong muda*, dan *sorong tua*. Terminologi tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Keenam terminologi tersebut dapat dibandingkan dengan terminologi yang dimiliki oleh masyarakat Maluku (Ellen, 2006). Terminologi tersebut juga dapat dibandingkan dengan terminologi yang diajukan oleh Flach (1997). Terminologi yang dimiliki oleh masyarakat lokal Pulau Lingga dinilai dapat melengkapi terminologi yang diajukan oleh Flach bersama dengan terminologi yang dimiliki oleh masyarakat Maluku.

Tabel 1 Perbandingan terminologi lokal masyarakat Pulau Lingga, terminologi lokal masyarakat maluku, dan terminologi yang dikemukakan oleh Flach (Flach, 1997; Ellen, 2006)

Terminologi masyarakat lokal Pulau Lingga	Terminologi lokal masyarakat Maluku	Terminologi Flach	Usia (Tahun)	Ciri-ciri
<i>Pekpah</i>	<i>Hatan anae</i>	<i>Rosette stage</i>	1-2	Tegakan muda, dalam tahapan semai
<i>Ladung</i>	<i>Hata sane</i>		2-4	Tegakan muda, namun belum dapat dipanen,
<i>Batang</i>	<i>Hata(e) nam tuae</i>	<i>Bole formation stage</i>	4-6	Batang mulai terbentuk, pada tahapan ini sagu dapat dipanen
<i>Mutih</i>			6-9	Pelepah daun berwarna putih
<i>Sorong Muda</i>	<i>Hata nene usuerehokai</i>	<i>Inflorescence stage</i>	9-11	Perbungaan muncul ; waktu optimal pemanenan
<i>Sorong Tua</i>	<i>Hata huae</i>	<i>Fruit Ripening stage</i>	11-12	Buah terbentuk
	<i>Hata mene</i>		>12	Pohon mengering dan mati

Pemanfaatan Sagu di Pulau Lingga

Di Indonesia sendiri, pemanfaatan pohon sagu digunakan dengan memanfaatkan batang, daun, akar, buah, dan produk bukan tumbuhan daripada tumbuhan sagu seperti larva serangga dan jamur. Secara fungsional pemanfaatan sagu dapat dikelompokkan kedalam pemanfaatan sebagai pangan, pakan, bahan bangunan, perkakas, bahan bakar, dan mainan anak-anak (McClatchey, et al., 2006). Masyarakat lokal Pulau Lingga hingga saat ini masih memanfaatkan sagu dalam kehidupan sehari-hari. Pemanfaatan sagu dilakukan dengan memanfaatkan organ batang dan daun. Tidak ditemukan pemanfaatan akar, bunga, dan buah dari pohon sagu. Secara fungsional pemanfaatan sagu dapat di

kelompokkan sebagai kayu bakar, bahan bangunan, pakan, pangan, dan pupuk. Pemanfaatan sagu sebagai pangan dapat ditemukan dalam 15 jenis makanan tradisional.

Proses pemanfaatan batang dari pohon sagu dapat dikelompokkan kedalam tiga tahapan panjang yaitu: Tahapan pemanenan, tahapan pengolahan awal, dan pengolahan akhir. Pada tahapan pemanenan dilakukanlah proses penenbangan pohon sagu yang telah mencapai usia matang yang dapat dinilai dengan telah munculnya tangkai perbungaan (*sorong*). Setelah ditebang dan dibersihkan dari duri yang dapat ditemukan di sekeliling batang, batang kemudian akan dipotong dengan panjang ± 1 meter. Batang kemudian diangkut ke sungai terdekat dengan menggunakan kendaraan berat atau dengan menggunakan *kayu rel*. *Kayu rel* adalah istilah bagi alat pembantu berupa batang pohon sepanjang ± 2 meter yang diujungnya ditempelkan batang pohon sepanjang ± 25 cm yang telah diruncingkan. Batang pohon yang telah diruncingkan ini bertujuan untuk dapat menggiring batang pohon sagu keluar dari perkebunan dengan digelindingkan dengan batang pohon runcing menjadi poros dari batang sagu melalui lubang yang sebelumnya telah dibentuk. Transportasi batang menuju pabrik pengolahan dilakukan dengan menggunakan bantuan tali dengan menyusun batang sagu menjadi rakit panjang. Batang sagu dibiarkan berada di sungai hingga pengolahan dilakukan.

Setelah batang siap diolah maka dilakukan proses pemisahan lapisan epidermal batang sagu sebelum akhirnya dibelah menjadi 4-6 bagian memanjang. Batang kemudian diparut dan dibersihkan didalam air yang terus menerus diaduk. Pati yang telah larut kemudian akan diendapkan dan menjadi komoditas pertama dari sagu dengan istilah sagu kotor. Sagu kotor dapat kemudian diendapkan kembali untuk membentuk pati yang lebih murni dengan nama sagu bersih. Apabila dibutuhkan, sagu dapat dikeringkan untuk menghasilkan tepung sagu. Lapisan epidermal dari pohon sagu dapat juga digunakan sebagai bahan bakar, lantai, dan pagar (Gambar 3).



Gambar 3 Pemanfaatan sagu sebagai lantai (a) dan pagar (b)

Pemanfaatan daun dapat dilakukan ketika sagu telah mencapai tahapan hidup *ladung*. Pemanenan dilakukan dengan mengambil anak daun dan pelepah daun. Anak daun dikumpulkan dengan menggunakan alat *pepat* untuk memadatkan anak daun. Pada rumah pengolahan anak daun dan pelepah daun akan dianyam untuk membentuk atap. Pelepah daun juga dapat ditumpuk untuk membentuk dinding (Gambar 4).



Gambar 4 pemanfaatan daun sagu sebagai atap (a) dan dinding (b)

Pemanfaatan sagu sebagai makanan tradisional

Masyarakat lokal Pulau Lingga telah menggunakan sagu sebagai makanan tradisional. Telah didokumentasikan 15 jenis makanan tradisional Pulau Lingga yang dapat dikelompokkan menjadi sembilan jenis makanan tradisional yang terbuat dari sagu bersih, lima jenis makanan yang terbuat dari tepung sagu, dan satu jenis makanan yang terbuat dari pucuk apikal pohon sagu. Makanan tradisional dengan bahan baku berupa pucuk apikal tumbuhan sagu kini sulit untuk ditemukan. Hal ini disebabkan oleh rendahnya nilai ekonomi yang dapat dihasilkan apabila mengambil pucuk apikal sagu dari tumbuhan muda. Ditentukan juga bahwa sebagian jenis makanan tradisional ini merupakan makanan yang dapat diolah kembali untuk menjadi makanan tradisional jenis lainnya. Adapun jenis makanan tradisional yang telah didokumentasikan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Jenis-jenis makanan tradisional Pulau Lingga beserta bahan-bahannya

No	Makanan Tradisional	Bahan
1	Lendot	Tepung sagu, kangkung, cabe rawit (<i>Capsicum annuum</i>), udang atau cumi-cumi, bawang putih (<i>Allium sativum</i>), bawang merah (<i>Allium cepa</i>), dan terasi
2	Kepurun	Tepung sagu, cabe rawit (<i>Capsicum annuum</i>), bawang merah (<i>Allium cepa</i>), bawang putih (<i>Allium sativum</i>), jahe (<i>Zingiber officinale</i>), kunyit (<i>Curcuma longa</i>), Asam wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)
3	Kerupuk Ikan	Ikan tenggiri (<i>Scomberomorini</i>), tepung sagu
4	Kue Bangkit	Santan, gula pasir, telur ayam, baking powder
5	Keripik Sagu Bakar	Tepung sagu, gula merah, gula pasir
6	Sagu Lenggang	Sagu basah

7	Keripik Sagu Lenggang	Sagu lenggang, minyak goreng
8	Bubur Lambuk	Sayur rampai (daun kunyit (<i>Curcuma longa</i>), daun kangkung (<i>Ipomoeae aquatica</i>), daun bayam (<i>Amaranthus sp.</i>), daun katu (<i>Sauropus androgynus</i>), daun kari (<i>Murraya koenigii</i>), pucuk ubi (<i>Manihot sp.</i>)),sagu lenggang, udang, bawang merah (<i>Allium cepa</i>), bawang putih (<i>Allium sativum</i>), minyak goreng, cabe rawit (<i>Capsicum annuum</i>), dan terasi
9	Sagu Lemak	Sagu basah dan kelapa parut
10	Laksa Kuah/Kari	Sagu basah, santan, cabe rawit (<i>Capsicum annuum</i>), merica, bawang merah (<i>Allium cepa</i>), bawang putih (<i>Allium sativum</i>), kacang tanah, ikan teri, daging ayam
11	Laksa Goreng	Sagu basah, cabe rawit (<i>Capsicum annuum</i>), bawang merah (<i>Allium cepa</i>), bawang putih (<i>Allium sativum</i>), terasi, udang
12	Pok Yam	Sayur rampai (daun kunyit (<i>Curcuma longa</i>), daun kangkung (<i>Ipomoeae aquatica</i>) daun bayam (<i>Amarntus sp.</i>), daun katu (<i>Sauropus androgynus</i>), daun kari (<i>Murraya koenigii</i>), pucuk ubi (<i>Manihot sp.</i>), santan, sagu basah
13	Lempeng Sagu	Sagu basah, kelapa parut
14	Gubal Sagu	Sagu basah, kelapa parut
15	Sayur Umbut	Cabe rawit (<i>Capsicum annuum</i>), bawang putih (<i>Allium sativum</i>), bawang merah (<i>Allium cepa</i>), kunyit (<i>Curcuma longa</i>), minyak goreng, terasi, ikan teri, pucuk apikal sagu, dan santan

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mendokumentasikan berbagai pengetahuan masyarakat lokal Pulau Lingga mengenai aspek biologi dan pemanfaatan Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) yaitu : (a) sejarah introduksi sagu di Pulau Lingga, (b) varietas lokal sagu yaitu *sagu langos* dan *sagu bembam*, (c) enam terminologi tahapan hidup sagu : *pekpah*, *ladung*, *batang*, *mutih*, *sorong muda*, dan *sorong tua*, (d) pemanfaatan daun dan batang pohon sagu sebagai bahan bangunan, bahan bakar, pupuk, pangan, dan papan, serta (e) 15 jenis makanan tradisonal Pulau Lingga

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Provinsi Kepulauan Riau, Badan Kesatuan Bangsa dan Potilik Kabupaten Lingga, Lurah Kecamatan Lingga Timur, Lurah Kecamatan Lingga Utara, dan Lurah Kecamatan Lingga atas izin yang telah diberikan hingga terlaksananya penelitian ini. Terima kasih tak lupa juga diucapkan kepada Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Lingga serta Bapak Lazuardi atas kesediannya untuk melakukan diskusi sejarah dan budaya Kesultanan Melayu Riau Lingga. Terima kasih juga diucapkan kepada para informan dari ketujuh desa atas kesediannya untuk membantu proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. B., William, P. A., Doublier, J. L., Durand, S. & Buleon, A. (1999). Physico-Chemical Characterisation of Sago Starch. *Carbohydrate Polymers*, 38(4), 361–370.
- Arsip Nasional Republik Indonesia. (1970). *Arsip Nasional Republik*. Jakarta: Arsip Nasional Republik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lingga. (2015). Luas Lahan dan Produksi Sagu. Retrieved November 26, 2017, from <https://linggakab.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/57>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Riau. (2017). *Provinsi Kepulauan Riau Dalam Angka*. Tanjungpinang: BPS Provinsi Kepulauan Riau.
- Cotton, C. M. (1996). *Ethnobotany : Principles*. New York: John Wiley & Sons.
- Ellen, R. (2006). Local Knowledge and Management of Sago Palm (*Metroxylon sagu* Rottboell) Diversity in South Central Seram, Maluku, Eastern Indonesia. *Journal of Ethnobiology*, 26(2), 258–298.
- Flach, M. (1997). *Sago Palm. Metroxylon sagu Rottb.* Rome: International Plant Genetic Resource Institute.
- Kjaer, A., Barford, A. S., Asmussen, C. B. & Seberg, O. (2004). Investigation of Genetic and Morphological Variation in the Sago Palm (*Metroxylon sagu*; *Arecaceae*) in Papua New Guinea. *Annals of Botany*, 94(1), 109–117.
- Mahadevan, R. (2008). The high price of sweetness: The twin challenges of efficiency and soil erosion in Fiji's sugar industry. *Ecological Economics*, 66(2–3), 468–477.
- McClatchey, W., Manner, H. & Elevitch, C. R. (2006). *Metroxylon amicarum*, *M. paulcoxii*, *M. sagu*, *M. salomonense*, *M. vitiense*, and *M. warburgii* (sago palm). Retrieved December 13, 2018, from https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/sagoutier/Metroxylon-sagopalm.pdf
- Miyako, E. (2005). Ethnobotany of the Penan Benuali of East Kalimantan, Indonesia : Difference of Ethnobotanical Knowledge Among Villagers of Long Belaka. *African Study Monographs. Supplementary Issue*, 29, 53–60.
- Nirmala, I. R., & Pramono, M. S. (2007). Sago Worms as a Nutritious Traditional and Alternative Food for Rural Children in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 26(Supplement), 40–49.
- PlantUse English. (2016). *Metroxylon Sagu [PROSEA]*. Retrieved November 22, 2018, from [http://uses.plantnet-project.org/e/index.php?title=Metroxylon_sagu_\(PROSEA\)&oldid=219027](http://uses.plantnet-project.org/e/index.php?title=Metroxylon_sagu_(PROSEA)&oldid=219027)
- Rauwerdink, J. B. (1986). An essay on *Metroxylon*, the sago palm. *Principes*, 165–180.
- Saleh, T. H., Mohammad, T. I., Mustazar, M., Khaldun, G. I., Syadri, A., Iskandar, T. R., & Iskandar, T. I. (2007). *Mengenal dan Mengenang Kebesaran Kerajaan Lingga Riau sebagai Pusat Kerajaan Melayu*. Daik Lingga: Pemerintah Daerah Kabupaten Lingga, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Lingga.
- Wild, A. D. & Yanai, R. D. (2015). Soil nutrients affect sweetness of sugar maple sap. *Forest Ecology and Management*, 30–36.
- Yacob, M. A. (2004). *Sejarah Kerajaan Lingga, Johor-Pahang-Riau-Lingga*. Pekanbaru: Uni Press Pekanbaru.

KEANEKARAGAMAN JENIS TUMBUHAN LUMUT (BRYOPHYTA) DI TAMAN HUTAN RAYA SULTAN SYARIF HASIM PROVINSI RIAU

Nadiatul Janna¹, Elfis², Prima Wahyu Titisari*³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Islam Riau.
Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Marpoyan, Pekanbaru 24284, Riau, Indonesia.
Telp. +62.761.674.674, fax. +62.761.674.834
e-mail: *pw.titisari@gmail.com

Abstrak Lumut merupakan tumbuhan perintis, bersama-sama dengan jenis tumbuhan lainnya yaitu alga, jamur, dan paku-pakuan. Sebagai tumbuhan perintis lumut memiliki habitat hidup yang luas dan bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis-jenis tumbuhan lumut (Bryophyta) di Taman Hutan Raya (TAHURA) Sultan Syarif Hasim Provinsi Riau. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian yang bersifat survey lapangan, analisis data penelitian dilakukan secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik. Pelaksanaan penelitian ini meliputi mengumpulkan atau mengoleksi sampel lumut (Bryophyta), identifikasi sampel, dan analisis data hasil penelitian. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan 14 spesies yang terdiri dari lumut yang tumbuh di tanah (terrestrial), di kayu yang lapuk dan batang pohon (epifit). Beberapa dari tumbuhan lumut (Bryophyta) yang dijumpai adalah tumbuhan lumut yang dimanfaatkan oleh masyarakat, seperti spesies *Fissidens japonicum* yang bermanfaat untuk menumbuhkan rambut, spesies *Marchantia germinata* yang digunakan untuk menghilangkan racun akibat gigitan ular dan mengobati penyakit hepatitis, serta spesies *Leucobrium albidum* yang dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Jenis lumut yang mendominasi wilayah ini adalah spesies *Leucobrium albidum*.

Kata kunci: Bryophyta, *Fissidens japonicum*, *Marchantia germinata*, *Leucobrium albidum*,

PENDAHULUAN

Kawasan Malesia memiliki keanekaragaman lumut yang sangat tinggi. Kawasan yang terdiri dari Indonesia, Malaysia, Filipina, Brunei, dan Papua Nugini tersebut menyimpan 1600 jenis lumut sejati dari 330 marga dan 800 jenis lumut hati dari 135 marga (Shaw & Goffinet, 2000). Hutan hujan tropis merupakan tempat paling banyak ditemukannya jenis lumut dibandingkan dengan ekosistem utama lain yang ada di dunia (Magill, 2010). Lumut merupakan kelompok tumbuhan kecil yang menempel pada substrat seperti pohon, kayu mati, kayu lapuk, serasah, tanah, dan bebatuan. Tumbuhan ini merupakan kelompok tumbuhan rendah dan bagian dari keanekaragaman hayati yang belum banyak mendapat perhatian dan bahkan sering dianggap sebagai penyebab lingkungan Nampak kotor. Lumut sering dijumpai di tempat tempat yang lembab dan basah, misalnya di hutan (Tjitrosoepomo, 2005).

Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim (disingkat menjadi Tahura SSH) adalah suatu kawasan hutan konservasi yang masuk dalam wilayah Kabupaten Kampar, Siak, dan Kota Pekanbaru di Provinsi Riau. Hutan konservasi ini ditetapkan sebagai kawasan pelestarian alam berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan No.348/Kpts-II/1999 tanggal 26 Mei 1999 seluas 6.172 hektare, dengan perincian 3.041,81 hektare di Kabupaten Kampar, 2.323,33 hektare di Kabupaten Siak, dan 806,86 hektar di Kota Pekanbaru. Keadaan vegetasi di areal Tahura SSH merupakan tipe hutan hujan tropis.

Tumbuhan lumut memiliki peran dalam ekosistem, diantaranya sebagai peresap air (sifat selnya menyerupai spon), untuk mempertahankan kelembaban, penghasil oksigen melalui proses fotosintesis yang cepat dan sebagai penyerap polutan. Ekosistem hutan hujan tropis, lumut berperan penting dalam meningkatkan kemampuan hutan untuk menahan air (water holding capacity). Selain itu, lumut juga merupakan habitat penting bagi organisme lain, terutama populasi hewan invertebrata, beberapa jenis anggrek, misalnya, tidak akan dapat bertahan andaikan tidak ada lumut yang sehat. Bahkan lumut juga merupakan media yang baik bagi perkecambahan biji tumbuhan tingkat tinggi. Selain itu juga tumbuhan lumut merupakan bioindikator pencemaran lingkungan. Beberapa dari

tumbuhan lumut ini cukup menarik baik warna maupun kehidupannya yang berkelompok membentuk bantalan seperti karpet yang kadang-kadang membentuk membata lantai hutan tampak indah. Selain itu kelompok tumbuhan ini juga merupakan kelompok tumbuhan perintis, karena tumbuhan ini mampu tumbuh pada bebatuan yang keras dan kering dimana biji atau tumbuhan lain tidak mampu tumbuh.

Kegiatan penelitian mengenai keanekaragaman lumut di kawasan Tahura SSH Riau ini belum pernah dilakukan. Selain itu, pengetahuan masyarakat tentang lumut masih sangat terbatas, khususnya pada keanekaragaman lumut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis lumut yang terdapat pada kawasan Tahura SSH Riau, memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang jenis-jenis lumut, dan untuk melengkapi data keanekaragaman lumut khususnya di Sumatra.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim (Tahura SSH) yang merupakan suatu kawasan hutan konservasi yang masuk dalam wilayah Kabupaten Kampar, Siak, dan Kota Pekanbaru di Provinsi Riau. Hutan konservasi ini ditetapkan sebagai kawasan pelestarian alam, seluas 6.172 hektar, dengan rincian 3.041,81 hektar di Kabupaten Kampar, 2.323,33 hektar di Kabupaten Siak, dan 806,86 hektar di Kota Pekanbaru. Secara geografis lokasi penelitian di Tahura SSH Riau terletak pada koordinat 0037' – 0044' LU dan 101020' – 101028' BT.

Tahura SSH memiliki keragaman jenis flora yang cukup tinggi. Keanekaragaman jenis Tahura SSH sangat mewakili suatu kondisi hutan dengan tipe hutan hujan dataran rendah. Tercatat ± 127 jenis flora yang merupakan tumbuhan asli hutan Tahura SSH diantaranya didominasi dari famili Dipterocarpaceae, Lauraceae, Euphorpeaceae, Anacardiaceae, Guttiferae, Sapotaceae, Myrtaceae.

Berdasarkan klasifikasi SCHMIDT dan Ferguson Tahura SSH termasuk kedalam tipe A dengan curah hujan rata-rata pertahun 100 s/d 300 mm. suhu udara minimum 210C, maksimum 32,90C dengan kelembaban rata-rata 83%. Topografi wilayah ini pada umumnya bervariasi dari datar, bergelombang ringan sampai sedang, dengan kemiringan 0 sampai 45%. Untuk mencapai kawasan tersebut dapat ditempuh dari ibu kota Provinsi Riau, Pekanbaru menuju Minas dengan jarak 25 km dan waktu tempuh sekitar 30 menit.

Metodologi penelitian

Metode eksplorasi dan koleksi flora dilakukan dengan cara jelajah, yaitu menjelajahi setiap sudut suatu lokasi yang dapat mewakili tipe-tipe ekosistem ataupun vegetasi di kawasan yang diteliti (Rugayah et al., 2004). Penelitian dilakukan secara eksploratif sepanjang jalur jelajah yang telah dibuat oleh pihak pengelola kawasan Tahura SSH Riau. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling, semua jenis tumbuhan lumut yang dijumpai di lapangan diambil contoh herbariumnya. Setiap spesimen lumut yang dikoleksi diberi nomor koleksi dan dicatat data lapangannya. Data lapangan yang perlu dicatat antara lain substrat atau tempat tumbuh, habitat, warna, dan pemanfaatannya jika ada. Identifikasi dilakukan di laboratorium Dasar Universitas Islam Riau dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran maksimal 100x. Pustaka untuk identifikasi terutama adalah prosiding yang ditulis oleh Raihan et al. yang diterbitkan pada tahun 2018. Spesimen herbarium yang telah diidentifikasi kemudian disimpan di Laboratorium dasar Universitas Islam Riau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

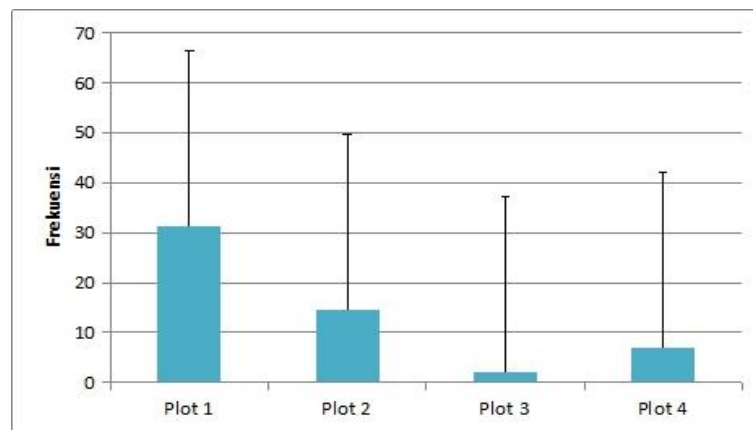
Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, memperoleh hasil di lapangan mengenai keanekaragaman tumbuhan di Kawasan Taman Hutan Raya (Tahura) SSH telah terinventarisasi dan disajikan dalam bentuk tabel data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Tumbuhan lumut yang terdapat di Taman Hutan Raya (Tahura SSH) Riau

No	Spesies	Lokasi Pengamatan				Frekuensi	H'
		Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4		
1	<i>marchantia germinate</i>	4	1	0	0	5	0,011
2	<i>Hyophila apiculata</i>	73	24	14	10	121	0,123
3	<i>Hyophila javanica</i>	23	13	0	0	36	0,061
4	<i>Barbula indica</i>	122	73	8	24	227	0,155
5	<i>Fissiden dibius</i>	0	11	0	7	18	0,033
6	<i>Isopterygium minutriamum</i>	22	0	0	7	29	0,049
8	<i>Catogonium nitens</i>	23	0	0	0	23	0,034
9	<i>Hamalothecium lutescens</i>	7	6	0	4	17	0,031
10	<i>Leucobrium glaucum</i>	43	29	2	10	84	0,104
11	<i>Dicranum scoparium</i>	68	21	6	19	114	0,123
12	<i>Spagnum palustre</i>	37	0	0	10	47	0,073
13	<i>Plagiochila asplenoides</i>	9	0	0	0	9	0,02
14	<i>Aulacomnium Palustre</i>	0	26	0	0	26	0,048
15	<i>Bulocomnium palustre</i>	8	0	0	7	15	0,036

Hasil penelitian dan identifikasi data yang diperoleh dari lokasi penelitian di Taman Hutan Raya (Tahura) SSH Riau pada tabel 1 ditemukan sebanyak 14 spesies, 11 famili, dan 9 Ordo yang berbeda, yaitu, *Hyophila apiculata*, *Hyophila javanica*, *marchantia germinate*, *Fissiden dibius*, *Barbula indica*, *Catogonium nitens*, *Leucobrium Glaucum*, *Spagnum palustre*, *Bulocomnium palustre*, *Aulacomnium palustre*, *Dicranum scoparium*, *Homalothecum lutescens*, *Plagiochila asplenoides*, *Isopterygium minutriamum*

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa keanekaragaman tumbuhan lumut (Bryiophyta) di taman hutan raya (Tahura) Sultan Syarif Hasyim, dengan sumbu x menunjukkan data titik pengamatan dan sumbu y menunjukkan data frekuensi keanekaragaman di setiap titik pengamatan.



Gambar 1. Standar deviasi tingkat keanekaragaman tumbuhan lumut di Tahura

Deskripsi dan klasifikasi spesies lumut yang diperoleh dari penelitian di Taman Hutan Raya (Tahura SSH) Riau adalah sebagai berikut:

Famili Marchantiaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Machantiaceae berjumlah 1 spesies, yaitu: *Marchantia germinata*. *Marchantia geminata* dapat dilihat pada gambar 2.

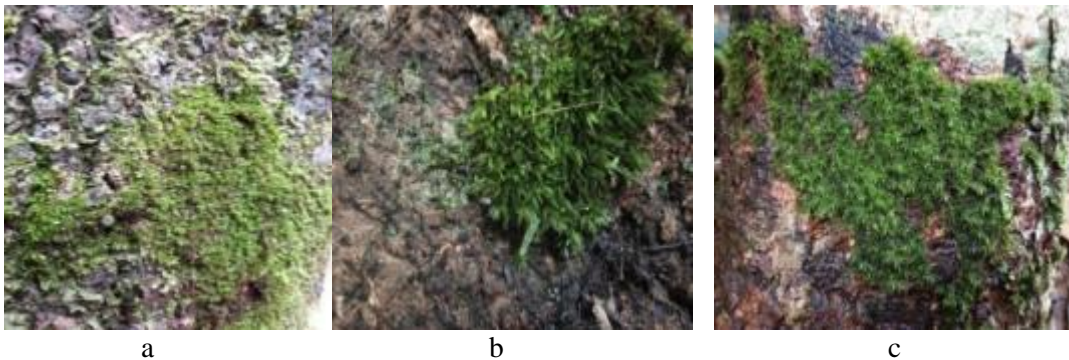


Gambar 2. *Marchantia geminata*

Marchantia geminata dicirikan dengan tepi talus dan warna ungu kehitaman, pada bagian ventral talus terdapat dua baris sisik berwarna ungu. Reseptakel betina berbentuk setengah mangkuk dengan terbagi membentuk empat cuping seperti jari payung tetapi tidak membuka penuh. Reseptakel jantannya seperti bintang separang dengan empat cuping jari. Warna dari lumut ini terlihat seperti hijau tua keunguan.

Famili Pottiaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Pottiaceae berjumlah sebanyak 3 spesies, yaitu: *Hyophila apiculata*, *Hyophila javanica*, *Barbula indica* (Gambar 3).



Gambar 3. Famili Pottiaceae (a) *Hyophila apiculata*, (b) *Hyophila javanica*, (c) *Barbula indica*

Hyophila apiculata

Lumut *Hyophila apiculata* tumbuh tersusun tampak seperti sisik-sisik yang rapi apabila dilihat dari atas/bagian dorsal, memiliki ukuran yang sangat kecil yaitu panjang daun berukuran 1-2 mm, batang pada lumut ini sangat pendek dan tertutupi oleh daun-daunnya sehingga tampak seperti tidak ada batangnya.

Hyophila javanica

Lumut *Hyophila javanica* memiliki daun yang berukuran kecil dan menumpuk apabila dilihat dari atas dan daun bagian ujung atau daun muda nampak seperti ristal. Memiliki ukuran yang kecil yaitu panjang daun berukuran 2-5 mm, batang pada lumut ini tertutupi oleh daun-daunnya sehingga tampak tidak terlihat batangnya.

Barbula indica

Lumut *Barbula indica* terdapat pada bebatuan dan batang pohon. Lumut ini memiliki panjang tubuh berkisar antara 0,5-1 cm. Batang pada lumut ini tegak dan tertutupi oleh daun. Tumbuhan lumut berupa bantalan ataupun rumpun berwarna hijau tua sampai kekuningan apabila dilihat dari atas. Pada saat penelitian belum terdapat fase saprofit.

Family Fissidentaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Fissidentaceae hanya berjumlah satu spesies, yaitu: *Fissidens dubius* (Gambar 4).



Gambar 4. *Fissidens dubius*

Lumut *Fissidens dubius* memiliki tubuh berupa talus berbentuk lembaran daun dengan pertulangan atau alur daun yang lebar dari bagian pangkal daun sampai ujung daun. Sel multiseluler, dengan satu holfast yang merupakan pangkal dari pangkalan-pangkalan batangnya. Mempunyai akar semu. Daun mengandung klorofil sehingga bersifat autotrof. Pada saat penelitian lumut *Fissidens dubius* sedang berada pada fase saprofit, sehingga terlihat jelas sporangium dan setanya.

Hypnaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Hypnaceae hanya berjumlah satu spesies, yaitu: *Isopterygium minutirameum* (Gambar 5).



Gambar 5. *Isopterygium minutirameum*

Lumut *Isopterygium minutirameum* tumbuhnya menjalar dengan susunan padat dan berbentuk jalinan yang halus. Apabila dilihat dari atas atau bagian dorsal tampak seperti helaian kapas. Batang lumut ini tumbuh menjalar pada tempat hidupnya. Panjang daun berkisar antara 1-22 m. Pada saat penelitian Pada saat penelitian tumbuhan lumut belum terlihat fase saprofitnya, sehingga belum terlihat setanya dan kapsul dibagian ujung seta.

Catagoniaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Catagoniaceae hanya berjumlah sebanyak 1 spesies, yaitu: *Catagonium nitens* (Gambar 6).



Gambar 6. *Catagonium nitens*

Lumut *Catagonium nitens* terlihat seperti mengkilap, pipih dengan daun yang tumpang tindih dalam dua baris yang rapi. Itu menjajah tanah dan sering ditemukan dalam perlindungan bebatuan yang menggantung atau di bawah akar yang terekspos. Pada saat penelitian lumut ini tidak terdapat atau terlihat fase saprofitnya.

Brachytheciaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Brachytheciaceae hanya berjumlah sebanyak 1 spesies, yaitu: *Homalothecium lutescens* (Gambar 7).



Gambar 7. *Homalothecium lutescens*

Lumut *Homalothecium lutescens* mempunyai Bentuk yang kurang umum tumbuh bersujud dan melekat erat dengan batu, terutama pada batu kapur. Di keduanya kasus cabang-cabangnya kokoh (lebar 1-2 mm saat kering), namun biasanya cukup panjang (lebih dari 1 cm), dan lurus atau hampir jadi. Daun sekitar 2-3 mm, secara segitiga ujung tombak, terlebar di bagian bawah, dan meruncing secara merata ke ujung runcing yang halus. Saat penelitian tidak terdapat fase saprofit dari lumut *Homalothecium lutescens*.

Family Leucobriaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Leucobriaceae hanya berjumlah sebanyak 1 spesies, yaitu: *Leucobrium glaucum* (Gambar 8). Pertama kali dijelaskan oleh Ångström dalam Fries memiliki tahun 1845. *Leucobryum glaucum* ditutupi dengan genus *Leucobryum* dari keluarga Dicranaceae.



Gambar 8. *Leucobrium glaucum*

Family Dicranaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Dicranaceae hanya berjumlah sebanyak 1 spesies, yaitu: *Dicranum scoparium* (Gambar 9).



Gambar 9. *Dicranum scoparium*

Lumut *Dicranum scoparium* biasanya kuat dan kasar, membentuk berkas berkilau dengan batang wol setinggi 2-8 cm. Pelepah daun meluas ke ujung dan biasanya memiliki 4 punggung sepanjang punggungnya. Daunnya panjang 3,5–8 mm, berbentuk tombak dengan panjang, titik ramping, dan bergigi kuat sepanjang sepertiga bagian atas. Sebagian besar daun akan dilipat dan

melengkung ke satu sisi, tetapi mungkin bergelombang. Kapsul memiliki panjang 2,3–5 mm, berbentuk guci dan melengkung. Kapsul dipegang pada batang yang sebagian besar tegak 18-35 mm. Operculum (tutup kapsul) biasanya lebih panjang dari kapsul.

Family Spagnaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Spagnaceae hanya berjumlah sebanyak 1 spesies, yaitu: *Sphagnum palustre* (Gambar 10).



Gambar 10. *Sphagnum palustre*

Sphagnum palustre membentuk tanaman kokoh hingga ketinggian 25 sentimeter. Tanaman sering berwarna hijau muda sampai coklat muda dengan diameter batang 0,6 hingga 1,2 milimeter. Epidermis (Hyalodermis) dari batang dibangun dalam tiga lapisan dan sel-selnya membentuk 1 sampai 3 pori-pori lebih jarang dan mengandung banyak serat spiral. Cabang-cabang berumbai membentuk kelompok tiga hingga enam pada batang kecil. Kepala sedikit lebih berpigmen dan berbentuk telur.

Family Plagiochilaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Plagiochilaceae hanya berjumlah sebanyak 1 spesies, yaitu: *Plagiochila asplenoides* (Gambar 11). Lumut *Plagiochila asplenoides* tergolong kedalam lumut hati berdaun. Lumut ini daunnya seling berhadapan dan berbentuk bulat lonjong. Lumut ini tumbuh memanjang di bebatuan.



Gambar 11. *Plagiochila asplenoides*

Lumut *Plagiochila asplenoides* tergolong kedalam lumut hati berdaun. Lumut ini daunnya seling berhadapan dan berbentuk bulat lonjong. Lumut ini tumbuh memanjang di bebatuan.

Family Aulacomniaceae

Spesies lumut yang ditemukan dari famili Aulacomniaceae hanya berjumlah sebanyak 1 spesies, yaitu: *Aulacomnium Palustre* (Gambar `12). Lumut *Aulacomnium Palustre* tumbuh dari archegonia. Sporofit terdiri dari kaki yang menjangkar sporofit ke archegonia, tangkai, dan kapsul spora. Tangkai rawa berusuk bergaris lurus vertikal dan panjangnya 4,5 cm. Lumut rawa berusuk dinamai dengan kapsul spora yang berbeda, yang sangat berusuk, silinder, dan panjangnya sekitar 4 mm. Kapsul ditutup dengan calyptra.



Gambar 12. *Aulacomnium Palustre*

Hutan sekitar tahura Sultan Syarif Hasim Minas tempat areal penelitian merupakan daerah yang memiliki banyak pohon-pohon besar sehingga memiliki banyak serasah dari daun-daun yang gugur dan mengakibatkan rendahnya pH dan intensitas cahaya di Hutan sekitar ini relatif rendah, hal ini disebabkan masih lebatnya kanopi pohon, sehingga menghalangi matahari yang sampai ke dasar hutan karena intensitas cahaya ini akan berpengaruh terhadap suhu dan kelembaban, yaitu semakin rendah intensitas cahaya yang sampai ke permukaan bumi, maka suhu akan semakin rendah dan kelembaban semakin tinggi. Hasil ini sesuai pendapat Ellyzarti (2009) yang menyatakan bahwa tumbuhan lumut biasa hidup pada tempat yang lembab sehingga suhunya biasa pada derajat yang rendah, pada suhu rata-rata 10-30 derajat celcius terdapat banyak jenis lumut yang tumbuh di tempat tersebut. Selain itu kelembaban juga mendukung pertumbuhan lumut, pada umumnya lumut memerlukan kelembaban yang relatif tinggi untuk menunjang pertumbuhannya. Lumut dapat hidup pada kisaran kelembaban antara 70%-98 %, faktor pH tanah juga berpengaruh terhadap pertumbuhan lumut. pH yang berkisar antara 4,9-8,3, sangat baik untuk pertumbuhan lumut.

Hasil ekplorasi di lapangan habitat tumbuhan lumut di lokasi penelitian tercatat bahwa habitat lumut ada yang tumbuh pada substrat berupa tanah, epifit pada batang pohon, epifit pada batang pohon yang telah lapuk dan pada batu. Hasil ini sesuai pendapat Windardi (2009) yang menjelaskan bahwa habitat lumut di tanah karena pada tanah menyebabkan beberapa substrat untuk perkecambahan spora maupun pertumbuhan lumut menjadi stabil. Pada saat musim penghujan spora lumut jatuh ketanah sehingga tumbuh menjadi tumbuhan lumut baru, ada juga yang hanyut terbawa air sehingga jarang yang ditemukan lumut tumbuh bersubstrat tanah. Pada batang pohon karena kondisi lingkungan yang lembab dilokasi penelitian cukup mendukung untuk perkecambahan spora, pertumbuhan dan perkembangan lumut terutama di batang pohon dan pada batang pohon yang telah lapuk merupakan media yang baik bagi lumut karena kayu yang telah mengalami pelapukkan mampu menyerap dan menyimpan air cukup banyak di antara sel-sel kayunya.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Raihan et al., 2018) yang melakukan penelitian yang sama dalam mengamati keanekaragaman jenis tumbuhan lumut. Hasil penelitian diketahui bahwa terdapat 15 spesies tumbuhan lumut yang terdiri dari 9 Famili. Keanekaragaman tumbuhan lumut di Air Terjun Peucari Bueng Jantho tergolong sedang dengan indeks keanekaragaman $\hat{H} = 1,94693$. Jenis Tumbuhan Lumut yang terdapat di Air Terjun Peucari Bueng Jantho terdiri dari 20 jenis dari 9 famili, yaitu Marchantiaceae, Pottiaceae, Fissidentaceae, Hypnaceae, Catagoniaceae, Bartamiaceae, Brachytheciaceae, Calymperaceae, dan Plagiochilaceae. Keanekaragaman Spesies Tumbuhan Lumut yang terdapat di Air Terjun Peucari Bueng Jantho tergolong sedang. Jadi, indeks keanekaragaman lumut yang terdapat di Air Terjun Peucari Bueng Jantho lebih tinggi dibandingkan dengan indeks keanekaragaman lumut yang terdapat di Taman Hutan Raya (Tahura) provinsi Riau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Selesainya pembuatan artikel ilmiah ini tidak luput dari bantuan pihak-pihak terkait, peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak Universitas Islam Riau yang telah memberikan bantuan dana terhadap penelitian terkhusus Wakil Rektor III Bidang Kemahasiswaan. Peneliti juga banyak berterimakasih kepada Ibu Prima Wahyu Titisari dan Bapak Elfis selaku yang membimbing penelitian ini, serta teman-teman Khairani, Nunut Suharni dan Tika Permata Sari yang turut membantu dalam penyelesaian artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Shaw A. J. & Goffinet, B. (2000). *Bryophyte Biology*. Cambridge University Press, New York, United States.
- Tjitrosoepomo, G (2005). *Taksonomi Tumbuhan Obat - obatan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Windadri, F. I. (2010). “Keanekaragaman Lumut Ditaman Nasional Bukit Barisan Selatan, Provinsi Lampung”. *Berita Biologi*, 10(2), 159-163.

KEANEKARAGAMAN JENIS TUMBUHAN PAKU (PTERIDOPHYTA) DI KAWASAN
TAHURA SULTAN SYARIF HASIM PROVINSI RIAU

Nunut Suharni¹, Prima Wahyu Titisari*¹, Elfis¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Islam Riau. Jl. Kaharuddin Nasution No.113
Marpoyan, Pekanbaru 24284, Riau, Indonesia
email: *pw.titisari@gmail.com

Abstrak. Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim merupakan salah satu kawasan yang dapat dijadikan sebagai obyek wisata alam yang berada di provinsi Riau. Kawasan ini memiliki daya tarik tersendiri, karena letaknya yang strategis dan memiliki keragaman jenis flora dan fauna yang cukup tinggi. Kelompok tumbuhan paku (Pteridophyta) merupakan salah satu potensi flora yang belum banyak diminati karena kurangnya data dan informasi mengenai keragaman jenis dan manfaatnya. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk memperoleh data dan informasi tentang keragaman tumbuhan paku di kawasan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasim. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Survey Lapangan, Analisa data penelitian dilakukan secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan foto. Identifikasi jenis tumbuhan paku dilakukan di lapangan dan dilakukan di Laboratorium UIR, serta melakukan koleksi data dan pembuatan herbarium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 23 jenis tumbuhan paku yang terdiri dari 16 famili. Berdasarkan potensi pemanfaatannya, yang dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias yaitu *Asplenium nidus linn*. Tumbuhan paku sebagai tumbuhan obat diantaranya, *selaginella intermedia sp*, dan *Asplenium nidus linn*. Ada juga tumbuhan paku yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan yaitu *Stenochlaena palustris*.

Kata Kunci: Keanekaragaman hayati, Pteridophyta

PENDAHULUAN

Tumbuhan paku (Pteridophyta) merupakan salah satu golongan tumbuhan yang hampir dapat dijumpai pada setiap wilayah di Indonesia. Tumbuhan paku dikelompokkan dalam satu divisi yang jenis-jenisnya telah jelas mempunyai kormus dan dapat dibedakan dalam tiga bagian pokok yaitu akar, batang, dan daun. Bagi manusia, tumbuhan paku telah banyak dimanfaatkan antara lain sebagai tanaman hias, sayuran dan bahan obatobatan (Arini & Kinho, 2012). Keanekaragaman hayati di Indonesia sangat tinggi, satu diantaranya adalah tumbuhan paku (Pteridophyta). Tumbuhan epifit merupakan bagian signifikan dari seluruh jenis tumbuhan yang dapat dijumpai di hutan tropis. Ukurannya bervariasi mulai dari yang sangat kecil (mikro epifit) sampai berbentuk koloni yang beratnya dapat mencapai beberapa ton dan membungkus hampir seluruh bagian tumbuhan inangnya. Epifit merupakan salah satu kelompok tumbuhan penyusun komunitas hutan yang kehadirannya hampir tidak mendapat perhatian, jenisnya sangat beraneka ragam mulai dari algae, lumut, jamur, paku-pakuan, anggrek hingga tumbuhan berkayu. Tumbuhan paku (Pteridophyta) merupakan salah satu golongan tumbuhan yang hampir dapat dijumpai pada setiap wilayah di Indonesia (Musriadi et al., 2017). Penyebaran tumbuhan paku sangat khas mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Pola penyebaran merupakan salah satu ciri khas dari setiap organisme di suatu habitat. Pola penyebaran tergantung pada faktor lingkungan maupun keistimewaan biologis organisme itu sendiri (Katili, 2013).

Tumbuhan paku merupakan suatu divisi tumbuhan yang telah memiliki sistem pembuluh sejati (kormus), artinya tubuhnya dengan nyata dapat dibedakan dalam tiga bagian pokok yaitu akar, batang dan daun. Namun demikian, tumbuhan paku tidak menghasilkan biji untuk reproduksinya. (Tjitrosoepome, 2005). Bentuk tumbuhan paku bermacam-macam (heterogen), baik ditinjau dari segi habitus maupun cara hidupnya. Kebanyakan tumbuhan paku yang dijumpai berupa terna dengan rizoma yang menjalar di tanah atau humus dan ental (frond) yang menyangga daun dengan ukuran yang bervariasi (sampai 6 m). Tumbuhan paku sering dijumpai mendominasi vegetasi suatu tempat sehingga membentuk belukar yang luas dan menekan tumbuhan yang lain. Secara tradisional,

Pteridophyta mencakup semua kormofita berspora, kecuali lumut hati, lumut tanduk, dan tumbuhan lumut. Selain paku sejati (kelas Filicinae), termasuk di dalamnya paku ekor kuda (Equisetinae), rane dan paku kawat (Lycopodiinae), Psilotum (Psilotinae), serta Isoetes (Isoetinae) (Kinho, 2009).

Hutan secara umum dikenal sebagai suat sumberdaya yang sangat unik, yang memberi manfaat sangat beragam bagi kehidupan baik secara langsung ataupun tidak langsung. TAHURA Sultan Syarif Hasyim (SSH) merupakan salah satu kawasan yang dapat dijadikan sebagai obyek wisata alam yang berada di provinsi Riau. Kawasan ini memiliki daya tarik karena letaknya yang strategis dan memiliki keragaman jenis flora dan fauna yang cukup tinggi, keadaan alamnya potensial sebagai tempat ekowisata dengan obyek panorama hutan alam (Suhartono et al., 2017). Berdasarkan UU No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya dijelaskan bahwa Taman Hutan Raya (TAHURA) adalah kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi tumbuhan dan satwa yang alami atau buatan, jenis asli dan bukan asli, yang dimanfaatkan bagi kepentingan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, budaya, pariwisata dan rekreasi. Kawasan Konservasi Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim (Tahura SSH) merupakan kawasan pelestarian alam yang ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan No.348/Kpts-II/1999 tanggal 26 Mei 1999 seluas 6.172 Ha. Berdasarkan Peraturan Gubernur Riau Nomor 44 Tahun 2008 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Dinas, maka Pengelolaan Kawasan Konservasi Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim dilaksanakan oleh Unit Pelaksana Teknis (UPT) Tahura, yang mana institusi ini (UPT) berada dibawah naungan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Riau.

Tumbuhan Paku (Pteridophyta) sebagai bagian dari keanekaragaman hayati merupakan komunitas tumbuhan yang memiliki fungsi ekologis yang cukup penting di dalam ekosistem hutan, seperti sebagai vegetasi penutup tanah, pencampur serasah bagi pembentukan hara tanah, dan produsen dalam rantai makanan, Disamping itu berperan sebagai sumber plasma nutfah juga berpotensi sebagai sumber pangan, dan obat-obatan (Suraida et al., 2012). Hal tersebut perlu mendapatkan perhatian yang cukup besar di dalam pengelolaannya. Tumbuhan paku memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi dan mampu hidup dalam kondisi lingkungan yang bervariasi. Keberadaan paku-pakuan ini masih kurang mendapat perhatian dibanding kelompok tumbuhan lainnya dan seringkali terabaikan, sehingga peneliti tertarik untuk mengkaji tentang keanekaragaman tumbuhan paku (Pteridophyta).

Penelitian ini bertujuan memperoleh data dan informasi tentang keragaman tumbuhan paku di kawasan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasim. Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk memperkaya pengetahuan tentang kehadiran tumbuhan paku dan sebagai data informasi tentang keanekaragaman jenis tumbuhan paku yang ada di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasim.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2019, di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasim. Penelitian ini bersifat eksploratif, yaitu dengan mengumpulkan sebanyak-banyaknya informasi jenis tumbuhan paku yang dijumpai di kawasan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasim, data yang dicatat yaitu nama jenis atau ilmiah dari tumbuhan paku (*Pteridophyta*). Metode yang digunakan adalah Survey Lapangan, Analisa data penelitian dilakukan secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan foto. Identifikasi jenis tumbuhan paku dilakukan di lapangan dan di Laboratorium UIR. Survey dilakukan untuk mendapatkan jenis *Pteridophyta* di Taman Hutan Raya (TAHURA) Sultan Syarif Hasim. Setiap jenis tumbuhan paku (*Pteridophyta*) yang telah diketahui nama ilmiahnya dapat langsung didata, sedangkan jenis tumbuhan paku (*Pteridophyta*) yang belum diketahui atau masih ragu dibawa ke Laboratorium UIR, serta melakukan koleksi data disertai pembuatan herbarium, melalui tahapan pengawetan, pengapitan, pengeringan, penempelan dan pemberian label, selanjutnya digunakan untuk identifikasi jenis tumbuhan paku.

Penelitian ini menggunakan alat-alat dan bahan antara lain gunting, pisau, kamera, teropong, kertas koran, alat pengepres, etiket gantung, etiket tempel, alat tulis, plastik putih, dan alkohol 70%. Penelitian ini meneliti tentang jenis paku. Teknik pengambilan sampel paku dilakukan dengan menggunakan plot pengamatan berukuran (50m × 50m) sebanyak 4 plot. Pengamatan dilakukan pada seluruh jenis paku-pakuan yang berada di dalam plot pengamatan. Tumbuhan paku yang terdapat dalam semua plot pengamatan dikoleksi dan kemudian diproses lebih lanjut untuk dibuat herbarium

melalui tahapan pengawetan, pengapitan, pengeringan, penempelan dan pemberian label, selanjutnya digunakan untuk identifikasi jenis tumbuhan paku. Identifikasi menggunakan acuan Fern of Malaya dan *Malaya Fern Handbook*, dan untuk melihat keragaman jenis paku di TAHURA Sultan Syarif Hasim dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H').

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di kawasan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasim, ditemukan 23 jenis paku yang termasuk ke dalam 16 famili. Family *Pteridaceae* memiliki jumlah terbanyak yaitu 3 jenis, kemudian diikuti oleh family *Tectariaceae*, *Adiantaceae*, *Aspleniaceae*, *Dryopteridaceae*, *Polypodiaceae* yaitu 2 jenis dan ada beberapa family yang 1 jenis. Indeks keanekaragaman jenis tumbuhan paku yang ditemukan di Kawasan Tahura Sultan Syarif Hasim Provinsi Riau selengkapnya disajikan dalam Tabel 1

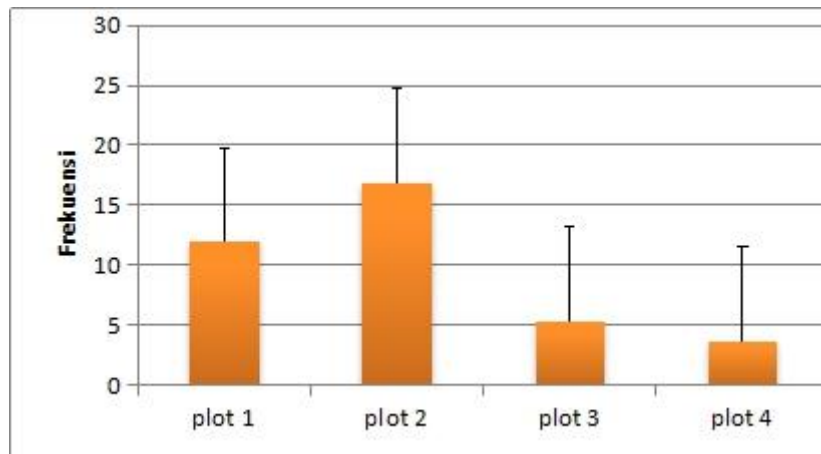
Tabel 1. Indeks Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Paku di TAHURA Sultan Syarif Hasim

No	Nama Spesies	Lokasi				Frekuensi (f)	H'
		Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4		
1	<i>Asplenium nidus</i>	0	2	2	0	4	0,013
	<i>Asplenium adiantum</i>	10	0	0	0	10	0,025
2	<i>Tectaria crenata</i>	0	9	6	0	15	0,036
	<i>Tectaria sp</i>	4	8	0	0	12	0,030
3	<i>Syngamma alismifolia</i>	6	9	0	0	15	0,036
	<i>Adiantum capillus</i>	0	7	3	0	10	0,025
4	<i>Drynaria quercifolia</i>	3	0	0	0	3	0,009
	<i>Pyrrhosia longifolia</i>	0	5	0	0	5	0,015
5	<i>Davalia denculata</i>	2	5	6	3	16	0,037
6	<i>Stenochlaena polustris</i>	4	10	2	4	20	0,044
	<i>Selaginella intermedia</i>	6	0	0	0	6	0,016
8	<i>Dryopteris Filix-mas</i>	0	11	9	3	23	0,049
	<i>Cyrtomium falcatum</i>	3	2	0	0	5	0,015
9	<i>Taetinis blechnoides</i>	15	6	7	1	29	0,058
	<i>Pteris cretica</i>	5	3	2	0	10	0,025
	<i>Pteris ensiformis</i>	9	6	0	0	15	0,036
10	<i>Angiopteris avecta</i>	7	6	0	0	13	0,032
11	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	12	8	9	6	35	0,066
	<i>C. Panzihuaensis</i>	3	0	0	0	3	0,009
13	<i>Lycopodium sp</i>	6	4	0	0	10	0,025
14	<i>Cyclosorus aridus</i>	0	25	15	20	60	0,090
15	<i>Pteridium aquilinum</i>	0	22	11	17	50	0,083
16	<i>Gleichenia linearis</i>	180	240	50	30	500	0,841

Berdasarkan tabel 1. tumbuhan paku yang mempunyai keanekaragaman tertinggi adalah jenis paku *Gleichenia linearis* dari famili Gleicheniaceae dan yang terendah adalah jenis paku *Drynaria quercifolia* dari famili Polypodiaceae dan *C. Panzihuaensis* dari famili Cycadaceae. Dari tabel tersebut juga didapatkan bahwa indeks keanekaragaman tumbuhan paku di TAHURA Sultan Syarif Hasyim adalah sedang.

Dari hasil penelitian juga didapatkan grafik standar deviasi keanekaragaman jenis tumbuhan paku yang terdapat di kawasan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasim. Frekuensi pada sumbu Y menyatakan frekuensi keanekaragaman per plot, dan pada sumbu X menyatakan jumlah plot yang di

amati. Standar deviasi ini bertujuan untuk melihat keseragaman tumbuhan paku di TAHURA Sultan Syarif Hasyim.

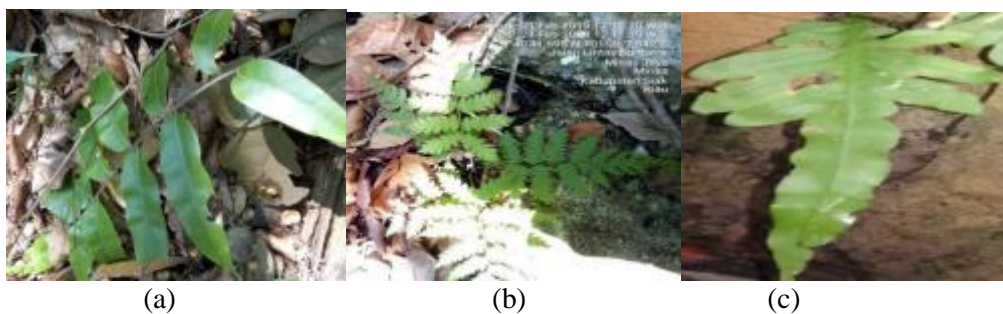


Gambar 1. Standar deviasi keanekaragaman tumbuhan paku di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasim

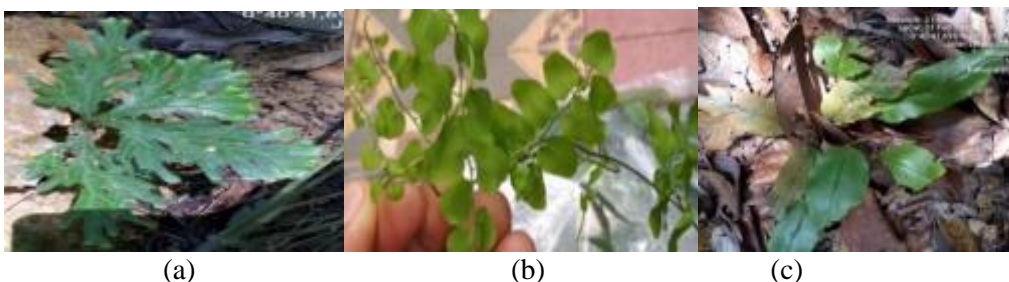
Berdasarkan hasil penelitian terdapat 23 jenis paku yang termasuk ke dalam 16 famili, seperti pada gambar di bawah.



Gambar 1. Famili Aspleniaceae (a) *Asplenium nidus* (b) *Asplenium adiantum* dan Filum Davalliaceae (c) *Davalia denculata*



Gambar 2. Famili Tectariaceae (a) *Tectaria sp* (b) *Tectaria crenata* dan Famili Blechnaceae (c) *Stenochlaena polustris*



Gambar 3. Famili Adiantaceae (a) *Syngamma alismifolia* (b) *Adiantum capillus* dan Famili Selaginellaceae (c) *Selaginella intermedia*



(a) (b) (c)

Gambar 4. Famili Polypodiaceae (a) *Drynaria quercifolia* (b) *Pyrrosia longifolia* dan Famili Dryopteridaceae (c) *Cyrtomium falcatum*



(a) (b) (c)

Gambar 5. Famili Pteridaceae (a) *Taetinis blechnoides* (b) *Pteris cretica* (c) *Pteris ensiformis*



(a) (b) (c)

Gambar 6. Famili Marattiaceae (a) *Angiopteris avecta*, Famili Nephrolepidaceae (b) *Nephrolepis cordifolia*, Famili Cycadaceae (c) *C. Panzihuaensis*



(a) (b) (c)

Gambar 7. Famili Lycopodiaceae (a) *Lycopodium sp.*, Famili Thelypteridaceae (b) *Cyclosorus aridus*, dan Famili Dennstaedtiaceae (c) *Pteridium aquilinum*



(a) (b)

Gambar 8. Famili Gleicheniales (a) *Dryopteris Filix-mas* dan famili Dryopteridaceae (b) *Gleichenia linearis*

Jenis paku yang pada umumnya memiliki banyak manfaat bagi manusia, baik sebagai tanaman hias, obat-obatan ataupun keperluan lain. Tumbuhan paku yang pada umumnya dimanfaatkan sebagai keperluan pengobatan yaitu *Dryopteris expansa* yang dapat digunakan sebagai obat penurun panas, *Lycopodium cernuum* untuk obat batuk dan lelah. *Blechnum orientale* untuk obat bisul dan obat gangguan saluran kencing. *Lygodium circinatum* dan *Drynaria sparsisora* untuk obat luka. Jenis tumbuhan paku yang dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias yaitu *Asplenium nidus* (paku sarang burung), *Pteris vittata*, *Nephrolepis falcata*, *Nephrolepis bisserata*, dan *Davalia denticulata*. Sedangkan *Gleichenia linearis* untuk bahan baku kerajinan tangan, *Stenochlaena palustris* untuk bahan makanan dan membuat perangkap ikan serta keranjang. Jenis paku yang ditemukan di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasim yang memiliki manfaat bagi manusia, baik sebagai tanaman hias, obat-obatan ataupun keperluan lain. Tanaman paku sebagai tanaman hias yaitu *Asplenium nidus linn*, *Davalia denculata*, *Adiantum capillus*. Tumbuhan paku sebagai tumbuhan obat-obatan diantaranya, *selaginella intermedia* (sebagai obat luka), *Asplenium nidus linn*, *dryopteris filix-max*. Tumbuhan paku juga dimanfaatkan sebagai pangan yaitu *Stenochlaena palustris*, *Pteridium aquilinum*. *Lycopodium sp* sebagai bahan pembuatan petasan.

Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Arini et al., 2012) yang melakukan penelitian yang sama dalam mengamati keragaman jenis tumbuhan paku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 41 jenis tumbuhan paku yang terdiri dari 19 famili. Jenis yang paling banyak dijumpai berasal dari famili Polypodiaceae sebanyak 8 jenis. Berdasarkan potensi pemanfaatannya, yang dapat dimanfaatkan sebagai tumbuhan hias sebanyak 9 jenis diantaranya *Asplenium pellucidum* Lam. dan *Dipteris conjugata* Reinw. Sebagai tumbuhan obat sebanyak 11 jenis diantaranya *Lecanopteris carnososa* (Reinw.) Blume. dan *Selaginella plana* (Desv.ex Poir) Hieron., sebagai bahan kerajinan sebanyak 1 jenis yaitu *Gleichenia hispida* Mett.ex Kuhn. dan sebagai bahan pangan sebanyak 5 jenis diantaranya *Pteris mertensioides* Willd dan *Diplazium accendens* Blume.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pembimbing yaitu ibu Prima Wahyu Titisari dan Bapak Elfis yang telah memberi bantuan tenaga dan waktu selama pelaksanaan penelitian serta semua pihak yang telah banyak membantu sehingga terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arini, D. I. D. & Kinho, J. (2012). "Keragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Cagar Alam Gunung Ambang Sulawesi Utara". 2(1), 18-19
- Hafidhexza. (2012). Penelitian Tumbuhan Paku. Available at: <https://hafidhexza.wordpress.com/2012/06/15/penelitian-tumbuhan-paku-2> (Diakses tanggal 27 Februari 2019), <https://id.wikipedia.org/wiki/Dennstaedtiaceae> (Diakses tanggal 27 Februari -2019), <https://id.wikipedia.org/wiki/Lemidi> (Diakses tanggal 27 Februari 2019)
- Katili. (2013). Deskripsi Pola Penyebaran Dan Faktor Bioekologis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Cagar Alam Gunung Ambang Kawasan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Jurnal Saintek*, 7(1), 35
- Kinoh, J. (2009). "Mengenal Beberapa Jenis Tumbuhan Paku Di Kawasan Hutan Payahe Taman Nasional Aketajawe Lolobata Maluku Utara". Manado: Balai Penelitian Kehutanan Manado.
- Musriadi, Jailani. & Armi. (2017). "Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Sebagai Bahan Ajar Botani Tumbuhan Rendah Di Kawasan Tahura Pocut Meurah Intan Kabupaten Aceh Besar". *Jurnal Pendidikan Sains*. 5(1): 22
- Sunanda, R. (2017). Paku *Davallia denticulata*. Available at: <https://www.biodiversitywarriors.org/paku-davallia-denticulata.html> (Diakses tanggal 1 Maret 2019)
- Suhartono, Rasyad, A. & Hadi, S. (2017). "Strategi Pengembangan Pengelolaan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim Yang Berkelanjutan". *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 11(1): 76.

- Suraida, Susamti, T. & Amriyanto, R. (2013). “*Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Taman Hutan Kenali Kota Jambi*”. 387-388
- Tjitrosoepomo, G. (2005). *Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta)*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

**KEANEKARAGAMAN FUNGI DI TAMAN HUTAN RAYA
SULTAN SYARIF HASYIM PROVINSI RIAU**

Khairani*¹, Elfis¹, Prima Wahyu Titisari¹

³Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Islam Riau Kaharuddin Nasution No.113
Marpoayan, Pekanbaru 24284, Riau, Indonesia
Tel.: +62.761.674.674, Fax.: +62.761.674.834
e-mail: *khairani0498@gmail.com

Abstrak. Keberadaan fungi dalam ekosistem hutan berperan dalam kematangan dan kesehatan hutan baik sebagai dekomposer, simbiosis maupun patogen. Selain itu keberadaan beberapa fungi telah dimanfaatkan masyarakat khususnya sebagai bahan pangan maupun sebagai bahan obat-obatan. Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim merupakan salah satu kawasan hutan konservasi di Provinsi Riau, TAHURA SSH memiliki karakter hutan hujan tropis dataran rendah. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah, untuk dapat mengidentifikasi keanekaragaman jenis-jenis fungi makroskopis dan peran ekologisnya didalam ekosistem TAHURA SSH Provinsi Riau. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi langsung ke lapangan dan pembuatan plot, yaitu TAHURA SSH Provinsi Riau dengan teknik penelitian random sampling, pengambilan sample spesies fungsi dan melakukan identifikasi spesies fungi di Laboratorium Dasar Botani Universitas Islam Riau. Karakter morfologi fungi makroskopis yang diamati meliputi penampakan warna, bentuk dan ukuran. Dari hasil identifikasi yang dilakukan di Laboratorium Dasar Botani Universitas Islam Riau ditemukan sebanyak 22 spesies fungi dari 13 famili yang berbeda yaitu famili Polyporaceae, Cantharellaceae, Ganodermataceae, Geastraceae, Cortinariaceae, Meripilaceae, Gomphaceae, Tricholomataceae, Marasmiaceae, Mycenaceae, Clavariaceae, Meruliaceae, dan Amanitaceae. Salah satu fungi yang dapat dimanfaatkan sebagai obat adalah famili dari ganodermataceae yaitu *Ganoderma tornatum* bermanfaat untuk memperlancar peredaran darah di dalam tubuh.
Kata kunci: fungi, keanekaragaman hayati.

PENDAHULUAN

Makrofungi merupakan salah satu potensi biodiversitas yang telah dikembangkan untuk berbagai kepentingan seperti pangan, obat-obatan, biodegradator limbah dan pengembangan hutan tanaman dan pertanian (Dighton, 2003). Hingga saat ini informasi mengenai keanekaragaman jenis jamur masih sangat terbatas khususnya di Indonesia. Sementara itu, keragaman fungi di dunia diperkirakan mencapai 1.500.000 jenis dan 200.000 jenis diperkirakan terdapat di Indonesia (Gandjar et al., 2006). Jumlah jenis fungi tersebut mencakup mikrofungi dan makrofungi, sedangkan untuk khusus biodiversitas makrofungi di Indonesia belum terdapat informasi yang lengkap baik dari aspek jumlah jenis maupun sebaran ekologis.

Keberadaan jamur di alam khususnya pada ekosistem hutan berperan secara ekologis dalam kesehatan dan kematangan hutan seperti berperan sebagai dekomposer, mikoriza hingga patogen penyakit (Pushpa & Purushothama, 2012).

Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim (Tahura SSH) adalah kawasan hutan konservasi yang masuk dalam Kabupaten Kampar, Siak dan kota Pekanbaru. Hutan konservasi ini ditetapkan sebagai kawasan pelestarian alam berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan No.348/Kpts-II/1999 tanggal 26 Mei 1999 seluas 6.172 hektare, dengan perincian 3.041,81 hektare di Kabupaten Kampar, 2.323,33 hektare di Kabupaten Siak, dan 806,86 hektare di Kota Pekanbaru.

Sebagai salah satu kawasan hutan konservasi di Provinsi Riau, Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim memiliki keanekaragaman hayati yang cukup tinggi yang biasa dimanfaatkan sebagai sarana edukasi bagi mahasiswa ataupun pelajar yang ada di Provinsi Riau.

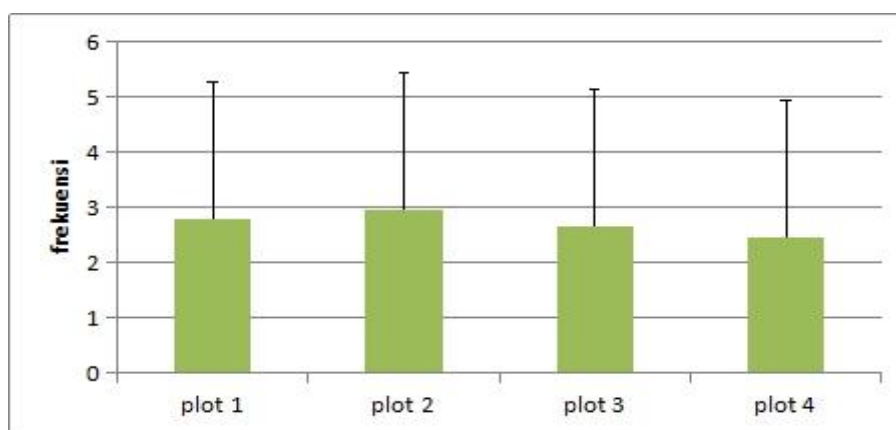
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari Tahun 2019 dan dilaksanakan di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim Provinsi Riau, lalu diidentifikasi di laboratorium botani dasar Universitas Islam Riau. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain fungi, botol sample, kertas label, HVS, panduan identifikasi, penggaris, pulpen, plastik 10 kg, alkohol, air, mikroskop, kamera, tali rafia, gunting, pisau dan teropong.

Metode penelitian yang dilakukan yaitu pengamatan langsung ke lokasi Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim, pembuatan plot dan melakukan ekspolasi dengan menyusuri jalur plot yang telah dibuat di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim, lalu melakukan kolektif sample fungi yang ditemukan. Setelah itu dilakukan proses identifikasi fungi di laboratorium botani dasar Universitas Islam Riau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim, didapatkan hasil identifikasi jumlah sebanyak 22 spesies dengan 13 famili. Hasil penelitian paling banyak ditemukan adalah dari famili *Polyporaceae* yaitu terdapat sebanyak 6 spesies dari family ini (Gambar 2).



Gambar 1. Keekaragaman fungi di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim

Hasil penelitian menunjukkan grafik standar deviasi keekaragaman jenis fungi yang terdapat dikawasan Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim. Frekuensi pada sumbu Y menyatakan frekuensi keekaragaman per plot, dan sumbu X menyatakan jumlah plot yang diamati. Standar deviasi ini bertujuan untuk mengetahui keekaragaman fungi di Taman Hutan Raya Sulta Syarif Hasyim.

Tabel 1. Indeks Keekaragaman Jenis Fungi Di Taman Hutan Raya Sultas Syarif Hasyim Provinsi Riau

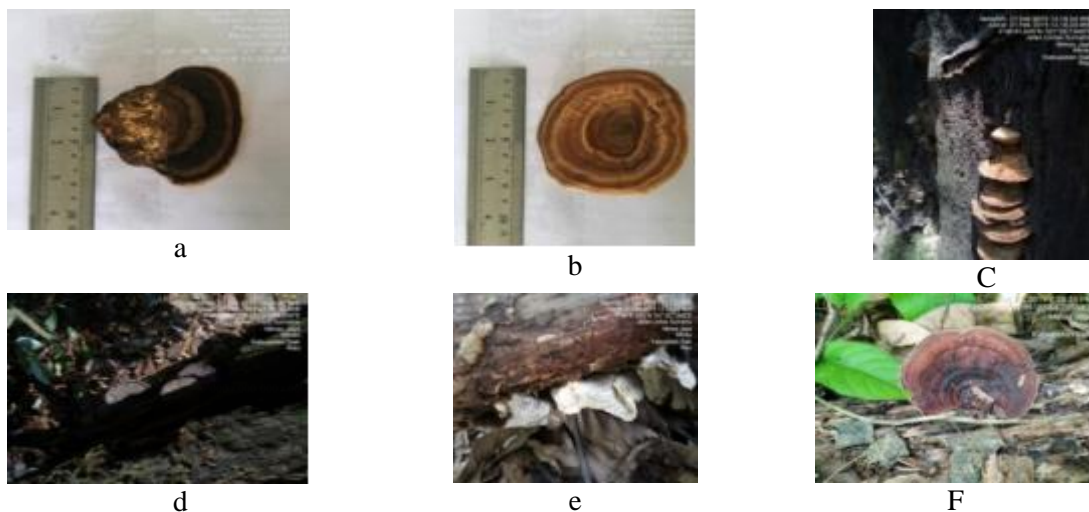
No	Nama spesies	Lokasi				Frekuensi	H'
		Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4		
1	<i>Ischnoderma benzoinum</i>	14	9	0	12	35	0,125
2	<i>Microporus xanthopus</i>	5	7	3	6	21	0,095
3	<i>Fomes applanatus</i>	16	7	11	8	42	0,135
4	<i>Hexagonia hydnooides</i>	6	10	2	4	22	0,097
5	<i>Trametes pubescens</i>	0	0	8	4	12	0,066
6	<i>Hexagonia tenuis</i>	3	3	5	0	11	0,063
7	<i>Cantharellus cibarius</i>	2	0	0	0	2	0,016
8	<i>Ganoderma tornatum</i>	3	0	4	4	11	0,063
9	<i>Cortinarius sanguenius</i>	0	0	1	0	1	0,009
10	<i>Polyporus giganteus</i>	3	6	3	2	11	0,063
11	<i>Rigidoporus.Sp</i>	0	2	0	0	2	0,016
12	<i>Ramaria abietina</i>	1	0	0	0	1	0,009
13	<i>Clavaria abietina</i>	0	1	0	0	1	0,009

14	<i>Collybia aurea</i>	0	0	1	0	1	0,009
15	<i>Clitocybe dicolor</i>	0	9	11	0	20	0,092
16	<i>Collybia tuberosa</i>	0	0	0	1	1	0,009
17	<i>Geastrum saccatum</i>	0	0	0	8	8	0,050
18	<i>Marasmius androsaceus</i>	6	4	0	0	10	0,059
19	<i>Mycena hiemalis</i>	0	0	6	0	6	0,041
20	<i>Clavulinopsis helvola</i>	0	0	1	0	1	0,009
21	<i>Sarcodontia pachyodon</i>	0	4	0	3	7	0,044
22	<i>Amanita caesarea</i>	0	0	0	1	1	0,009

Tabel 1. Jenis jamur makroskopis pada Taman Hutan Raya Sulta Syarif Hasyim Provinsi Riau

No	Family	Species
1.	<i>Polyporaceae</i>	<i>Ischnoderma benzoinum</i> <i>Microporus xanthopus</i> <i>Fomes applanatus</i> <i>Hexagonia hydroides</i> <i>Trametes pubescens</i> <i>Hexagonia tenuis</i>
2.	Cantharellaceae	<i>Cantharellus cibarius</i>
3.	Ganodermataceae	<i>Ganoderma tornatum</i>
4.	Cortinariaceae	<i>Cortinarius sanguineus</i>
5.	Meripilaceae	<i>Polyporus giganteus</i> <i>Rigidoporus.Sp</i>
6.	Gomphaceae	<i>Ramaria abietina</i> <i>Clavaria abietina</i>
7.	Tricholomataceae	<i>Collybia aurea</i> <i>Clitocybe dicolor</i> <i>Collybia tuberosa</i>
8.	Geastraceae	<i>Geastrum saccatum</i>
9.	Marasmiaceae	<i>Marasmius androsaceus</i>
10.	Mycenaceae	<i>Mycena hiemalis</i>
11.	Clavariaceae	<i>Clavulinopsis helvola</i>
12.	Meruliaceae	<i>Sarcodontia pachyodon</i>
13.	Amanitaceae	<i>Amanita caesarea</i>

Gambar hasil penelitian



Gambar 2. Famili Polyporaceae (a) *Ischnoderma benzoinum*, (b). *Microporus xanthopus*, (c). *Fomes applanatus*, (d). *Hexagonia hydroides*, (e). *Trametes pubescens*, (f). *Hexagonia tenuis*.



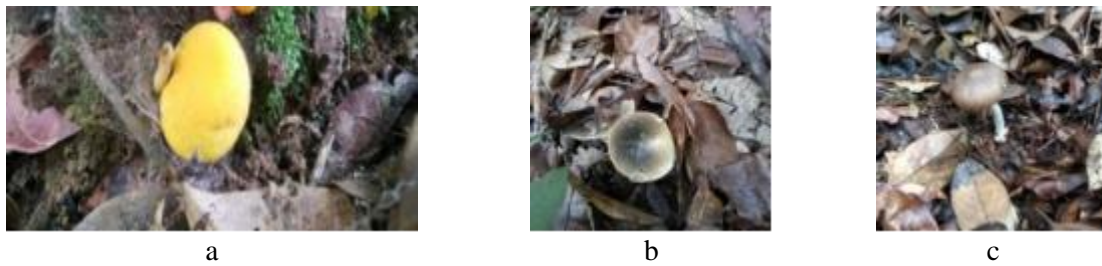
Gambar 3. (a) Famili Cantharellaceae, *Cantharellus cibarius* (b) Famili Ganodermataceae, *Ganoderma tornatum* (c) Famili Cortinariaceae, *Cortinarius sanguenius*



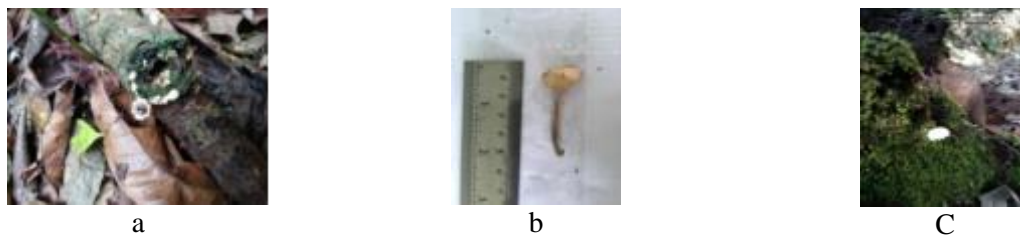
Gambar 4. Famili Meripilaceae (a) *Polyporus giganteus*, (a) *Rigidoporus*. sp.



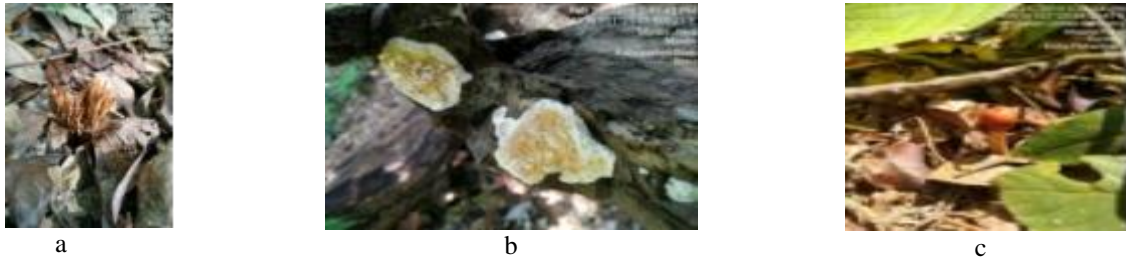
Gambar 5. Famili Gomphaceae (a) *Ramaria abietina*, (a) *Clavaria abietina*.



Gambar 6. Famili Tricholomataceae (a) *Collybia aurea*, (a) *Clitocybe dicolor*, (a) *Collybia tuberosa*.



Gambar 7. (a) Famili Geastraceae, *Geastrum saccatum*, (b) Famili Marasmiaceae, *Marasmius androsaceus*, (c) Famili Mycenaceae, *Mycena hiemalis*



Gambar 8. (a) Famili Clavariaceae, *Clavulinopsis helvola*, (b) Famili Meruliaceae, *Sarcodontia pachyodon*, (c) Famili Amanitaceae, *Amanita caesarea*

Spesies paling banyak di jumpai yaitu *Fomes applanatus* dengan total 42 spesies dan hampir di temukan di semua plot yang dibuat, pada plot 1 sebanyak 16 spesies, plot 2 sebanyak 7 spesies, plot 3 sebanyak 11 spesies dan plot 4 sebanyak 8 spesies (tabel1). Salah satu jenis fungs yang memiliki manfaat adalah famili dari ganodermataceae yaitu *Ganoderma tornatum* bermanfaat untuk memperlancar peredaran darah di dalam tubuh dengan mengkonsumsi jenis jamur ini.

Beberapa jenis dari jamur yang ditemukan dalam penelitian sama dengan yang ditemukan Noverita et al. (2017) di Kawasan Cagar Alam Lembah Anai dan Cagar Alam Batang Palupuh Sumatera. Jenis yang ditemukan adalah *Auricularia auricula*, *Auricularia delicata*, *Agaricus* spp., *Boletellus* spp., *Calvatia excipuliformis*, *Cantharellus cibarius*, *Cookeina speciosa*, *Fistulina* spp., *Hygrocybe* sp2 *Lentinussajor-caju*, *Marasmiell usramealis*, *Russula fragilis* dan *Pluteus cervinus*.

Makrofungi dimanfaatkan sebagai bahan pangan karena rasanya yang enak dan kandungan gizi yang lengkap. Menurut Suriawiria (2000), komposisi kandungan kimia yang terkandung di dalam jamur tergantung pada masing-masing jenis jamur dan tempat tumbuhnya. Kandungan utama jamur makro adalah protein dan lemak, selain itu juga mengandung mineral, vitamin, dan beberapa senyawa lainnya, selanjutnya Chang dan Miles (1989) menyatakan bahwa terdapat 9-20 kandungan asam amino essensial dan kandungan lemak tidak jenuh sebanyak 72% ada di dalam jamur sehingga aman apabila dimakan. Vitamin yang terkandung dalam jamur antara lain thiamine (vitamin B1), riboflavin (vitamin B12), niasin, biotin, dan vitamin C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Selesainya pembuatan artikel ilmiah ini tidak luput dari bantuan pihak-pihak terkait, peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak Universitas Islam Riau yang telah memebrikan bantuan dana terhadap penelitian terkhusus Wakil Rektor III Bidang Kemahasiswaan. Peneliti juga banyak berterimakasih kepada Ibu Prima Wahyu Titisari dan Bapak Elfis selaku yang membimbing penelitian ini, serta teman-teman Nadiatul Janna, Nunut Suharni dan Tika Permata Sari yang turut membantu dalam penyelesaian artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, S. T., & Miles, P. G. (1989). *Edible Mushrooms and Their Cultivation*. Boca Raton, FL: CRC Press, 345 pp.
- Dighton. (2003). _____
- Gandjar et al., (2006). _____
- Noverita et al (2017) _____
- Suriawiria (2000) _____

KEANEKAAN LIKHEN KORTIKOLOUS DI KAMPUS UNPAD JATINANGOR
KABUPATEN SUMEDANG, JAWA BARAT

Joko Kusmoro*¹, Betty Mayawatie Marzuki², Rika Satriawati³, Iin Supartinah Noer⁴

^{1,2,3,4}Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran,
Jatinangor Sumedang Jawa Barat 45363

e-mail: *¹kusmorojoko@gmail.com, ²mayawatiebetty@gmail.com, ³rikasatriawati@gmail.com
⁴iinsnoer@yahoo.co.id

Abstrak. Penelitian keanekaan likhen kortikolus telah dilakukan pada bulan Agustus sampai November 2018 di kampus UNPAD Jatinangor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaan likhen dan untuk memprediksi pencemaran udara di lingkungan kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor melalui analisis LDV dan LDC. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Pengumpulan data dilakukan dengan metode sigi menggunakan modifikasi line transect dan metode European Guidelines (EU). Hasil sigi yang telah dilakukan didapatkan 50 jenis likhen yang termasuk dalam 28 marga dan 11 suku. Suku dominan adalah suku Grapidaceae dan Physciaceae. Berdasarkan talusnya, likhen kelompok crustose lebih banyak (33 jenis) dibandingkan kelompok foliose yang hanya 17 jenis. Hasil analisis didapatkan nilai LDV yang tertinggi sebesar 52,50 Nilai yang terendah 21,00. Hasil tersebut menunjukkan bahwa daerah dengan LDV tertinggi yang ditemukan di stasiun pengamatan dekat arboretum udaranya bersih. Nilai LDV terendah menunjukkan bahwa daerah tersebut telah tercemar yang ditemukan di stasiun pengamatan lahan praktek mahasiswa pertanian dan peternakan.

Kata kunci : bersih, keanekaan, kortikolous, LDV, tercemar

PENDAHULUAN

Likhen adalah tumbuhan tingkat rendah yang merupakan organisme majemuk gabungan antara alga (ganggang) dan cendawan (jamur), hidup bersimbiosis mutualisme (Nash, 2008). Jamur pada likhen berfungsi sebagai pelindung dan penyerap air serta mineral, sedangkan ganggang berfungsi menyediakan makanan dengan cara fotosintesis. Likhen hidup secara epifit di pohon, tanah, dan di batuan (Hale, 1979). Likhen berperan sebagai tumbuhan perintis, bioindikator, bahan obat-obatan, pakan, bahan makanan, dan bahan baku untuk pewarna alami (Huneck, 1996).

Berdasarkan habitatnya, dikenal likhen *saxicolous* (jenis yang tumbuh di batuan), *corticolous* (yang tumbuh di kulit kayu atau pohon), *terricolous* (yang tumbuh di permukaan tanah) dan *folicolous* (tumbuh di daun) (Hawksworth, 1976). Tubuhnya berupa talus yang tersusun oleh benang hifa, meskipun banyak jenis substrat yang ditumbuhi, perkembangan likhen sangat lambat diperkirakan selama satu tahun hanya bertambah 0,5 – 2 cm. Cara untuk menjamin keberadaan individu likhen adalah pada kondisi alami di lapangan (Ahmadjian, 1993).

Kampus Universitas Padjadjaran (UNPAD) Jatinangor dikenal sebagai *Green Campus* yang memiliki cukup banyak pohon peneduh. Banyaknya jenis pohon peneduh yang menutupi suatu area kampus menyebabkan suhu menjadi rendah dan kelembaban tinggi. Kondisi ini sangat disukai oleh likhen untuk pertumbuhannya (Friedel et al., 2006). Kelembaban udara merupakan faktor yang sangat mempengaruhi likhen dalam menyerap air, nutrien, dan bahan-bahan pencemar yang ada di udara, likhen dapat tumbuh dan berfotosintesis pada kondisi habitat yang sangat lembab (85%) (Sunberg, 1996). Pertumbuhan dan perkembangan talus likhen pada suatu wilayah tidak hanya ditentukan oleh faktor kelembaban udara tetapi dipengaruhi oleh tingkat pencemaran udara (Noer, 2004).

Kualitas udara di kampus UNPAD Jatinangor diprediksi menurun diakibatkan oleh meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor akan menyebabkan peningkatan penggunaan bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor menghasilkan berbagai macam senyawa gas emisi, termasuk sulfur dioksida (SO₂). Jumlah emisi unsur sulfur di udara yang semakin besar jumlahnya dapat mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan (Hadiyati, 2013). Oleh karena itu, inventarisasi likhen pada pohon yang

tumbuh di sepanjang tepi jalan utama kampus UNPAD Jatiningor perlu dilakukan untuk mengetahui keanekaan likhen dan kondisi udaranya.

BAHAN DAN METODE

Survey Pendahuluan

Untuk mengetahui kondisi medan.

Penentuan Lokasi Sampling

Mengetahui jenis tumbuhan sebagai substrat likhen yang terdapat di lokasi penelitian.

Pembuatan Dan Penempatan Transek



Transek garis dibuat disepanjang jalur kendaraan mulai dari awal pintu masuk Kampus UNPAD Jatiningor sampai wilayah Rektorat. Pembuatan transek kuadrat di lapangan, menggunakan teknik sampling tanpa petak. Pada transek garis jalur barat di sepanjang jalur kendaraan ditentukan 7 titik stasiun pengamatan sedangkan di jalur Timur ditentukan 6 titik stasiun pengamatan serta di jalur tengah ditentukan 4 titik stasiun pengamatan. Jarak interval satu stasiun pengamatan ke stasiun pengamatan lainnya 200 meter. Pohon contoh di setiap stasiun pengamatan di pilih 4 buah, diambil pohon yang ditumbuhi likhen, 2 pohon contoh di sebelah kiri jalan dan 2 pohon contoh di sebelah kanan jalan.

Pengamatan Likhen Pada Pohon Contoh

Pohon contoh yang diambil memiliki keliling batang utama antara 39 cm sampai 40 cm. Pengamatan likhen pada setiap pohon contoh dilakukan pada subplot berukuran 10 cm x 50 cm di tempatkan pada batang pohon dari ketinggian 100 cm sampai 150 cm dari permukaan tanah. Setiap subplot memiliki lima buah grid berukuran 10 cm x 10 cm, ditempatkan pada empat sisi batang utama pohon yang menghadap kearah utara, selatan, barat, timur. (Asta et al.,2002). Pada setiap grid dihitung jumlah kehadiran likhen dan diambil sampel likhennya dengan cara di congkel pakai pisau. Selanjutnya diukur intensitas cahaya dan kelembaban udara di setiap stasiun pengamatan. Likhen yang teramati di foto dan selanjutnya di masukan kedalam amplop spesimen untuk identifikasi di laboratorium.

Identifikasi Likhen

Likhen jenis kortikolus yang ditemukan dilokasi penelitian, dideterminasi secara morfologi dan anatomi serta kimiawi dengan menggunakan buku literatur dan kunci identifikasi likhen (Schumm & Aptroot, 2010; Huneck & Yoshimura, 1996). Pada proses identifikasi likhen yang diamati antara

lain tipe talus, tipe apothesia, tipe ascorcap, tipe spora dan asam likhenat. Asam likhenat dilakukan menggunakan metode test mikrokristal.

Analisis Data

Data hasil identifikasi likhen dianalisa secara deskriptif dan dilakukan perhitungan kehadiran jenis likhen menggunakan LDV (Likhen Diversity value) dan LDC (Likhen Diversity Classes) pada masing-masing lokasi pengamatan. (Asta et al., 2002).

Pengukuran Data Fisik

Pengukuran data fisik lapangan diperlukan untuk melihat pengaruh sejumlah faktor lingkungan terhadap keanekaan likhen di kampus UNPAD Jatiningor. Parameter lingkungan yang diukur yaitu temperatur, kelembaban dan intensitas cahaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

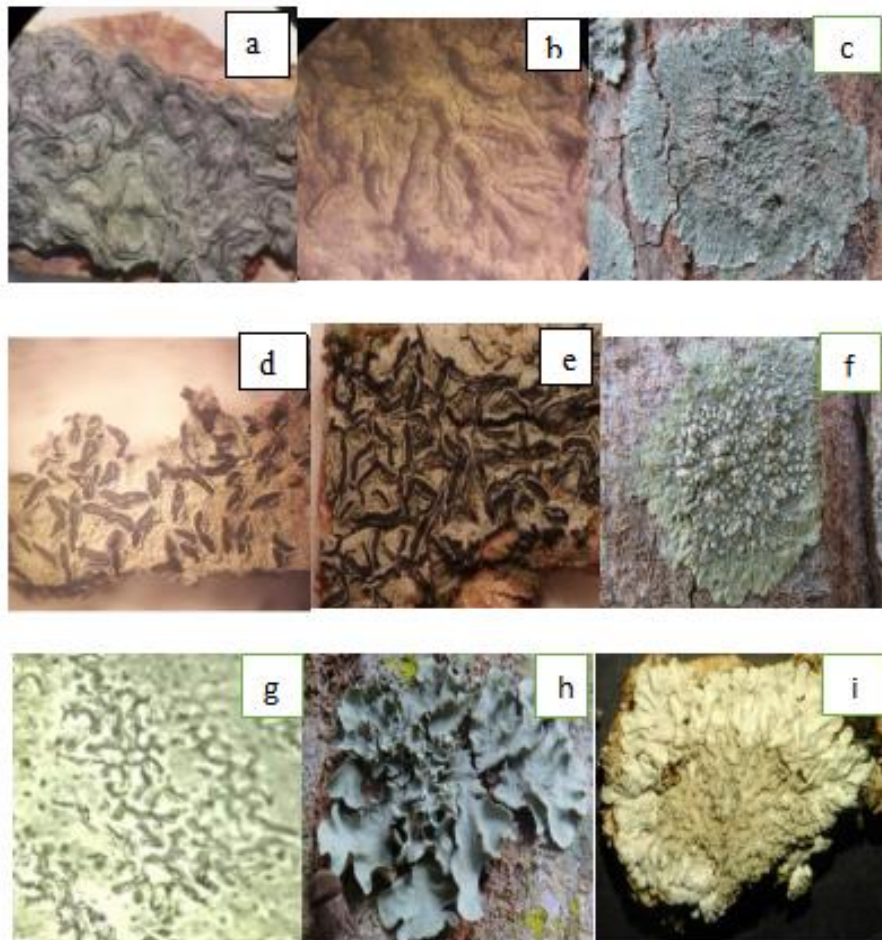
Keanekaan Likhen pada Tiga Koridor Jalan

Hasil pengamatan di 17 plot pengamatan, jenis likhen yang di temukan ada 50 jenis. Dilihat dari tipe talusnya maka kelompok *crustose* lebih banyak (33 jenis) dibandingkan dengan kelompok *foliose* yang hanya dijumpai 17 jenis. suku likhen yang paling dominan, Graphidaceae dan Physciaceae.

Tabel 1. keanekaan likhen pada 3 koridor.

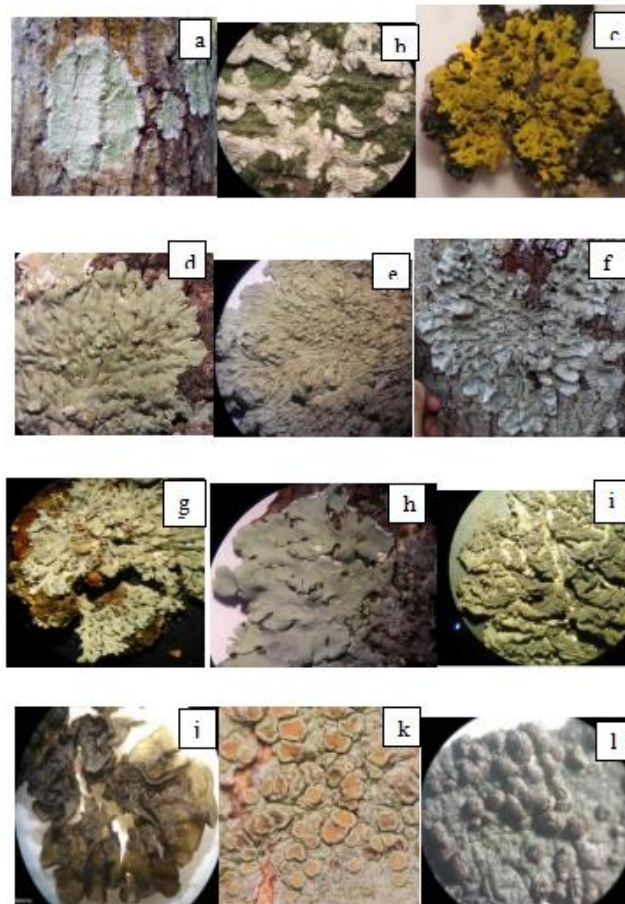
No	Marga/Jenis	suku	Habitat	Swietenia malayensis	Gmelina arborea	Delonix regia	Apothecia	Liralbe	Soredia	Crustose	foliose	koridor barat	koridor tengah	koridor timur
1	<i>Acanthohectis clavulifera</i> (Vain) Stalzer	Graphidaceae				✓				✓		✓	✓	✓
2	<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm)	Physciaceae			✓		✓			✓				✓
3	<i>Arthonia antillarum</i> (DC.) Walf	Arthoniaceae	✓				✓			✓			✓	✓
4	<i>Arthonia cinnabarina</i> (DC.) Walf	Arthoniaceae		✓			✓			✓		✓		✓
5	<i>Bacidia nazgeli</i>	Graphidaceae			✓			✓		✓			✓	✓
6	<i>Bacidia</i> sp	Physciaceae	✓				✓			✓			✓	✓
7	<i>Buellia</i> sp	Physciaceae	✓				✓			✓			✓	✓
8	<i>Buellia</i> sp 2	Physciaceae	✓				✓			✓			✓	✓
9	<i>Calophaea</i> sp	Physciaceae			✓		✓			✓			✓	✓
10	<i>Collema regesacens</i> (Hudson) DC	Collemaaceae		✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓
11	<i>Cryptotrichia</i>	Arthoniaceae			✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	<i>Dimeraria appianata</i> (Fee) D. D. Awasthi	Physciaceae	✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓
13	<i>Dimeraria picta</i> (Sw) Clem & Shear	Physciaceae	✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓
14	<i>Dimeraria</i> sp 2	Physciaceae	✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓
15	<i>Flavoparmelia</i> sp	Parmeliaceae	✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓
16	<i>Graphis Cristobolophara</i> (Nyl.) Zahlbr	Graphidaceae			✓			✓		✓		✓	✓	✓
17	<i>Graphis crebra</i> Vain	Graphidaceae			✓			✓		✓		✓	✓	✓
18	<i>Graphis hoseri</i> Vain	Graphidaceae		✓				✓		✓		✓	✓	✓
19	<i>Graphis libvata</i> C. Knight	Graphidaceae			✓			✓		✓		✓	✓	✓
20	<i>Graphis nigroglaucula</i> Leht.	Graphidaceae			✓			✓		✓		✓	✓	✓
21	<i>Graphis plagiocarpa</i> Fee	Graphidaceae			✓			✓		✓		✓	✓	✓
22	<i>Graphis subflexibilis</i> Lucking & Claves	Graphidaceae			✓			✓		✓		✓	✓	✓
23	<i>Lecanora chlorotera</i> Nyl	Lecanoraceae	✓				✓			✓		✓	✓	✓
24	<i>Lecanora confusa</i> Alsb	Lecanoraceae	✓				✓			✓		✓	✓	✓
25	<i>Lecanora expallens</i> Ach	Lecanoraceae	✓				✓			✓		✓	✓	✓
26	<i>Lecidella cladochroma</i> (Ach) Choisy	Lecidaceae	✓					✓		✓		✓	✓	✓
27	<i>Leparia candellaris</i> (L.) Fr. Nov. Sched	Stereocaulaceae	✓					✓		✓		✓	✓	✓
28	<i>Leparia incana</i> (L.) Ach	Stereocaulaceae	✓					✓		✓		✓	✓	✓
29	<i>Leparia</i> sp	Stereocaulaceae	✓					✓		✓		✓	✓	✓
30	<i>Leptogium mayginellum</i> (Sw.) Gray	Collemaaceae		✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓
31	<i>Megalospora</i> sp	Mesobasporaceae	✓				✓			✓		✓	✓	✓
32	<i>Opegrapha</i> sp	Graphidaceae			✓			✓		✓		✓	✓	✓
33	<i>Parmelia</i> sp	Parmeliaceae	✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓
34	<i>Parmotrema cristiferum</i> (Taylbr)	Parmeliaceae	✓					✓		✓		✓	✓	✓
35	<i>Parmotrema tinctorum</i> (Delise ex Nyl) Hb	Parmeliaceae	✓					✓		✓		✓	✓	✓
36	<i>Phaeographis danuboides</i> (Leight.) Mill. A.	Graphidaceae		✓				✓		✓		✓	✓	✓
37	<i>Phaeographis schitoloma</i> (Mill. Arg.)	Graphidaceae		✓				✓		✓		✓	✓	✓
38	<i>Physcia</i> sp	Physciaceae		✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓
39	<i>Physcia</i> sp 2	Physciaceae	✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓
40	<i>Platygramma discurrens</i> (Nyl.) Stalzer	Graphidaceae		✓				✓		✓		✓	✓	✓
41	<i>Porpidia</i> sp	Lecidaceae		✓				✓		✓		✓	✓	✓
42	<i>Porpidia virgata</i>	Lecidaceae	✓				✓			✓		✓	✓	✓
43	<i>Pycnia</i> sp 4	Physciaceae		✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓
44	<i>Pycnia</i> sp 3	Physciaceae		✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓
45	<i>Pycnia</i> sp 2	Physciaceae	✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓
46	<i>Pycnia</i> sp 1	Physciaceae		✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓
47	<i>Rhizocarpus cummodata</i>	Parmeliaceae		✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓
48	<i>Thecaria quassicola</i> Fee	Graphidaceae		✓				✓		✓		✓	✓	✓
49	<i>Tryphethelium nitidiusculum</i>	Tryphetheliaceae		✓		✓		✓		✓		✓	✓	✓
50	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr	Telocistaceae		✓						✓	✓	✓	✓	✓

Jenis likhen yang sering dijumpai di daerah penelitian dari family Graphidaceae dan Physciaceae.



Gambar 1. Jenis-jenis likhen yang sering ditemukan di Kampus UNPAD Jatinangor. (a) *Graphis* sp.2, (b) *Acanthothecis clavulifera*, (c) *Dirinaria applnata* (d) *Graphis librata*, dan (e) *Thecaria quassilicola*. (f) *Dirinaria picta* (g) *Opegrapha* sp (h) *Parmotrema tintorum* (i) *Physcia* sp1 (Dokumentasi Pribadi, 2018)

Jenis likhen yang ditemui di koridor jalan di kampus UNPAD Jatinangor antara lain adalah *Cryptothecia*, dan *Phaeographis* merupakan likhen yang toleran terhadap pencemaran dan mampu bertoleransi dengan kondisi lingkungan daerah terbuka (Richardson, 1992).



Gambar 2. Jenis likhen yang dijumpai di Koridor jalan kampus UNPAD. (a) *Cryptothecia* sp., (b) *Phaeographis* sp. (c) *Xanthoria parietina* (d) *Dirinaria picta*, (e) *Dirinaria applanata*, (f) *Parmotrema tinctorum*, (g) *Physcia* sp., (h) *Pyxine* sp, (i) *Collema nigrescens*, (j) *Leptogium marginellum*, (k) *Lecanora*, (l) *Buellia* (Dokumentasi Pribadi, 2018)

Hasil penjelajahan ditemukan adanya jenis *Xanthoria parietina* yang merupakan jenis indikator pencemaran dengan level sedang. Jenis likhen yang sering di jumpai pada pohon-pohon yang tumbuh dikoridor jalan utama di kampus UNPAD Jatiningor adalah *Dirinaria applanata*, dan *Dirinaria picta*, *Parmotrema tinctorum*, *Physcia* sp. dan *Pyxine* sp. *Parmotrema tinctorum* merupakan bioindikator pencemaran udara. *Dirinaria applanata* dan *Dirinaria picta* merupakan jenis likhen yang cosmopolitan dan toleran, sehingga dapat diketemukan di daerah dengan udara bersih maupun tercemar (Saipunkew et al., (2005). *Dirinaria picta* adalah jenis likhen kosmopolitan yang memiliki toleransi yang luas terhadap pencemaran udara karena dapat di temukan di seluruh lokasi pengamatan dan memiliki bentuk talus *foliose*, sehingga dapat digunakan sebagai alat biomonitoring pencemaran udara. Nampaknya kampus UNPAD Jatiningor memiliki udara yang cukup bersih walaupun telah terjadi pencemaran udara kategorinya masih sangat rendah sekali dan hanya terjadi pada spot – spot tertentu.

Keanekaan Likhen Berdasarkan Perhitungan LDV dan LDC

Tabel 1. Nilai LDV setiap plot di Koridor Jalan dalam Kampus UNPAD Jatinangor

No.	Plot pengamatan	Nilai LDV	No.	Plot Pengamatan	Nilai LDV
1.	Koridor Barat 1	31.50	10	Koridor Timur 3	33.25
2.	Koridor Barat 2	35.25	11	Koridor Timur 4	33.75
3.	Koridor Barat 3	22.75	12	Koridor Timur 5	31.00
4.	Koridor Barat 4	21.00	13	Koridor Timur 6	29.75
5.	Koridor Barat 5	48.25	14	Koridor Tengah 1	44,25
6.	Koridor Barat 6	52.50	15	Koridor Tengah 2	31
7.	Koridor Barat 7	38.50	16	Koridor Tengah 3	34
8.	Koridor Timur 1	44.25	17	Koridor Tengah 4	28,75
9.	Koridor Timur 2	27.00			

Sumber : Data Primer, 2018

Tabel 2. Nilai Perhitungan LDC (Likhen Diversity Class)

No	kelas LD (LDC)	Rentang LDV	Kategori	Titik sampling
1	LDC 1	<30,21	LD sangat rendah	T2, T6, M4, B3, B4
2	LDC 2	30,22-38,82	LD rendah	T3, T4, T5, M2, M3, B1, B2, B7.
3	LDC 3	38,83-47,44	LD sedang	T1, M1,
4	LDC 4	47,45-56,06	LD tinggi	B5, B6
5	LDC 5	>56,07	LD sangat tinggi	-

Sumber : Data Primer, 2018

KESIMPULAN

1. Jenis likhen yang ditemukan didaerah penelitian adalah *Acanthothesia clavulifera*, *Cryptotrichia sp*, *Dirinaria applanata*, *Dirinaria picta*, *Dirinaria sp2*, *Flavoparmelia sp*, *Graphis librata*, *Opegrapha sp*, *Parmelia sp*, *Parmotrema tinctorum*, *Physcia sp1*, *Porpidia irigina*, *Thecaria quassiicola*, *Collema nigrescens*, *Leptogium marginellum*, *Lecanora*, *Lepraria incana*, *Buellia*, *Xanthoria parietina*, *Bacidia naegeli*, *Graphis Cleistoblephara*, *Graphis crebra*, *Graphis hossei*, *Graphis nigroglauca*, *Graphis plagiocarpa*, *Graphis subflexibilis*, *Phaeographis dendroides*, *Phaeographis schizoloma*, *Platygramme discurrens*, *Amandinea punctata*, *Buellia sp*, *Caloplaca sp*, *Pyxine sp 1*, *Arthonia cinnabarina*, *relicina circumnodata*, *Lecanora*.
2. Jenis likhen yang dominan di koridor kampus UNPAD Jatinangor adalah *Dirinaria picta*, *Graphis*, *Parmotrema tinctorum*, *Physcia sp.*, *Pyxine* dan *Cryptotrichia sp 1*, *Dirinaria applanata*, *Glyphis scyphulifera*, *Lecanora helva* dan *Parmotrema cristiferum*.
3. Kampus UNPAD Jatinangor memiliki udara yang cukup bersih walaupun telah terjadi pencemaran udara kategorinya masih sangat rendah sekali dan hanya terjadi pada spot – spot tertentu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih atas bantuan finansial dari Direktur BPPTN dan masyarakat Universitas Padjadjaran. Terimakasih kepada David Hawkswort, H. Kashiwadani, K.H Moon, Brodo, Felix Schumm dan Andre Aptroot yang telah memperkenalkan likhenologi dan memberikan sumber literatur. Terimakasih kepada team likhen atas kerja sama selama proses identifikasi, Ririn Eka Permatasari, Diah Arum, Alisa Nurwahidah, Dora Erawati Saragih dan Ria Widya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadjian, V. (1993). *The Lichn Symbiosis*. London: Blaisdell Publishing Company.
- Asta, J., Erhardt, W., Ferretti, M., Fornasier, F., Kirschbaum, U., Nimis, P. L., Purvis, O.W., Pirintsos, S., Scheidegger, C., Van Haluwyn, C. & Wirth, V. (2002). *European Guideline for Mapping Lichen Diversity as an Indicator of Enviromental Stress*. London: British Lichen Society
- Friedel, A., Oheimb, G., Dengler & Hardditle, W. (2006). *Species diversity and species composition of epiphytic bryophytes and lichens - a comparison of managed and unmanaged beech forests in NE Germany*. *Feddes Repertorium*, 172-185.
- Hadiyati, M., Setyawati, T. R. & Mukarlina. (2013). Kandungan Sulfur dan Klorofil Thallus Lichen *Parmelia* sp dan *Graphis* sp Pada Pohon Peneduh Jalan di Kecamatan Pontianak Utara. *Protobiont*, 12-17
- Hale, Mason E. 1979. *How To Know The Lichens*. Pictured Key Nature Series
- Hawksworth, L.D., Rose, F. (1976). *Lichens as Pollution Monitor*. London: Edward Harold Ltd.
- Huneck Siegfried and Isao Yoshimura. (1996). *Identification of Lichen Substances*. Berlin: Springer, Pp: 47-106
- Nash, T. H., III. (2008). *Lichen Biology, Second Edition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Noer, I.S. 2004. *Bioindikator Sebagai Alat Untuk Menengarai Adanya Pencemaran Udara*. Forum Komunikasi Lingkungan III, Kamojang. Bandung
- Richardson, D.H.S, (1992). *Pollution Monitoring with Lichen*. Naturalist Handbook. 19. Richmond Publishing. England
- Saipunkaew W, Wolseley P, Chimonides PJ. 2005. *Epiphytic Lichens as Indicator of Environmental Health in the Vicinity of Chiang Mai City, Thailand*.
- Schumm, F., Aptrort, A. (2010). *Seychelles Lichen Book*. Mozartstr. D-73117 Wangen. Deutschland
- Sundberg, B; Palmvqist K.; Essen P.A. dan Renhorn K.E., 1996. Growth and Vitality of Epiphytic Lichens: Modelling of Carbon Gain Using Field and Laboratory Data. *J Oecologia*, 2(109): 10- 18.
- UGM. *Spicata Blume di Bukit Bibi, Taman Nasional Gunung Merapi*. Thesis. Biologi Universitas Gadjah Mada.

**KEANEKAAAN LIKHEN KORTIKOLUS PADA POHON PALEM DI KAMPUS
UNIVERSITAS PADJADJARAN, JATINANGOR, SUMEDANG, JAWA BARAT**

Joko Kusmoro^{*1}, Dora Erawati Saragih², Iin Supartinah Noer³

^{1,2,3}Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran,
Jatinangor, Sumedang Jawa Barat 45363

e-mail: *¹kusmorojoko@gmail.com, ²saragihdora@gmail.com, ²iinsnoer@yahoo.co.id

Abstrak. Kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor dikenal sebagai green kampus yang potensial untuk habitat likhen kortikolus. Inventarisasi di pohon palem telah dilakukan dari bulan september sampai bulan desember tahun 2018. Metode yang digunakan dalam studi likhen adalah metode deskriptif. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan jelajah menyusuri lokasi dimana pohon palem ditanam. Hasil penjelajahan dan determinasi yang telah dilakukan didapatkan bahwa keanekaan likhen pada pohon palem di kampus Unpad Jatinangor cukup tinggi dengan 40 jenis yang termasuk dalam 16 marga dan 10 suku. Bentuk pertumbuhan likhen yang umum adalah krustosa dan foliosa. Graphidaceae merupakan suku yang dominan dengan marga Graphis dan Parmotrema yang mendominasi. Keanekaan likhen pada pohon palem di kampus Universitas Padjadjaran, Jatinangor masih perlu diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan jenis yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan pewarna alami atau obat.

Kata Kunci : likhen kortikolus, pohon palem, universitas padjadjaran

PENDAHULUAN

Indonesia terletak di daerah katulistiwa yang mempunyai tipe hutan hujan tropika yang dikenal cukup unik dan merupakan salah satu komunitas yang kaya akan keanekaragaman jenis tumbuhan di dunia. Salah satu potensi keanekaragaman hayati di Indonesia adalah likhen. Likhen merupakan simbiosis antara fungi dan alga yang secara morfologi dan fisiologi merupakan satu kesatuan. Likhen berdasarkan kategori habitat dibagi menjadi likhen corticolous, lignicolous, folicolous, terricolous, saxicolous, dan muscicolous. Umumnya tumbuh subur di daerah yang mendapatkan sinar matahari, suhu, udara yang tidak terlalu panas, kelembaban udara yang tinggi serta lingkungan udara yang bersih (Hale, 1979).

Kawasan kampus Universitas padjadjaran merupakan kawasan yang potensial sebagai habitat pertumbuhan likhen karena Universitas Padjadjaran menempati peringkat ke-10 di Indonesia dan menempati urutan ke-184 sebagai Universitas paling hijau berdasarkan data dari *Green Metric Ranking of World Universities*. Hal ini dikarenakan Unpad adalah *Green campus* atau kampus hijau yang mana terdapat banyak pepohonan rindang yang merupakan habitat likhen. Selain pepohonan yang rindang terdapat juga pohon palem yang tumbuh menyebar di seluruh kawasan kampus baik di pinggir jalan dan di taman. Pohon palem termasuk ke dalam famili pinang-pinangan atau Arecaceae.

Likhen di Indonesia berjumlah 40.000 spesies (Wijaya,2011), namun belum banyak peneliti Indonesia yang menekuni bidang ini khususnya dalam bidang inventarisasi likhen pada pohon palem sehingga peluang untuk meneliti likhen di indonesia masih terbuka luas dan berpotensi di kawasan kampus Universitas Padjadjaran. Penelitian ini dibutuhkan untuk mengumpulkan data awal likhen pada pohon palem untuk penelitian selanjutnya.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam pengamatan likhen adalah metode analisis deskriptif. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu metode jelajah (*reconassance*) dengan menyusuri seluruh kawasan kampus Universitas Padjadjaran yang ditumbuhi oleh pohon palem. Kawasan pengambilan sampel likhen dibagi menjadi empat lokasi yaitu taman arboretum, koridor IPA, koridor IPS dan taman Masjid Raya Unpad. Pohon palem yang dipilih adalah pohon yang pada permukaan batang ditumbuhi oleh likhen.

Pengambilan sampel likhen dilakukan pada permukaan pohon yang berada di sekitar daerah pengamatan. Likhen kemudian dimasukkan kedalam amplop sampel untuk diamati secara morfologi, diidentifikasi secara kimiawi meliputi uji mikrokristal dan tes warna untuk mengetahui jenis likhen. Pengamatan secara anatomi dilakukan dengan cara sayatan *apothecia*. Identifikasi likhen dilakukan di laboratorium Taksonomi Tumbuhan, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran.

Uji Mikrokristal

Metode mikrokristal digunakan untuk menguji kandungan asam likhenat yang terdapat pada likhen tersebut. Uji mikrokristal menggunakan beberapa reagen untuk menunjukkan bentuk mikrokristal dalam mikroskop. Reagen yang digunakan yaitu reagen G.A.An (Gliserin 100% : Alkohol 95% : Anilin 100% = 2:2:1), reagen G.E (Gliserin 100% : Asam asetik 100% = 1:1), reagen G.A.W (Gliserin 100% : Alkohol 95% : Air = 1:1:1) (Yoshimura, 1996).

Uji mikrokristal dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut: Jenis likhen yang akan diamati talusnya dipotong sepanjang 1 cm dan diletakkan pada objek *glass*. Potongan talus kemudian ditetesi dengan aseton 1 – 2 diamkan selama beberapa menit sampai terbentuk bubuk kekuningan atau kerak di sekitar potongan talus. Potongan taluskemudian dibuang. bubuk kekuningan kemudian ditetesi dengan reagen uji G.A.An, G.E, atau G.A.W kemudian ditutup dengan *cover glass*. Fiksasi sampel diatas api bunsen kemudian diamati di bawah mikroskop cahaya. Bentuk mikrokristal yang diamati kemudian dicocokkan dengan buku identifikasi mikrokristal (Huneck & Yoshimura, 1996).

Tes Warna (*Spot Test*)

Hale (1979) menggunakan uji *spot test* atau test warna untuk menentukan jenis dan mengetahui kandungan asam likhenat pada jenis likhen. Kalium Hidroksida (reagen K) digunakan untuk menguji keberadaan asam atranorin dan asam salazinic. Reaksi positif akan menghasilkan warna kuning atau kuning kemerahan pada talus (korteks atau medula).

Talus likhen yang akan diamati diberi reagen (C, K, KC) dan ditunggu hingga beberapa menit sampai talus berubah warna. Pada reagen K (KOH) warna kuning pada korteks mengindikasikan adanya asam atranorin dan warna kuning kemerahan atau *orange* pada medula mengindikasikan adanya asam salazinic (Hale, 1961).

Identifikasi bentuk dan jenis spora, dilakukan sayatan apothecia. Penyayatan apothecia dilakukan dibawah mikroskop stereo dengan menggunakan cutter, atau silet tipis. Sayatan apothecia atau alat perkembangbiakan generative lainnya histerothecia dan perithecia disayat dengan cara memotong pada bagian tengahnya, setengah dari sayatan tersebut dibuang sedangkan setengahnya lagi dilakukan penyayatan tipis kemudian dipindahkan pada objek glass yang telah ditetesi air. Setelah itu ditutup dengan menggunakan cover glass dan diamati dibawah mikroskop cahaya, kemudian difoto dan hasilnya digunakan untuk identifikasi.

Pengumpulan data likhen dilakukan dengan menentukan koordinat titik lokasi penelitian menggunakan GPS dilanjutkan dengan pengukuran parameter lingkungan yang meliputi kelembaban, intensitas cahaya dan suhu. Likhen diambil menggunakan pisau kemudian dimasukkan kedalam amplop.

Metoda penelitian kedua yaitu deskriptif kualitatif yang menggambarkan mengenai jenis-jenis likhen yang berada di lokasi dan pohon palem yang telah di tentukan yang diambil datanya. Sampel yang diperoleh kemudian diidentifikasi secara morfologi, anatomi dan fisiologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian terletak di kawasan kampus Universitas padjadjaran yang terletak di Kecamatan Jatinangor Kabupaten Sumedang Jawa Barat. Topografi daerah penelitian yaitu landai dengan vegetasi pohon rindang yang bermacam-macam jenisnya. Selain pepohonan yang rindang terdapat juga pohon palem yang tumbuh menyebar di seluruh kawasan kampus baik di koridor jalan maupun di taman.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian (Google maps)

Tabel 1. Faktor lingkungan lokasi penelitian

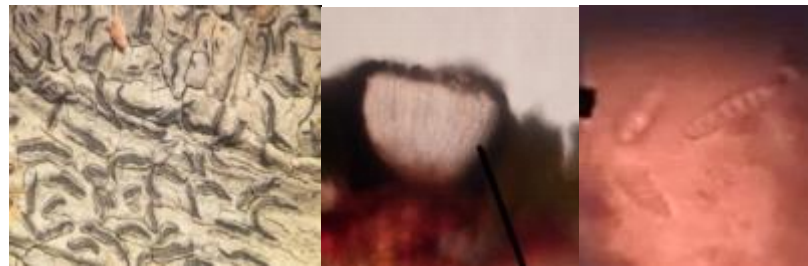
No	Lokasi	Intensitas Cahaya (lux)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)
1.	Taman Masjid Raya Unpad – ATM Center	P1 1430 x 100	P1 50%	P1 32 ⁰ C
		P2 1426 x 100	P2 50%	P2 32 ⁰ C
		P3 1422 x 100	P3 49%	P3 32 ⁰ C
2.	Taman arboretum	P1 1538 x 100	P1 44%	P1 32 ⁰ C
		P2 1536 x 100	P2 44%	P2 33 ⁰ C
		P3 1528 x 100	P3 45%	P3 33 ⁰ C
3.	Koridor IPS	P1 1374 x 100	P1 51%	P1 31 ⁰ C
		P2 1376 x 100	P2 50%	P2 31 ⁰ C
		P3 1381 x 100	P3 50%	P3 33 ⁰ C
4.	Koridor IPA	P1 1342 x 100	P1 46%	P1 33 ⁰ C
		P2 1348 x 100	P2 45%	P2 35 ⁰ C
		P3 1320 x 100	P3 45%	P3 34 ⁰ C

Hasil penjelajahan yang dilakukan di kawasan Universitas Padjadjaran terdapat sebanyak 40 jenis dari 10 suku, yaitu suku Graphidaceae, Lecanoraceae, Parmeliaceae, Physciaceae, Opegraphaceae, Teloschistaceae, Stereocaceae, Pyrenulaceae, Caliciaceae, Trentepohliaceae dan dari 16 marga yaitu *Graphis*, *Leiorreuma*, *Parmothrema*, *Physcia*, *Dirinaria*, *Buellia*, *Lepraria*, *Trentepohlia*, *Flavoparmelia*, *Sarcographa*, *Phaeographis*, *Glyphis*, *Pyrenula*, *Xanthoria*, *Opegrapha* dan *Caloplaca*.

Pada penelitian ini, marga *Graphis* dan *Parmothrema* lebih dominan dan lebih ditemukan dibandingkan dengan marga lainnya. Marga *Graphis* biasanya memiliki tipe talus berbentuk krustosa, permukaan atas mengkilap keputihan atau kehijauan sampai abu-abu, tidak terdapat soredia, isidia jarang ditemukan, apotesia memanjang, berkembang sampai mengenai permukaan pada talus baik secara apikal, lateral atau seluruhnya. Paraphyses tidak bercabang, asci silindrikal. Terdapat 1-8 ascospora dalam satu ascus, elipsoid 3-38 septa atau muriform yang terletak melintang, spora tembus cahaya. Kebanyakan jenis ini ditemukan di daerah tropis, jarang ditemukan di daerah subtropis dan daerah beriklim sedang. Marga ini jarang ditemukan di permukaan batu atau daun (Schumm & Aptroot, 2010). Pada daerah penelitian ditemukan sebanyak 8 spesies *Graphis*.

Tabel 2. Spesies *Graphis* dan habitatnya

No	Nama Jenis	Habitat
1	<i>Graphis crebra</i>	<i>Roystonea regia</i>
2	<i>Graphis vittata</i>	<i>Corypha utan</i>
3	<i>Graphis cremicolor</i>	<i>Wodyetia bifurcata</i>
4	<i>Glyphis cicatricosa</i>	<i>Roystonea regia</i>
5	<i>Graphis chondroplaca (norstictic)</i>	<i>Cocos nucifera</i>
6	<i>Graphis librata C. Knight</i>	<i>Corypha utan</i>
7	<i>Graphis scripta</i>	<i>Roystonea regia</i>
8	<i>Graphis sp</i>	<i>Roystonea regia</i>



Gambar 2. Morfologi *Graphis* (A); *Histerothecia* (B); Spora 6-transversal

Marga likhen selanjutnya yang mendominasi pada pohon palem yaitu marga *Parmotrema*. Memiliki talus foliose, permukaan atas corticate, berwarna abu-abu atau abu kehijauan, tanpa pseudocyphellae tetapi sering dengan masculae dan kadang-kadang dengan reticulate net, permukaan bawah pucat hingga cokelat gelap atau hitam, rhizine sederhana atau jarang bercabang, silia terkadang hadir, medulla biasanya tanpa pigmen, jarang dengan pigmen berwarna kuning, soredia, lobules atau isidia sering hadir, photobiont trebouxia. Apotesia copular dan jarang hadir. Paraphyses tak bercabang, hymenium tak terinspersi, ascospore ellipsoid bersifat hialin. Reaksi kimia yang terjadi biasanya korteks dengan pelarut KOH berwarna kuning, kuning kemerahan atau bahkan negatif. Sedangkan dengan menggunakan CaHCL3 berwarna merah, oranye, kuning atau negatif dan dengan KOH + CaHCL3, biasanya berwarna merah, oranye, kuning atau bahkan negatif. Dengan menggunakan UV+ kuning, putih, hijau atau bisa juga negatif. Di daerah pengamatan yaitu pada pohon palem ditemukan sebanyak 8 spesies *Parmotrema*. Jumlah yang ditemukan sebanding dengan jumlah dari spesies *Graphis*.

Tabel 3. Spesies *parmotrema* habitat, dan metabolit sekunder

No	Nama spesies	Habitat	GE	GAAn	GAOT
1	<i>Parmotrema sp (1)</i>	<i>Cocos nucifera</i>	-Atranorin -Leucotylin	Nephroarctin	-
2	<i>Parmotrema sp (2)</i>	<i>Roystonea regia</i>	-Psoromic acid -Caperatic	Miriquidic	-
3	<i>Parmotrema reticulatum</i>	<i>Roystonea regia</i>	Porphyrilic acid	Barbatic	-
4	<i>Parmotrema praesorediosum</i>	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	Porphyrilic acid	Leucotylin	-
5	<i>Parmotrema sp (3)</i>	<i>Corypha utan</i>	Atranorin	-	Chloroatranorin
6	<i>Parmotrema sp (4)</i>	<i>Livistona rotundifolia</i>	Miriquid acid	-	Atranorin
7	<i>Parmotrema sp (5)</i>	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	Roccellic acid	-	-
8	<i>Parmotrema ticntorum</i>	<i>Livistona rotundifolia</i>	Perlatolic acid	-	Chloroatranorin



Gambar 3. Morfologi (A); Mikrokrystal Perlatolic acid (B); Mikrokrystal Chloroatranorin (C)

Spesies lain yang ditemukan seperti marga *Glyphis*, *Buellia*, *Physcia*, *Flavoparmelia*, *Phaeographis*, *Sarcographa*, *Lepraria*, *Trentepohlia* sebagai *fikobiont* memiliki jumlah yang sedikit dan pertumbuhannya tidak mendominasi pada pohon palem. Pada pengamatan kali ini, likhen ditemukan tumbuh lebih banyak dan bervariasi pada pohon *Roystonea regia* atau palem raja.

No	Nama Jenis	Habitat	Alat Reproduksi	G.E	Reagen G.A.An	G.A.oT
1	<i>Lecanora tropica</i>	<i>Roystonea regia</i>	Apothecia	-	-	-
2	<i>Lecanora leprosa</i>	<i>Livistona rotundifolia</i>	Apothecia	-	-	-
3	<i>Physcia sp (1)</i>	<i>Corypha utan</i>	Soredia	Atranorin	Isousnic acid	-
4	<i>Opegrapha vegae</i>	<i>Livistona rotundifolia</i>	Histerotecia	-	-	-
5	<i>Glyphis Cicatricosa</i>	<i>Roystonea regia</i>	Histerotecia	-	-	-
6	<i>Xanthoria sp</i>	<i>Livistona rotundifolia</i>	Soredia	-	-	-
7	<i>Phaeographis schizoloma</i>	<i>Corypha utan</i>	Histerotecia	-	-	-
8	<i>Lecanora sp (2)</i>	<i>Roystonea regia</i>	Apothecia	-	-	-
9	<i>Lecanora sp (3)</i>	<i>Livistona rotundifolia</i>	Apothecia	-	-	-
10	<i>Phaeographis lobata</i>	<i>Corypha utan</i>	Histerotecia	-	-	-
11	<i>Caloplaca leptozona</i>	<i>Corypha utan</i>	Apothecia	-	-	-
12	<i>Sarcographa verrucosa</i>	<i>Corypha utan</i>	Histerotecia	-	-	-
13	<i>Dirinaria applanata</i>	<i>Livistona rotundifolia</i>	Soredia	Didymic acid	Parmotrema dan Graphis. -	-
14	<i>Flavoparmelia sp (1)</i>	<i>Wodyetia bifurcata</i>		Sphaerophorin	Pseudoplacodiolic acid	-
15	<i>Lepraria incana</i>	<i>Roystonea regia</i>	Soredia	-	-	-
16	<i>Pyrenula pseudobufonia</i>	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	Apothecia	-	-	-
17	<i>Dirinaria leopoldii</i>	<i>Livistona rotundifolia</i>	Soredia	Lecanoric acid	-	Atranorin
18	<i>Dirinaria picta</i>	<i>Roystonea regia</i>	Soredia	Atranorin	-	Atranorin
18	<i>Dirinaria confusa</i>	<i>Roystonea regia</i>	Apothecia	Evernic acid	-	Virensic acid
20	<i>Buellia sp (1)</i>	<i>Roystonea regia</i>	Apothecia	-	-	-
21	<i>Buellia sp (2)</i>	<i>Wodyetia bifurcata</i>	Apothecia	-	-	-
22	<i>Glyphis scyphulifera</i>	<i>Corypha utan</i>	Histerotecia	-	-	-
23	<i>Trentepohlia sp</i>	<i>Corypha utan</i>	-	-	-	-

Banyaknya jenis pohon rindang yang menutupi suatu area maka suasana suhu menjadi rendah dan kelembaban tinggi. Kondisi ini sangat disukai oleh likhen untuk pertumbuhan. Likhen

menginginkan situasi yang lembab untuk tempat hidupnya seperti di hutan yang tanpa pengaruh manusia (Usuli, 2011). Likhen merupakan salah satu organisme yang memiliki potensi sebagai bioindikator. Hal ini disebabkan secara morfologi talus likhen tidak memiliki kutikula, tidak memiliki klorofil karena likhen merupakan asosiasi antara alga dan jamur atau jika ada pun jumlahnya sangat rendah. Kondisi organisme seperti ini yaitu akumulasi klorofil rendah, tidak memiliki kutikula, mengabsorpsi air dan nutrien secara langsung dari udara dan dapat mengakumulasi berbagai material tanpa seleksi serta bahan yang terakumulasi tidak akan terekskresi lagi (Brodo, 2001). Adanya kuantitasi jumlah polutan di udara menyebabkan terhambatnya pertumbuhan likhen dan penurunan jumlah jenis. Sehingga jika di suatu wilayah dengan tingkat polutan tinggi atau kualitas udara rendah maka keragaman likhen menjadi sangat rendah dan tidak bervariasi. Kandungan senyawa yang terdapat pada polutan khususnya yang terdapat pada zat – zat emisi kendaraan. Beberapa jenis likhen diketahui sering berada di wilayah yang tercemar ringan misalnya *Graphis* dan *Parmotrema*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini telah berjalan dengan lancar karena telah mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pertama, Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada David Hawkswort, H. Kashiwadani, K.H. Moon, Brodo, Felix Schumm dan Andre Aptroot yang telah memperkenalkan lichenology dan memberikan sumber literatur. Studi ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dan ketekunan Rika Satriawati, Diah Arum, Alisa Nurwahidah, Dora Erawati Saragih dan Ria Widya dalam mengumpulkan, menganalisis morfologi, anatomi, dan kimia dari lumut yang ada di area kampus, Jatinangor. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran yang telah memberikan kesempatan dan kenyamanan para peneliti untuk melakukan penelitian ini. Akhirnya, kami ingin mengucapkan terima kasih atas dukungan finansial yang kami terima dari Direktur BPPTN dan Masyarakat Universitas Padjadjaran yang tanpanya pekerjaan ini tidak mungkin dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brodo, L. M., Duran Sharnoff, S., and Sharnof. S. (2001). *Lichens of North America*. New Haven-London; Yale University Press.
- Hale, M.E. (1979). *Lichen Handbook a Guide To the Lichen of Eastern North America*. Smithsonian Institution. Washington D.C.
- Huneck, S. & Yoshimura, I. (1996). *Identification of Lichen Substances*. Springer. Berlin. pp: 47-106.
- Lücking, R. and Matzer, M. (2001). High Follicolous Lichens Alpha-Diversity on Individual Leaves in Costa Rica and Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 10: 2139–2152.
- Usuli, Y. (2011). *Lumut Kerak sebagai Bioindikator Pencemaran Udara: Studi Kasus di Jalan H.B Jasin Kelurahan Dulalowo Kecamatan Kota Tengah Kota Gorontalo*. Gorontalo: P.Biologi FMIPA UNG.
- Wijaya, A. (2007). *Penggunaan Tumbuhan Sebagai bioindikator Dalam Pemantauan Pencemaran Udara*. Surabaya: ITS.
- Yoshimura, I. (1996). *Identification of lichen substances*. Berlin: Springer-Verlag

**KEANEKAAN LIKHEN KORTIKOLUS DI TAMAN KAMPUS UNIVERSITAS
PADJADJARAN JATINANGOR, JAWA BARAT**

Joko Kusmoro*¹, Ria Widya², Iin Supartinah Noer³

^{1,2,3}Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran,
Jatinangor Sumedang Jawa Barat 45363

e-mail: *¹kusmorojoko@gmail.com, ²riawidya789@gmail.com, ³iinsnoer@yahoo.co.id

Abstrak. Penelitian keanekaan likhen di sekitar Taman Kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor, telah dilakukan dari bulan agustus sampai desember 2018. Metoda penelitian yang digunakan adalah jelajah dengan menyelusuri semua taman yang terdapat di kampus. Hasil jelajah dan determinasi didapatkan keanekaan likhen di taman sebesar 24 jenis yang termasuk dalam 13 marga dan 7 suku. Bentuk pertumbuhan likhen yang ditemukan adalah krustosa dan foliosa. Likhen pada tanaman di taman umunya dari suku Graphidaceae yang didominasi oleh marga Graphis dan Parmotrema yang masing-masing menyumbang 50% dan 13 % dari total jenis. Jenis likhen yang umum ditemukan pada pohon di taman kampus adalah Graphis scripta dan Dirinaria applanata.

Kata Kunci : taman kampus, likhen kortikolus, krustosa dan foliosa

PENDAHULUAN

Kampus UNPAD Jatinangor merupakan salah satu kampus yang memiliki mobilitas tinggi, penambahan jumlah mahasiswa setiap tahunnya mendorong pengelola kampus untuk terus melakukan pembangunan di daerah ini. Kampus UNPAD Jatinangor memiliki luas 175ha, yang di dalamnya memiliki keanekaragaman berbagai jenis tanaman, likhen dan lumut. Likhen merupakan organisme simbiosis yang sangat bermanfaat bagi lingkungan. Simbiosis tersebut antara fungi (mikobiont) dari kelompok *Ascomycetes* dan *Basidiomycetes*, dengan alga (fikobiont) dari kelompok *Cyanobacteria* atau *Chlorophyceae* (Murningsih & Mafazaa, 2016). Perubahan pembangunan dan aktivitas transportasi di area kampus UNPAD Jatinangor akan mempengaruhi kualitas udara di sekitar kampus. Keberadaan likhen kortikulus akan menjadi acuan untuk mengetahui kualitas udara di sekitar lokasi tumbuhnya likhen tersebut. Barreno (2003) menyebutkan bahwa tingginya pencemaran di udara akan berpengaruh terhadap keanekaragaman, fisiologi, genetik dan kemampuan lichen dalam mengakumulasi zat pencemar udara.

Perubahan pembangunan dan aktifitas transportasi di sekitar area kampus UNPAD Jatinangor berpengaruh pada kualitas udara. Keanekaragaman likhen kortikulus di sekitar taman kampus UNPAD Jatinangor dapat dijadikan acuan untuk mengetahui kualitas udara daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman likhen kortikulus di sekitar taman kampus UNPAD Jatinangor.

BAHAN DAN METODE

Daerah Penelitian

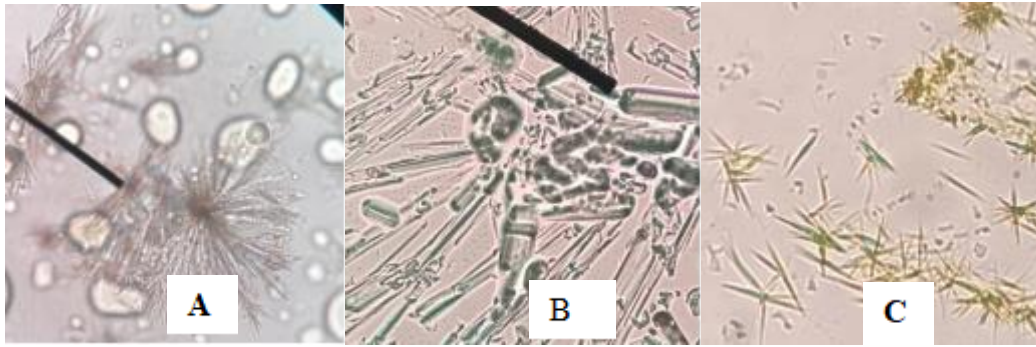
Daerah penelitian meliputi seluruh wilayah taman yang terdapat di kampus UNPAD Jatinangor, termasuk taman yang berada pada setiap fakultas.

Tabel 1. distribusi likhen di area taman kampus UNPAD, Jatinangor.

No	Nama Jenis	Suku	Substrat Pohon	Alat Rproduksi	Spot Test dan Mikrokristal
1	<i>Graphis</i> sp1	Graphidaceae	<i>Alstonia scholaris</i>	Apotечia	K : T alus (+) kuning muda, Lirellae (+) kuning tua
2	<i>Dirinaria applanata</i>	Calicaceae	<i>Erythrina cristagalli</i>	Soredia	Spot test : (-)
3	<i>Graphis longispora</i>	Graphidaceae	<i>Magnifera indica</i>	Apotечia	Spot test : (-)
4	<i>Arthonia cinnabarina</i> (DC.) Walf	Arthoniaceae	<i>Pohon palem</i>	Apotечia	K : (+) merah, C : (-)
5	<i>Parmotrema A. Massal.</i>	Parmeliaceae	<i>Artocarpus heterophylus</i>		K: (+) hijau, C : (-) Atranorin
6	<i>Fisurina</i> sp.	Graphidaceae	<i>Pinus merkusii</i>	Apotечia	Spot test : (-)
7	<i>Leicoreuma melanostalazan</i>	Graphidaceae	<i>Pinus merkusii</i>	Apotечia	Spot test : (-)
8	<i>Parmelinella</i> sp	Parmeliaceae	<i>Alstonia scholaris</i>		C : (-), K : (+) hijau
9	<i>Bulbothrix</i> sp	Parmeliaceae	<i>Tectona grandis</i>		Spot test : (-)
10	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	Parmeliaceae	<i>Tectona grandis</i>		Gyrophoric, lecanoric Spot test : (-)
11	<i>Dirinaria</i> sp	Calicaceae	<i>Erythrina cristagalli</i>		Gyrophoric, lecanoric K : (+) hijau muda, C : (-)
12	<i>Parmotrema tinctorum</i> (Despr. Ex Nyl) Hale	Parmeliaceae	<i>Alstonia scholaris</i>		Atranorin, lecanoric, usnic K : (+) talus hijau, C : (+) talus orange lecanoric, gyrophoric, usnic
13	<i>Pyxine</i> sp.	Physciaceae	<i>Artocarpus heteropylus</i>		K : (+) talus hijau, C: (-) barbatix
14	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th.Fr	Teloschistaceae	<i>Pohon palem</i>		K : (+) talus hijau, soredia hijau ; C : (+) talus hijau, soredia hijau
15	<i>Chiodecton papillosum</i> G. Thor.	Roccellaceae	Pohon kamboja	Apotечia	Spot test : (-)
16	<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	Graphidaceae	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	Apotечia	Spot test : (-)
17	<i>Graphis rustica</i> Kremp.	Graphidaceae	<i>Plumeria</i> sp.	Apotечia	Spot test : (-)
18	<i>Graphis supracola</i> A.W. Archer	Graphidaceae	<i>Plumeria</i> sp.	Apotечia	K : (+) kuning muda talus dan lrel ; C : (+) putih
19	<i>Parmotrema austrosinense</i>	Parmeliaceae	<i>Alstonia scholaris</i>		K: (+) talus hijau, soredia hijau ; C: (+) talus hijau, soredia hijau. Barbatix, gyrophoric
20	<i>Graphis handelii</i> Zahlbr	Graphidaceae	<i>Plumeria</i> sp.	Apotечia	Spost test (-)
21	<i>Lepraria incana</i>	Stereocaulaceae	Pohon Sukun		K: (-) ; C: (-) ; Mikroalga: chlorella, navicula



Gambar 2. A. *Arthonia cinnabarina* (DC.) Wallr; B. *Bulbothrix*



Gambar 3. A. Gyphoric; B. Barbatix; C. Atranorin

Pada umumnya lichen yang terdapat di taman kampus UNPAD, Jatinangor mengandung metabolit sekunder berupa asam gyrophoric dan asam lecanoric (Tabel.1).

Marga *Graphis*

Memiliki talus berbentuk krustosa, biasanya permukaan bagian atas mengkilap keputihan atau kehijauan sampai abu-abu. Kebanyakan jenis ini ditemukan di daerah tropis. Pada daerah penelitian ditemukan 5 jenis *graphis* yaitu *Graphis longispora*, *Graphis handelii*, *Graphis supracola*, *Graphis scripta*, dan *Graphis rustica*.

Marga *Dirinaria*

Memiliki talus berbentuk foliosa sampai placodioid. Lobus rata atau agak cembung dan bercabang. Permukaan kulit luar sebelah atas berwarna putih sampai abu pucat, sedangkan sebelah bawah berwarna abu tua sampai hitam. Terdapat soredia atau isidia. Apotesia berbentuk lempengan hitam atau *pruinose*. Marga ini ditemukan pada daerah tropis umumnya pada pohon, jarang ditemukan pada batu (Schumm dan Aptroot, 2010). Di daerah pengamatan hanya ditemukan *Dirinaria applanata*, habitat pada pohon *Erythrina crystagalli*.

Marga *Arthonia*

Marga ini biasanya terdapat pada kulit kayu atau pada batu. Di daerah pengamatan hanya ditemukan *Arthonia cinabarina* yang ditemukan pada kuli pohon pinus.

Marga *Fissurina*

Fissurina memiliki bentuk talus krustosa, permukaan atas kekuningan hingga hijau dengan tekstur halus dan mengkilap, permukaan jarang berwarna krem atau putih. Pada daerah pengamatan hanya ditemukan satu jenis *Fissurina* yang melekat pada batang pohon pinus.

Marga *Parmotrema*

Memiliki bentuk talus foliosa, permukaan atas *corticate*, berwarna abu-abu atau abu kehijauan, tanpa *pseudocyphellae* tetapi sering dengan *masculae* dan kadang-kadang dengan *reticulate net*, permukaan bawah berwarna pucat hingga coklat tua atau hitam, rhizin sederhana atau bercabang, kadang-kadang terdapat silia, medulla biasanya tanpa pigmen. Di daerah pengamatan ditemukan *Parmotrema tinctorum* dan *Parmotrema austrosinense* pada pohon pulai.

Marga *Leiorreuma*

Talus marga *Leiorreuma* berbentuk krustosa berwarna hijau muda dengan pinggiran berwarna putih dengan permukaan halus sampai keriput. *Lirellae* nya *sesilel* berwarna hitam mencolok, penuh di sekitar talus, terbuka dan melengkung.

Marga *Parmelinella*

Memiliki bentuk talus foliosa, biasanya berwarna hijau muda, hijau ke abuan hingga cokelat. Talusnya luas, lobus membengkak, silia sederhana kurang lebih terbatas pada axils, rhizine hitam sederhana, kandungan metabolit sekunder pada marga ini biasanya asam salazinic dan consalazinic di medula. Pada lokasi pengamatan hanya ditemukan satu jenis *Parmelinella* yang melekat pada pohon pulai.

Marga *Bulbothrix*

Memiliki talus yang berbentuk foliosa, berwarna hijau muda keabuan. Pada bagian marginal ditumbuhi silia berwarna hitam dengan ukuran silia yang bervariasi. Rhizine bercabang sederhana. Pada lokasi pengamatan hanya ditemukan satu jenis *Bulbothrix* pada pohon jati.

Marga *Flavoparmelia*

Memiliki bentuk talus foliosa berbentuk lobus-lobus, biasanya berwarna hijau muda, hijau ke abuan hingga cokelat atau kuning. Talusnya luas, lobus membengkak, dan kandungan metabolit sekunder pada marga ini biasanya asam usnic dan atranorin di medula.

Marga *Pyxine*

Memiliki talus berbentuk foliosa, biasanya berwarna hijau keabuan hingga coklat. Thallus foliose, orbicular, tertekan longgar, abu-abu menjadi abu-abu kecoklatan, agak lebih gelap ke arah pinggiran.

Marga *Xanthoria*

Pada marga ini talusnya beragam, mulai dari folios sampai subfruktikos. Lobus-lobusnya cembung atau cekung berwarna kuning pucat hingga merah. Isidia dan soredia jarang terlihat pada marga ini. Fotobion paling utama yaitu *Trebouxia sp.* Bagian bawah talus halus atau terkadang berkerut. Metabolit sekunder yang terkandung yaitu antrhraquinon, xanthoria memiliki habitat pada bebatuan, karang, atau terkadang pada batang pohon.

Marga *Chiodecton*

Chiodendron ini hampir sama dengan *graphis* namun yang membedakan tidak terdapat *lirellae* pada talus melainkan bintil hitam yang menonjol. Thallus berwarna hijau pucat, permukaan thallus bertekstur kasar. Biasanya *Chiodecton* ditemukan pada daerah tropis.

Marga *Lepraria*

Talusnya berbentuk krustosa yang sangat melekat pada substrat, talusnya berwarna hijau pucat hingga hijau keabuan. Bila di sentuh permukaan talusnya terasa seperti serbuk. Kandungan metabolit sekunder biasanya asam atranorin dan asam stikat. Biasanya *Lepraria* tumbuh pada substrat yang terpapar sinar matahari (Nash, 2004).

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih atas bantuan finansial dari Direktur BPPTN dan Masyarakat Universitas Padjajaran. Terima kasih kepada David Hawkswortk, H Kashiwadani, K.H Moon, Brodo, Felix Schumm dan Andre Aproot yang telah memperkenalkan likhenologi dan memberikan sumber literature. Terima kasih kepada tim likhen atas kerja sama selama proses identifikasi, M. Feisal Jatnika, Rika Satriawati, Ririn Eka Permataasari, Diah Arum, Alisa Nurwahidah, dan Dora Erawati.

DAFTAR PUSTAKA

- Barreno, E. (2003). *Lichens as Bioindicators of Forest Health, Biodiversity and Ecological Continuity*, Universitat de Valencia, Spanyol.
- Hale, M. E. (1983). *The biology of lichens*. 3rd Edition. Edward Arnold Ltd. London.
- Murningsih & Mafazaa. (2016). Jenis-Jenis Lichen Di Kampus Undip Semarang. *Bioma*, 18(1), 20-29
- Nash, T. H., Ryan, B. D., Gries, C., Bungartz, F., (eds.). (2004). *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region*. Vol 2.
- Kusmoro, J., Noer, Supartinah, I., Jatnika, Feisal, M., Permatasari, R. E. & Partasmita, R. (2018). Lichen Diversity in Geothermal Area of Kamojang, Bandung, West Java, Indonesia and its potential for medicines and dyes. *Biodiversitas* 19(6) :2335-2343.

RESPONS HIDROLOGIS HUTAN TANAMAN PINUS TERHADAP PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DI SUB-DAS GAJAH MUNGKUR

Jalma Giring Sukmawati¹, Hatma Suryatmojo²

^{1,2}Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada; Bulaksumur, Yogyakarta 55281, (0274) 550541
e-mail: ¹jalmagiring@gmail.com, ²hsuryatmojo@ugm.ac.id

Abstrak. Sistem pemanenan tebang habis pada hutan produksi di hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat mengurangi penutupan lahan yang memicu perubahan respons hidrologis kawasan. Pada penelitian ini, peranutupan lahan terhadap dinamika respons hidrologis ditinjau dari perubahan tebal aliran langsung dan koefisien volumetrik setelah adanya perkembangan tanaman selama delapan tahun. Penelitian dilakukan di dua daerah tangkapan air, yakni hutan pinus campuran dan hutan pinus sejenis. Setelah delapan tahun, tebal aliran langsung di hutan pinus campuran mengalami penurunan hingga 22%, sedangkan koefisien volumetrik turun hingga 51% yang menunjukkan kemampuan Sub-DAS Gajah Mungkur menjadi dua kali lebih baik dalam menyimpan air seiring dengan terjadinya perubahanutupan lahan dan struktur hutan. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa hutan pinus campuran berumur 15 tahun telah memiliki respons hidrologis yang menyerupai hutan pinus sejenis berumur 37 tahun. Metode penanaman campuran tersebut berpengaruh baik terhadap respons hidrologis kawasan melalui peningkatanutupan lahan dan struktur hutan yang bertingkat. Selain itu, pengelolaan hutan tanaman juga perlu menerapkan teknik konservasi tanah untuk mendorong respons hidrologis yang lebih baik.

Kata Kunci: aliran langsung, daerah aliran sungai, hutan pinus, koefisien volumetrik, respons hidrologis.

PENDAHULUAN

Keberadaan hutan produksi di bagian hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) akan memiliki pengaruh terhadap pasokan air bagi kawasan di bawahnya. Hal ini dikarenakan adanya penerapan sistem pemanenan tebang habis yang dapat meningkatkan persentase lahan terbuka. Beberapa studi menunjukkan adanya perubahan yang signifikan terhadap keseimbangan hidrologis sebagai repons terhadap perubahanutupan lahan. Berkurangnyautupan hutan tersebut dapat menyebabkan peningkatan run off yang diikuti peningkatan sedimen sungai, berkurangnya intersepsi, dan meningkatnya erosi (Pierson et al., 2014).

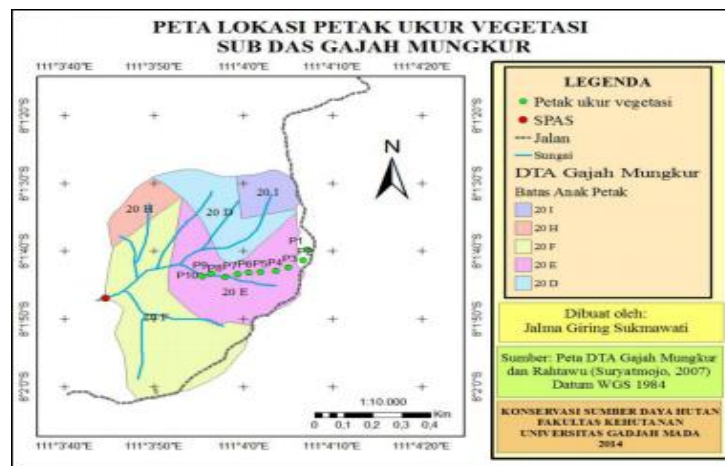
Lebih lanjut, dilaporkan pula bahwa berkurangnyautupan hutan akan menurunkan penggunaan air tanah secara langsung oleh tumbuhan berakar dalam sehingga dapat menyebabkan naiknya muka air tanah (*water table*) (Leduc et al., 2001). Peningkatan tinggi muka air tanah ini juga disebabkan oleh meningkatnya akumulasi *run off* yang dapat membentuk kubangan atau kolam-kolam temporer yang berinfiltrasi menuju ke bagian *water table* dan menambah debit air tanah (Leduc et al., 2001; Favreau et al., 2002). Akan tetapi, meningkatnya *water table* tersebut dapat menyebabkan tanah cepat jenuh pada musim hujan sehingga berpotensi menyebabkan banjir, sedangkan pada musim kemarau tanah menjadi cepat kering karena berkurangnya kemampuan *water holding capacity* (Mahe et al. 2005; Guo et al., 2008).

Selain menerapkan sistem pemanenan tebang habis, kerap kali jenis tanaman yang homogen di hutan produksi dapat mengurangi peranutupan lahan. Terkait hal tersebut, hutan alami dengan stratifikasi tajuk bertingkat akan memiliki lapisan kanopi dan serasah yang dapat melindungi tanah melalui proses intersepsi air hujan. Struktur tanah yang terjaga akan memengaruhi pergerakan air di dalam tanah melalui aspek fisik, seperti kapasitas simpan air, *bulk density*, porositas, dan erodibilitas (Truman et al., 1990; Deuchars et al., 1999).

Lokasi penelitian merupakan hutan tanaman pinus (*Pinus merkusii*) yang ditanam dengan pola tanam campur bersama jenis lain, seperti kopi (*Coffea canephora* dan *C. arabica*), puspa (*Schima wallichii*), dan lada (*Piper nigrum*). Berdasarkan uraian di atas, keberadaanutupan lahan menjadi

penting dalam lokasi penelitian ini karena adanya praktik tebang habis yang akan meningkatkan persentase lahan terbuka di daerah tangkapan air bagian hulu. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pentingnya tutupan lahan hutan campuran terhadap tata kelola air di kawasan tersebut, yakni melalui analisis respons hidrologis kawasan berupa perubahan tebal aliran langsung dan koefisien volumetrik yang terjadi setelah perkembangan hutan selama delapan tahun.

BAHAN DAN METODE



Gambar 1. Lokasi SPAS dan petak ukur vegetasi di Sub-DAS Gajah Mungkur

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Sub-DAS Gajah Mungkur (53 ha) yang merupakan hulu Sungai Glenggong dengan hilir bermuara pada Waduk Gajah Mungkur. Secara administratif terletak di Desa Tombo, Kecamatan Karang Tengah, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah (111°3'43"-111°4'8" BT dan 8°1'26"-8°1'48" LS). Lokasi penelitian termasuk dalam kawasan hutan produksi yang dikelola oleh Perum Perhutani di wilayah RPH Jati, BKPH Baturetno, KPH Surakarta, Unit I Jawa Tengah. Topografi daerah ini adalah pegunungan, kemiringan berombak sampai terjal, dengan elevasi daerah berkisar 550-800 mdpl. Tanah berjenis latosol coklat kemerahan dengan tanaman pokok *Pinus merkusii* berumur 15 tahun (tahun tanam 1999) dengan aplikasi sistem penanaman *mix planting* pada tanah yang telah dibuat teras gulud. Lokasi penelitian memiliki tipe iklim D atau termasuk sedang (Andipago, 2006) dengan curah hujan rata-rata sebesar 2.896-3.509 mm/tahun.

Sumber Data

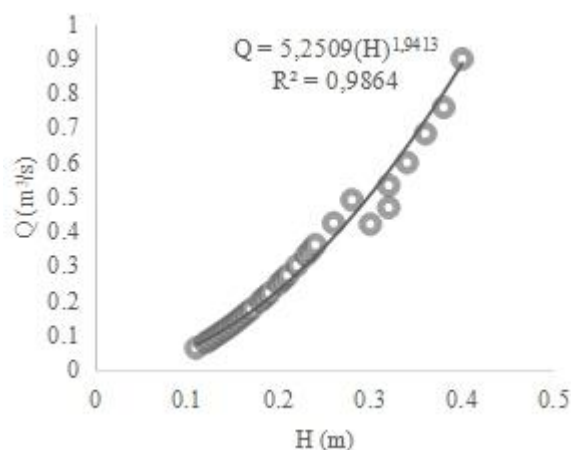


Gambar 2. SPAS Tipe Triangular Flat V-Weir di Sub-DAS Gajah Mungkur

Metode pengambilan data vegetasi menggunakan *line transect* dengan petak ukur kuadrat (20 x 20 m) yang dibuat setiap 30 m dan memotong kontur. Hal ini untuk mengetahui kerapatan pohon, persen penutupan tumbuhan bawah, serta struktur vegetasi (diagram profil). Pengambilan data aliran dan hujan dilakukan di Stasiun Pengamatan Aliran Sungai (SPAS) tipe *Triangular Flat V-Weir* (Bos et al., 1989) pada bulan Maret hingga Mei 2014. Data curah hujan diperoleh dari *Automatic Rainfall Recorder* (ARR) RGA M002 tipe HOBO Onset yang diolah untuk mengetahui karakteristik hujan. Data tinggi muka air diperoleh dari *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) yang diolah menjadi hidrograf tinggi muka air dari hujan tunggal. Data debit aliran sungai diestimasi dengan metode *velocity area method*, yaitu pengukuran debit secara langsung di lapangan dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai. Data debit aliran (Q) pada variasi tinggi muka air maksimal hingga minimal digunakan untuk memperoleh persamaan grafik lengkung aliran yang kemudian diolah menjadi hidrograf aliran.

Tebal Aliran Langsung (Direct Runoff)

Persamaan debit aliran (Q RO) diperoleh dari lengkung aliran menggunakan metode analisis *power trendline*. Selanjutnya dilakukan pemisahan debit *base flow* (QBF) menggunakan *Stright Line Method* (Suryatmojo, 2007). Nilai debit aliran langsung (Q DRO) didapat dari selisih antara debit aliran dengan debit *base flow*. Volume DRO dalam satu kejadian hujan diperoleh dengan menjumlahkan hasil perkalian antara Q DRO terhadap selang waktu pengukuran tinggi muka air pada AWLR (10 menit). Nilai tebal DRO (m) kemudian didapat sebagai hasil pembagian volume DRO (m³) terhadap luas Sub DAS (m²). Selanjutnya, nilai tebal DRO akan dibandingkan antara Sub-DAS Gajah Mungkur dengan Sub-DAS Rahtawu yang diasumsikan memiliki kealamian ekosistem yang lebih baik karena umur tegakan pinus yang lebih tua (tahun tanam 1976-1977) dan sedikitnya interaksi manusia di kawasan tersebut (Suryatmojo, 2007).



Gambar 3. Persamaan debit aliran SPAS yang diperoleh dari kurva lengkung aliran

Coefficient Volumetrik (Cv)

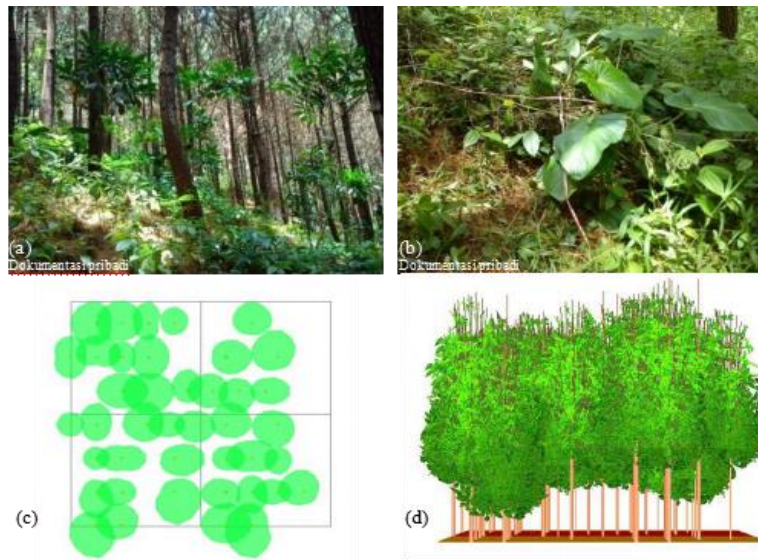
Koefisien volumetrik merupakan indikator untuk mengetahui respons aliran yang terjadi pada suatu DAS yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti morfometri DAS, karakteristik hujan, penutupan lahan, vegetasi, dan tanah sebagai penentu proses infiltrasi. Leblanc et al. (2008) mengungkapkan bahwa *coefficient volumetric* atau disebut juga *runoff coefficient* telah digunakan secara luas sebagai variabel yang dapat mewakili keberlangsungan *runoff* di daerah tangkapan air dan sebagai parameter input yang penting di bidang desain hidrologis. Nilai Cv diperoleh dengan rumus berikut (French, 1974).

$$Cv = \frac{\text{Tebal DRO (mm)}}{\text{Tebal hujan (mm)}} \times 100\%$$

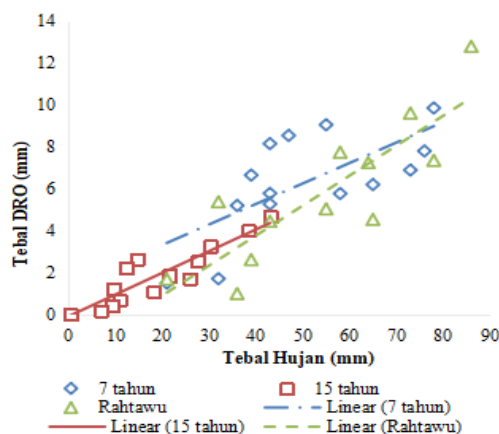
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan dan perkembangan hutan pinus campuran selama delapan tahun telah mampu meningkatkan persentase tutupan lahan. Stratifikasi tajuk ditemukan hingga tiga tingkat, yakni tumbuhan bawah berupa rumput-rumputan, stratifikasi kedua terdiri dari tanaman kopi dan puspa, lalu pohon pinus yang rata-rata memiliki ketinggian 15 m. Jika dibandingkan dengan tegakan pinus berumur 7 tahun, maka terdapat peningkatan persentase penutupan tajuk dari 19% menjadi 54%, sedangkan tutupan tumbuhan bawah sedikit menurun dari 58% menjadi 55%. Penurunan tersebut termasuk sedikit dan disebabkan oleh berkurangnya cahaya yang mencapai lantai hutan karena meningkatnya faktor naungan (Evers & Bastiaans, 2016; Yasin, et al., 2017) sehingga secara keseluruhan tutupan vegetasi justru semakin rapat.

Adanya perkembangan vegetasi ini akan berpengaruh terhadap perubahan respons hidrologis, terutama jika dilihat dari peranannya dalam mengurangi aliran permukaan (Casermeiro et al., 2004). Lebih lanjut, Im et al. (2009) menyampaikan bahwa timbulnya aliran permukaan (*overland flow*) di suatu kawasan dikarenakan sudah terlampauinya kapasitas infiltrasi tanah dapat meningkatkan *total runoff*. Pada proses pembuatan hidrograf aliran, *total runoff* yang terkumpul sebagai aliran sungai perlu dipisahkan antara aliran langsung (DRO) dengan aliran dasar (*baseflow*). Hal ini dikarenakan *baseflow* mewakili aliran yang terbentuk karena kejadian hujan di periode sebelumnya sehingga perlu dihilangkan dari hidrograf aliran pada kejadian hujan tunggal.



Gambar 4. (a) Stratifikasi tajuk yang terbentuk oleh tanaman pinus, puspa kopi, dan tumbuhan bawah; (b) Tutupan tumbuhan bawah dan serasah di lantai hutan; (c) Tutupan tajuk pinus yang semakin luas seiring bertambahnya usia pohon; (d) Ketebalan tajuk pinus yang bertambah seiring pertumbuhan pohon.



Gambar 5. Perubahan tebal DRO seiring dengan bertambahnya tutupan lahan

Hasil analisis menunjukkan bahwa perkembangan tutupan vegetasi di Sub-DAS Gajah Mungkur telah mengubah respons hidrologis kawasan berupa penurunan tebal aliran langsung di sungai. Hal ini dapat disebabkan karena perkembangan tanaman cenderung diikuti oleh peningkatan evapotranspirasi yang secara umum mengurangi tingkat kelembapan tanah dan mengarah pada penurunan aliran di daerah tersebut (Legesse et al., 2003; Calder & Aylward, 2006). Melalui persamaan *linier trendline*, diperoleh tingkat penurunan mencapai 22%. Meskipun analisis statistik *Dependent T-test* menunjukkan penurunan tersebut tidak terlalu signifikan, namun respons hidrologis hutan pinus campuran berumur 15 tahun di Sub-DAS Gajah Mungkur sudah menyerupai hutan pinus sejenis berumur 37 tahun di Sub-DAS Rahtawu.

Linear trendline Sub-DAS Gajah Mungkur pada Gambar 5 menunjukkan respons terhadap tebal hujan yang tinggi cenderung menghasilkan banjir yang lebih kecil daripada Sub-DAS Rahtawu. Hasil tersebut didukung dari nilai C_v Sub-DAS Gajah Mungkur yang lebih kecil, sehingga setiap mm tebal hujan yang turun di area tersebut hanya 8,30% saja yang menjadi aliran langsung (DRO). Nilai C_v tersebut juga menurun hingga 51% dibandingkan dengan saat tegakan berumur 7 tahun. Hasil ini sejalan dengan studi Leblanc et al. (2008) yang menyatakan bahwa berkurangnya tutupan lahan dapat meningkatkan *runoff coefficient*, begitu pula sebaliknya.

Merz et al. (2006) menyatakan bahwa semakin kering suatu daerah tangkapan air, maka semakin kecil *runoff coefficient*, sementara semakin basah tanah karena kelembapannya yang tinggi (*antecedent soil moisture*), maka semakin besar pula *runoff efficient*-nya. Dalam hal ini, penguapan air karena evapotranspirasi mampu mengurangi kelembapan tanah sehingga tanah menjadi lebih kering. Pada tanah yang kering, kapasitas penyimpanan air meningkat, sehingga hujan yang turun akan lebih dulu terserap oleh tanah. Pada kondisi tanah basah, tinggi muka air tanah akan meningkat dan kapasitas penyimpanan air menurun, sehingga dapat menimbulkan aliran permukaan (Macrae et al., 2010) yang pada akhirnya berimbas pada meningkatnya aliran langsung di sungai.

Penurunan nilai C_v ini juga dapat menunjukkan bahwa hutan pinus campuran berumur 15 tahun mampu menyimpan air dua kali lipat lebih baik melalui peningkatan kemampuan lahan menahan air (*water holding capacity*) (Mahe et al., 2005). Kelestarian air pun lebih terjaga karena kandungan air pada tanah tidak langsung menguap seperti pada tanah terbuka, sehingga air tanah tetap tersedia meskipun di musim kemarau, sementara air yang hilang keluar dari kawasan melalui sistem sungai menjadi lebih sedikit karena banjir yang dihasilkan lebih kecil.

Tabel 1. Perbandingan respons hidrologis Sub-DAS Gajah Mungkur dan Rahtawu

Keterangan	Gajah Mungkur		Rahtawu
	7 tahun	15 tahun	37 tahun
Jumlah kejadian hujan	21	31	21
Rata-rata P (mm)	58,14±21,8	15,7±18,7	58,1±21,8
Rata-rata V DRO (m ³)	6.275,45±8.324,5	1.263,96±3.067,5	50.132,1±193.407,2
Rata-rata DRO (mm)	11,85±15,7	2,38±5,8	7,37±7,1
Rata-rata C_v	16,87%±14%	8,30%±9%	11,42%±7%

Perubahan tutupan dan penggunaan lahan kerap kali memberikan dampak yang signifikan terhadap hidrologi dalam jangka waktu dan skala ruang tertentu, sehingga penting untuk dilakukan pengujian secara menyeluruh pada skala DAS sebagai upaya pengelolaan dan pengembangan sumber daya air. Pada penelitian ini, perkembangan vegetasi hutan pinus campuran setelah 8 tahun di Sub-DAS Gajah Mungkur menunjukkan adanya respons hidrologis yang positif. Pertambahan tutupan lahan telah mampu mengurangi tebal aliran langsung dan koefisien volumetrik di Sub-DAS Gajah Mungkur. Selain dikarenakan oleh sistem penanaman campuran, adanya praktik konservasi tanah berupa pembuatan teras gulud juga mengurangi dampak aliran permukaan. Gao et al. (2012) mengungkapkan bahwa upaya mencegah terjadinya erosi dapat dilakukan dengan melakukan kontrol terhadap aliran permukaan, seperti melalui pembuatan rorak, teras, cekdam, dan afforestasi.

Upaya konservasi tanah seperti di atas perlu diimplementasikan pada pengelolaan hutan produksi terutama di lahan berkelerengan tinggi. Selain itu, penutupan lahan dan stratifikasi tajuk bertingkat melalui penanaman campuran juga berimplikasi baik terhadap tata kelola air di dalam kawasan sehingga perlu dipertahankan. Adanya tumbuhan bawah dan serasah sebagai mulsa juga diperlukan guna melindungi tanah dari dampak erosivitas dan aliran permukaan, sehingga proses

penjarangan pada hutan produksi harus dilaksanakan sesuai kaidah pengelolaan karena secara tidak langsung bermanfaat dalam menyediakan ruang tumbuh bagi tumbuhan bawah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh anggota Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai di Fakultas Kehutanan UGM atas ilmu dan dukungannya, kepada pihak pengelola PT Perhutani di Desa Tombo, Karang Tengah, serta kepada Alifa Nindia Rachmawati, Nurul Aini, dan Listia Shelly Vita Ningtyas atas bantuan dan kerja samanya sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Andipago. (2006). Pengaruh Karakteristik Hujan Terhadap Debit Aliran (Q) dan Airan Langsung (DRO) di Hutan Pinus Daerah tangkapan Air Rahtawu RPH Jati, BKPH Baturetno, KPH Surakarta. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada.
- Bos, M. G., Boiten, W. & Pitlo, R. H. (1989). *Discharge Measurement Structures*. (M. G. Bos, Ed.), *Publication no. 20, ILRI* (3rd ed.). Wageningen, Netherlands: International Institute for Land Reclamation and Improvement.
- Calder, I. R. & Aylward, B. (2006). Forest and Floods Forest and Floods : Moving to an Evidence-based Approach to Watershed and. *Water International*, 31(1), 87–99.
- Casermeiro, M. A., Molina, J. A., De La Cruz Caravaca, M. T., Hernando Costa, J., Hernando Massanet, M. I., & Moreno, P. S. (2004). Influence of scrubs on runoff and sediment loss in soils of Mediterranean climate. *Catena*, 57(1), 91–107.
- Deuchars, S. A., Townend, J., Aitkenhead, M. J. & FitzPatrick, E. A. (1999). Changes in soil structure and hydraulic properties in regenerating rain forest. *Soil Use and Management*, 15(3), 183–187.
- Evers, J. B., & Bastiaans, L. (2016). Quantifying the effect of crop spatial arrangement on weed suppression using functional-structural plant modelling. *Journal of Plant Research*, 129(3), 339–351.
- Favreau, G., Leduc, C., Marlin, C., Dray, M., Taupin, J. D., Massault, M., Le Gal La Salle, C., Babic, M. (2002). Estimate of recharge of a rising water table in semiarid niger from 3 H and 14 C modeling. *Ground Water*.
- French, R. (1974). *Experimental Examination of Rational Method For Small Rural Catchment*. The Institution of Engineering. Sydney
- Gao, Z. L., Fu, Y. L., Li, Y. H., Liu, J. X., Chen, N., & Zhang, X. P. (2012). Trends of streamflow, sediment load and their dynamic relation for the catchments in the middle reaches of the Yellow River over the past five decades. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(9), 3219–3231.
- Guo, H., Hu, Q., & Jiang, T. (2008). Annual and seasonal streamflow responses to climate and land-cover changes in the Poyang Lake basin, China. *Journal of Hydrology*, 355(1–4), 106–122.
- Im, S., Kim, H., Kim, C., & Jang, C. (2009). Assessing the impacts of land use changes on watershed hydrology using MIKE SHE. *Environmental Geology*, 57(1), 231–239.
- Leblanc, M. J., Favreau, G., Massuel, S., Tweed, S. O., Loireau, M., & Cappelaere, B. (2008). Land clearance and hydrological change in the Sahel: SW Niger. *Global and Planetary Change*, 61(3–4), 135–150.
- Leduc, C., Favreau, G., & Schroeter, P. (2001). Long-term rise in a Sahelian water-table: The Continental Terminal in South-West Niger. *Journal of Hydrology*, 243(1–2), 43–54.
- Legesse, D., Vallet-Coulomb, C., & Gasse, F. (2003). Hydrological response of a catchment to climate and land use changes in Tropical Africa: Case study south central Ethiopia. *Journal of Hydrology*, 275, 67–85.
- Macrae, M. L., English, M. C., Schiff, S. L., & Stone, M. (2010). Influence of antecedent hydrologic conditions on patterns of hydrochemical export from a first-order agricultural watershed in Southern Ontario, Canada. *Journal of Hydrology*, 389(1–2), 101–110.
- Mahe, G., Paturel, J. E., Servat, E., Conway, D., & Dezetter, A. (2005). The impact of land use change on soil water holding capacity and river flow modelling in the Nakambe River, Burkina-Faso.

- Journal of Hydrology*, 300, 33–43.
- Merz, R., Blöschl, G., & Parajka, J. (2006). Spatio-temporal variability of event runoff coefficients. *Journal of Hydrology*, 331(3–4), 591–604.
- Pierson, F. B., Williams, C. J., Kormos, P. R., & Al-Hamdan, O. Z. (2014). Short-Term Effects of Tree Removal on Infiltration, Runoff, and Erosion in Woodland-Encroached Sagebrush Steppe. *Rangeland Ecology and Management*, 67(5), 522–538.
- Suryatmojo, H. 2007. Respons Daerah Aliran Sungai Terhadap Hujan (Studi Kasus pada Sub DAS Hutan Pinus dan Sub DAS Hutan Campuran, di Kecamatan Karang Tengah, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Truman, C. C., Bradford, J. M., & Ferris, J. E. (1990). Antecedent Water Content and Rainfall Energy Influence on Soil Aggregate Breakdown. *Soil Science Society of America Journal* 54(5): 1385-1392.
- Yasin, M., Rosenqvist, E., & Andreasen, C. (2017). The Effect of Reduced Light Intensity on Grass Weeds. *Weed Science* 65(05) : 603-613.

**PERBANDINGAN ANATOMI DAUN EMPAT VARIETAS LOKAL BUAH MERAH
(*Pandanus conoideus* Lam.)**

Tri Yuni Indah Wulansari*, Albert H. Wawo

Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Jln. Raya Jakarta-Bogor, Km. 46, Cibinong, Bogor, 16911

e-mail: *¹triyuniindahwulansari@yahoo.co.id

Abstrak. Buah merah (*Pandanus conoideus* Lam.) merupakan tanaman asli Papua yang memiliki banyak manfaat. Masyarakat lokal Papua mengklasifikasikan buah merah menjadi lebih dari 30 varietas lokal berdasarkan morfologi buahnya. Karakter anatomi tumbuhan dapat digunakan dalam penentuan klasifikasi pada tingkat spesies. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan anatomi daun dari buah merah Wona, Kiba, Bergum dan Maler untuk mengetahui keempat daun sampel memiliki karakter anatomi yang berbeda atau tidak. Pembuatan preparat transversal menggunakan metode parafin dan pembuatan preparat paradermal dengan bantuan asam kuat. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sebagian besar anatomi dari keempat daun memiliki karakter yang sama. Karakter yang berbeda hanya terdapat pada Wona yaitu jumlah lapisan hipodermis adaksial dan abaksial serta jumlah berkas papila per sel epidermis abaksial. Karakter lain yang bervariasi pada keempat sampel adalah kerapatan stomata. Stomata terletak di kedua sisi dengan jumlah stomata abaksial lebih banyak. Kerapatan stomata adaksial dari Wona, Kiba, Bergum dan Maler secara berturut-turut adalah 16, 10, 7 dan 9 stomata per luas bidang pandang, sedangkan kerapatan stomata abaksial adalah 153, 120, 145 dan 148 stomata per luas bidang pandang.

Kata Kunci: hipodermis, kerapatan stomata, papila

Abstract. Red fruit (*Pandanus conoideus* Lam) is a native plant of Papua. Local people classify red fruit into 30 local varieties based on their morphology. This study was conducted by comparing the leaf anatomy of four red fruit (Wona, Kiba, Bergum and Maler) to determine the diversity of their leaf anatomical characters. Transversal slides were made using the paraffin method and paradermal slides were made using strong acids. The results showed that most of the anatomical characters of the four local varieties were the same. Variations occurred in the abaxial and adaxial hypodermis and papillae per lower epidermal cell in the Wona. Another variation occurred in stomata density. Abaxial stomata density of Wona, Kiba, Bergum and Maler are 16, 10, 7 and 9 per display area respectively. Meanwhile, the density of the adaxial stomata are 153, 120, 145 and 148 per display area respectively.

Keywords: hypodermal, papillae, stomata density.

PENDAHULUAN

Buah merah (*Pandanus conoideus* Lam.) adalah tanaman endemik Papua yang dimanfaatkan bagian buahnya oleh masyarakat sebagai bahan pangan dan obat tradisional (Puspita et al., 2018 dan Rohman & Windarsih, 2018). Tanaman buah merah tersebar dari dataran rendah hingga daerah pegunungan pada ketinggian antara 500-1650 m dpl dan termasuk salah satu jenis pandan yang memiliki perawakan tinggi batang antara 3-7 m atau lebih (Walter & Sam, 2002 dan Wawo et al., 2019.). Buahnya merupakan buah majemuk semu yang terdiri dari banyak buah tunggal dan dilindungi oleh braktea, panjang buah berkisar 86-110 cm dengan lebar 30-35 cm (Sianipar dan Santosa, 2016). Pasta buah merah dapat diolah menjadi saus yang dikonsumsi setelah dibubuhkan pada nasi, sagu dan ubi jalar yang telah matang (Setiarto et al., 2018) sedangkan minyak buah merah telah diketahui memiliki banyak manfaat seperti antikanker (Astirin et al., 2009), immunomodulator (Tambaip et al., 2019) dan antioksidan (Sugiritama et al., 2016; Kio et al., 2018; Xia et al., 2018).

Buah merah berdasarkan pada keragaman morfologinya, dapat ditemukan lebih dari 30 varietas lokal di Papua (BPTP Papua, 2018, website) tetapi Wawo et al. (2019) telah mendapatkan 23 kultivar buah merah di wilayah Pegunungan Tengah Papua dan jumlah ini akan bertambah apabila dilakukan eksplorasi pada beberapa lokasi habitat buah merah yang hingga saat ini belum dikunjungi.

Masyarakat memberi nama masing – masing buah merah berdasarkan asal daerah dan karakter fisik terutama ukuran dan warna buah serta rasanya (Walter & Sam, 2002 dan BPTP Papua, 2018, website). Menurut Zebua & Walujo (2016) penamaan varietas lokal buah merah bahkan berbeda-beda setiap wilayah dan kelompok etnis, contohnya pada suku Hatam, buah merah diberi nama berdasarkan ciri ukuran buah, ukuran biji, kandungan minyak, kandungan ampas dan warna buah. Pada suku Dani yang bermukim di lembah Balim nama umum buah merah adalah *tawi*, tetapi dalam percakapan mereka menyebutkan langsung namanya seperti Bergum, Maler, Wona, Wesi, tanpa menambah imbuhan kata di depan atau di belakang kata tawi (Wawo et al., 2019).

Keberagaman morfologi sebagai dasar penamaan varietas lokal telah cukup banyak diteliti seperti pada penelitian Zebua & Walujo (2016), penelitian Murtiningrum et al. (2012) berfokus pada keberagaman morfologi dan komposisi kimia buah. Sementara dari segi anatomi, keberagaman dalam jenis buah merah masih belum banyak diteliti. Sianipar & Santosa (2016) mengamati morfologi dan anatomi buah dari tanaman buah merah namun tidak membandingkan antar varietas lokal. Menurut Rahayu et al. (2012) karakter anatomi daun berguna secara taksonomi dalam identifikasi *Pandanus* sampai dengan tingkat jenis. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk melakukan komparasi secara anatomi pada empat varietas lokal buah merah yang terdapat dalam Kebun Raya Biologi Wamena (KRBW).

BAHAN DAN METODE

Sampel yang digunakan adalah daun empat varietas lokal buah merah yaitu Wona, Kiba, Bergum dan Maler yang berasal dari Kebun Raya Biologi Wamena (KRBW), Papua. Sampel daun dikoleksi segar dan disimpan dalam larutan alkohol 70%. Sampel daun kemudian dipotong 1 x 1 cm untuk kemudian dibuat preparat. Pembuatan preparat dilakukan dengan dua metode yaitu semi permanen dan permanen. Preparat semi permanen untuk pengamatan paradermal daun dibuat dengan pemanasan dan HNO₃ (Cutler, 1978) sedangkan preparat permanen untuk pengamatan transversal daun dibuat menggunakan metode parafin (Sass, 1951) dengan modifikasi waktu tiap tahapan. Pemotongan sampel parafin menjadi pita preparat menggunakan mikrotom merk spencer dengan ketebalan 15-17µm. Pengamatan preparat dilakukan menggunakan mikroskop Nikon Eclipse 80i dan pemotretan menggunakan kamera mikroskop Sony indomicro HDMI camera.

Karakter anatomi yang diamati dari penampang paradermal adalah bentuk sel dan dinding antiklinal epidermis, keberadaan stomata, tipe stomata, keberadaan papila (Rahayu et al., 2012) serta kerapatan stomata. Karakter anatomi pada penampang transversal adalah bentuk dan jumlah lapisan epidermis, hipodermis, mesofil, tipe papila, kristal kalsium oksalat dan perluasan berkas pengangkut (Santika et al., 2014) serta anatomi duri. Masing-masing sampel diamati untuk kemudian dibandingkan. Kerapatan stomata dihitung menggunakan rumus nilai rata-rata jumlah stomata dibagi luas bidang pandang (lingkaran).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan anatomi dilakukan secara paradermal dan transversal. Bagian yang diamati adalah sebagai berikut :

Epidermis

Sampel daun dari tanaman buah merah yang diamati memiliki epidermis abaksial dan adaksial masing-masing satu lapis sel. Bentuk sel epidermisnya secara transversal adalah kubus, namun pada epidermis abaksial terdapat papila (gb.1a-b). Keberadaan papila, bentuk, ukuran serta distribusinya dapat digunakan sebagai karakter taksonomi pada beberapa spesies (Rahayu et al., 2012). Menurut Wakte et al. (2007) papila pada pandan wangi (*P. amaryllifolius* Roxb.) secara histokimia diketahui mengandung senyawa *2-acetyl-1-pyrroline* yang memberikan bau khas pada daun pandan wangi.

Sel epidermis abaksial dan adaksial memiliki dinding sel antiklinal lurus, bentuk sel epidermis abaksial adalah poligonal dengan bentuk memanjang sedangkan bentuk sel epidermis adaksial adalah kubus. Papila pada penampang paradermal daun terlihat berupa bulatan (gb.1c). Sampel yang diamati menunjukkan bahwa papila sebagian besar berjumlah satu buah pada tiap selnya, namun ditemukan juga beberapa sel yang memiliki papila 2-3 per sel epidermis. Pada Wona jumlah papila yang lebih

dari satu tiap sel epidermis lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan varietas lokal buah merah yang lain.

Tipe daun pada buah merah berdasarkan keberadaan stomatanya adalah *amphistomatous* yaitu terdapat stomata baik di permukaan abaksial maupun adaksial (Nugroho et al., 2006) namun demikian jumlah stomata di permukaan abaksial lebih banyak dibanding dengan adaksial. Tipe stomatanya adalah tetrasitik (gb.1c-d), hal ini sesuai dengan Santika & Tihurua (2014) yang menyatakan bahwa stomata pada Pandanaceae dikelilingi oleh 4 sel tetangga, 2 diantaranya lebih kecil dan terletak di ujung sel penjaga sedangkan sel tetangga yang lain terletak di samping sel penjaga. Nilai kerapatan stomata antara keempat sampel dapat dilihat pada tabel 1. Wona memiliki nilai kerapatan stomata paling tinggi dibandingkan varietas lokal lain.

Keberadaan dan distribusi papila pada Pandanus mempengaruhi tipe struktur (berkas) stomata. Tomlinson (1965) dalam Rahayu et al. (2012) dan Tihurua & Erlinawati (2014) mengklasifikasikan struktur stomata Pandanus menjadi 5 kelas. Tipe struktur stomata yang dimiliki oleh daun buah merah termasuk dalam kelas 1 (*unspecialized stomata*) karena papila hanya terdapat di sel epidermis dan tidak ditemukan di sel penjaga maupun sel tetangga. Tipe stomata kelas 1 pada penelitian Rahayu et al. (2012) ditemukan pada *P. dubius*, *P. multifurcatus*, *P. nitidus*, *P. pseudolais* dan *P. tectorius* cv. *Sanderi*.

Tabel 1. Kerapatan Stomata Adaksial dan Abaksial Empat Varietas Lokal Buah Merah

No.	Variasi Buah Merah	Kerapatan Stomata (Jumlah Per Luas Bidang Pandang)	
		Adaksial	Abaksial
1.	Wona	16 ± 2,9b	153 ± 9,2a
2.	Kiba	10 ± 2,2a	120 ± 7,3b
3.	Maler	9 ± 1,8a	148 ± 12,2a
4.	Bergum	7 ± 1,8a	145 ± 12,0a

Ket : Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata (sig 5%).

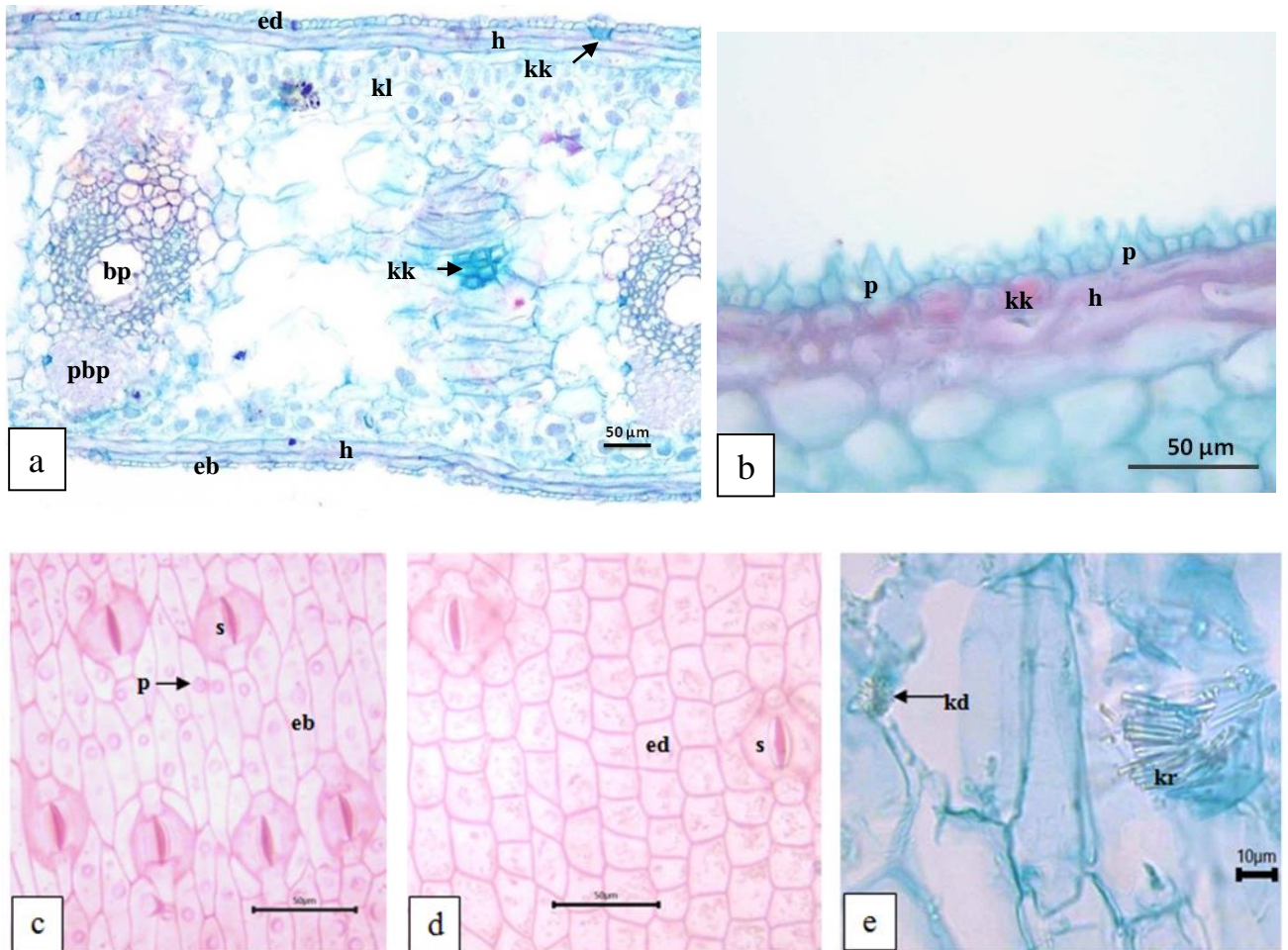
Hipodermis

Hipodermis merupakan lapisan yang terdapat di sebelah dalam epidermis yang secara ontogeni berasal dari meristem jaringan dasar (Fahn, 1995 dan Nugroho, 2006). Hasil pengamatan terhadap sampel menunjukkan bahwa semua sampel memiliki jumlah lapisan hipodermis abaksial maupun adaksial. Kiba memiliki hipodermis adaksial dan abaksial masing – masing dua lapis. Bergum dan Maler memiliki lapisan hipodermis adaksial 3 lapis dan abaksial 2 lapis, sedangkan pada Wona hipodermis adaksial ditemukan 3-4 lapis sel dan hipodermis abaksial 2-3 lapis. Bentuk sel hipodermis pada buah merah sangat panjang (gb.1a) bahkan panjangnya setara dengan puluhan epidermis. Pada hipodermis juga banyak ditemukan kristal kalsium oksalat bentuk kubus terutama pada lapisan hipodermis terluar.

Mesofil

Daun pada buah merah memiliki jaringan klorenkim di bagian adaksial dan abaksial. Jaringan klorenkim adaksial lebih berkembang dan memiliki lapisan yang lebih banyak dibandingkan dengan abaksial kecuali pada Bergum, jaringan klorenkim adaksial dan abaksial memiliki jumlah lapisan yang hampir sama. Bentuk sel klorenkim abaksial pada buah merah adalah isodiametris seperti yang terdapat pada *P. amaryllifolius* pada penelitian Rahayu et al. (2012), sedangkan bentuk klorenkim adaksial terdiri dari dua jenis yaitu sel bentuk tiang dan bentuk isodiametris. Lapisan sel tiang pada Kiba, Maler dan Bergum adalah 1-2 lapis sel, sedangkan pada Wona adalah 2-3 lapis sel.

Kristal kalsium oksalat pada pandan banyak ditemukan pada parenkim mesofil antar berkas pengangkut tulang daun (Wulansari, 2014). Terdapat tiga jenis bentuk kristal kalsium oksalat pada buah merah yaitu bentuk kubus, rectangular dan drusse dengan jumlah dan intensitas teramati lebih tinggi pada bentuk kubus. Pada bagian mesofil terutama pada sel parenkim juga ditemukan adanya kelompok sklerenkim yang sebagian besar berkelompok 2-4 sel, namun ditemukan juga kelompok sel dalam jumlah besar (9-12 sel). Sklerenkim juga ditemukan pada semua berkas pengangkut tulang daun sehingga berkas pengangkut memiliki perluasan mendekati hipodermis.

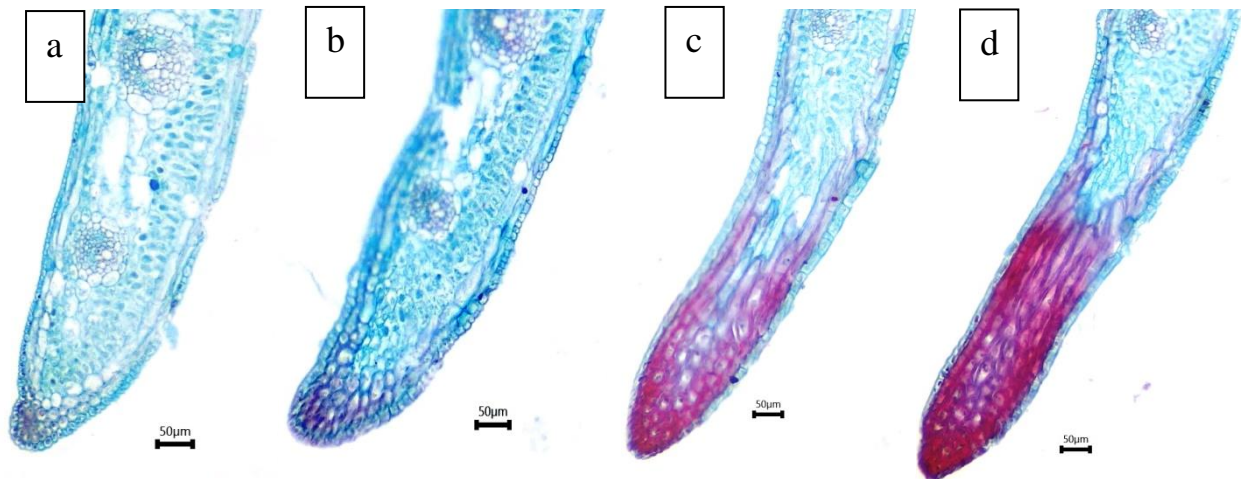


Gambar 1. Anatomi daun buah merah. (a) Penampang transversal daun Kiba, (b) Papila epidermis abaksial Bergum, (c) Paradermal abaksial Maler, (d) Paradermal adaksial Wona dan (e) Kristal rectangular dan druse pada Bergum. ed: epidermis adaksial, eb: epidermis abaksial, h: hipodermis, kl: klorenkim, bp: berkas pengangkut, pbp: perluasan berkas pengangkut, p: papila, s: stomata, kk: kristal kalsium oksalat kubus, kr: kristal kalsium oksalat rectangular dan kd: kristal kalsium oksalat druse. (bar skala : 50 μm , kecuali pada foto kristal kalsium oksalat jarum).

Duri Lateral

Duri merupakan modifikasi dari daun. Pada daun buah merah terdapat dua jenis duri yaitu duri lateral dan duri basal, yang diamati struktur anatominya pada penelitian ini adalah duri lateral. Istilah duri bisa disebut dengan *spines* atau *thorns*, menurut Barclay (2002) *spines* terdiri dari sekelompok berkas yang terdiri dari sel-sel sklerenkim sedangkan *thorns* adalah duri dengan jaringan vaskular dan umum ditemukan di batang bukan daun. Hasil pengamatan terhadap keempat sampel menunjukkan bahwa tahap perkembangan duri dari keempat sampel adalah sama.

Struktur duri pada daun buah merah diawali dengan terbentuknya struktur menyerupai tonjolan di ujung tepi daun (gb.2). Sel-sel di bawah epidermis akan mengalami pembelahan ke segala arah baik periklinal maupun antiklinal pada tahap awal (Carlquist, 1962), namun pada tahapan selanjutnya aktivitas antiklinal terlihat lebih aktif karena dibuktikan dengan terbentuknya struktur memanjang di ujung marginal daun. Sel-sel tersebut selanjutnya mengalami penebalan dimulai dari ujung dan tepi kemudian menuju bagian tengah dengan epidermis yang belum mengalami penebalan. Tahap akhir dari pembentukan duri adalah terjadinya penebalan pada seluruh sel yang membelah sebelumnya dan penebalan sel pada epidermis ujung.



Gambar 2. Tahap perkembangan duri lateral daun buah merah. (a) Terbentuk struktur tonjolan, (b) Pembelahan semakin aktif, (c) Terjadi penebalan dan (d) Penebalan sempurna dan sudah berwujud duri

Dari hasil pengamatan anatomi daun dapat disimpulkan bahwa keseluruhan sampel memiliki struktur anatomi yang hampir sama. Perbedaan struktur anatomi yang terjadi seperti jumlah lapisan hipodermis dan kerapatan stomata bukanlah karakter yang dapat digunakan sebagai acuan pemisahan dalam klasifikasi. Penelitian terhadap anatomi varietas lokal buah merah harus dikembangkan dengan jumlah varietas yang lebih banyak sehingga dapat digunakan sebagai salah satu acuan pengelompokan dan pembeda varietas lokal buah merah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Eka Fatmawati Tihurua atas arahan dan bimbingannya dalam penulisan karya tulis ini, Asih Perwita Dewi atas bantuannya dalam kelancaran penulisan serta bapak Budiarto dari laboratorium fisiologi tumbuhan LIPI dalam bantuannya mengoleksi sampel daun buah merah dari Kebun Raya Biologi Wamena.

DAFTAR PUSTAKA

- Astirin, O. P., M. Harini & N. S. Handajani. (2009). The Effect of Crude Extract of *Pandanus conoideus* Lamb. var. Yellow Fruit on Apoptotic Expression of the Breast Cancer Cell Line (T47D). *Biodiversitas* 10(1): 44-48.
- BPTP Papua. (2018). Buah Merah. Diunduh dari <http://papua.litbang.pertanian.go.id/index.php/layanan/taman-agroinovasi/538-plasmanutfah-4>.
- Carlquist, S. (1962). Ontogeny and Comparative Anatomy of Thorns of Hawaiian Lobeliaceae. *American Journal of Botany* 49(4): 413-419.
- Cutler, D. F. (1978). *Applied Plant Anatomy*. Longman. London and New York.
- Fahn, A. (1995). *Anatomi Tumbuhan*. Terjemahan oleh Soediarso, A., R. M. T. Koesoemaningrat, M. Natasaputra & H. Akmal. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kio, A. D., T. R. Saraswati & E. Y. W. Yuniwati. (2018). The Effect of Red Fruit Oil (*Pandanus conoideus*) to the Histophysiology of Rat (*Rattus norvegicus*) Liver Exposed to Cigarette Smoke. *Journal of Biology & Biology Education* 10(1): 125-130.
- Murtiningrum, Z. L. Sarungallo & N. L. Mawikere. (2012). The Exploration and Diversity of Red Fruit (*Pandanus conoideus* L.) From Papua Based O Its Physical Characteristics and Chemical Composition. *Biodiversitas* 13(3): 124-129.
- Nugroho, L. H., Purnomo & I. Sumardi. (2006). *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Puspita, D., Y. D. Tjahyono, Y. Samalukang, M. Sihombing & W. Merdekawati. (2018). Termostabilitas Pigmen Karotenoid Buah Merah (*Pandanus conoideus*) Sebagai Bahan Tambahan Dalam VCO. *Seminar Nasional Biologi dan Pendidikan Biologi UKSW, Salatiga*.

- Rahayu, S. E., K. Kartawinata, T. Chikmawati & A. Hartana. (2012). Leaf Anatomy of Pandanus Species (Pandanaceae) From Java. *Reinwardtia* 13(3): 305-313.
- Rohman, A & A. Windarsih. (2018). Characterization, Biological Activities, and Authentication of Red Fruit (*Pandanus canoideus* Lam) Oil. *Food Research* 2(2): 134-138.
- Santika, Y., E. F. Tihurua & T. Triono. (2014). Comparative Leaves Anatomy of Pandanus, Freycinetia and Sararanga (Pandanaceae) and Their Diagnostic Value. *Reinwardtia* 14(1): 163-170.
- Santika, Y. & E. F. Tihurua. (2014). Leaf Anatomy Study of Freycinetia Spp. (Pandanaceae) with Reference to Stone's Infrageneric Classification. *Floribunda* 5(1): 21-26.
- Sass, J. E. (1951). *Botanical Microtechnique 2nd edition*. The Iowa State College Press. Iowa. USA.
- Setiarto, R.H.B, N. Widhyastuti, N. Agustin, Rahmawati & A.H.Wawo. (2018). Pendugaan Umur Simpan Saus Buah Merah Pedas (*Pandanus canoideus* Lamk) Dengan Metode Accelerated Shelf Life Test. *Jurnal Keteknik Pertanian (JTP)* 6(3): 279 – 286.
- Sianipar, F. R. D. N. & Santosa. (2016). Morphological and Anatomical Structure of Red Fruit (*Pandanus canoideus* Lam.). *KnE Social Sciences*, 37-43.
- Sugiritama, I. W., I. G. A. D. Ratnayanti, I. G. N. S. Wiryawan, I. A. I. Wahyuniari, N. M. Linawati & I. G. K. N. Arijana. (2016). Effect of Red Fruit Oil (*Pandanus canoideus* Lam) on Animal Model of Preeclampsia. *International Journal of Science and Research* 5(7): 1770-1773.
- Tambaip, T., M. Br. Karo, R. Natzir, M. Bintang, A. A. Islam, W. Salma dan M. Hatta. (2019). CD4+ Cell Impacts of Orally Red Fruit (*Pandanus canoideus*) Oil Extract in HIV Patients with Antiretroviral Therapy. *Indian Journal of Public Health Research & Development* 10(2): 510-514.
- Tihurua, E. F. & I. Erlinawati. (2014). Leaf Anatomy of Pandanus Spp. (Pandanaceae) from Sebangau and Bukit Baka-Bukit Raya National Park, Kalimantan, Indonesia. *Reinwardtia* 14(1): 223-231.
- Wakte, K. V., A. B. Nadaf, S. Krishnan & R. J. Thengane. (2007). Studies on Lower Epidermal Papillae, the Site of Storage of Basmati Rice Aroma Compounds in *Pandanus amaryllifolius* Roxb. *Current Science* 93(2): 238-242.
- Walter, A & C. Sam. (2002). *Fruits of Oceania*. ACIAR Monograph, Canberra.
- Wawo, A.H, P. Lestari & N. Setyowati. (2019). Buah Merah *Bioresources* Lokal Pegunungan Tengah Papua: Keanekaragaman dan Upaya Konservasinya. *Jurnal Biologi Indonesia* (2019 *in press*).
- Wulansari, T. Y. I. (2014). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kloroform dan Metanol Tujuh Spesies *Pandanus* spp. Dan Korelasinya Dengan Karakter Anatomis. *Tesis*. Yogyakarta : Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada.
- Xia, N & C. Schirra. (2018). Red Fruit (*Pandanus canoideus* Lam) Oil Stimulates Nitric Oxide Production and Reduces Oxidative Stress in Endothelial Cells. *Journal of Functional Foods* 51: 65-74.
- Zebua, L. I. & E. B. Walujo. (2016). Pengetahuan Tradisional Masyarakat Papua dalam Mengenal, Mengklasifikasi dan Memanfaatkan Pandan Buah Merah. *Jurnal Biologi Papua* 8(1): 23-37.

SEBARAN JENIS PAKAN TAPIR (*Tapirus indicus*, Desmarest, 1819) DI TAMAN NASIONAL WAY KAMBAS (TNWK)

Nyimas D. Maharani, Sugeng P. Harianto, Dian Iswandar, Gunardi D. Winarno

Jurusan Kehutanan, Universitas Lampung.
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1, Rajabasa, Bandar Lampung 35145
e-mail: nyimas.dita19@gmail.com

Abstrak. Taman Nasional Way Kambas (TNWK) merupakan salah satu dari dua taman nasional yang ada di provinsi Lampung. Salah satu satwa yang terdapat di TNWK yaitu tapir (*Tapirus indicus*). Tapir dipercaya mengalami penyusutan populasi akibat terpecah dan terfragmentasinya habitat. Untuk menjaga populasi tapir di TNWK salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan meningkatkan ketersediaan pakan alami tapir dengan mengetahui persebaran pakan dan keanekaragaman jenis pakan alami tapir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode transek garis (line transect). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah tumbuhan yang teramati sebagai pakan tapir di RPTN Way Kambas yaitu 15 spesies yang termasuk dalam 9 family dengan total 1288 individu. Indeks keanekaragaman jenis pakan tapir yaitu $H' = 2,61$ yang menunjukkan sedang ($1 < H' < 3$). Indeks kemerataan jenis pakan tapir yaitu $J = 0,96$ yang menunjukkan stabil ($0,75 < J < 1$) dan persebaran pakan tapir yang merata di sepanjang jalur transek.

Kata Kunci: keanekaragaman, kemerataan, persebaran.

PENDAHULUAN

Taman Nasional Way Kambas (TNWK) merupakan kawasan yang di dalamnya kaya akan berbagai jenis flora dan fauna. Terdapat lima fauna yang ada di TNWK dikategorikan sebagai mamalia besar, salah satunya yaitu tapir (*Tapirus indicus*, Desmaerst, 1819). Menurut Nash (2009), dari 4 spesies tapir di dunia menyebutkan bahwa tapir asia merupakan jenis yang terbesar dari keempat jenis tapir lainnya. Tapir memiliki ciri khas dengan bentuk hidungnya yang memanjang mirip seperti belalai gajah, tetapi belalai tapir lebih pendek dibanding gajah. Belalai tersebut merupakan gabungan dari mulut dan hidung tapir, yang digunakan untuk mengambil dedaunan muda dan buah-buahan pada tumbuhan pakan tapir.

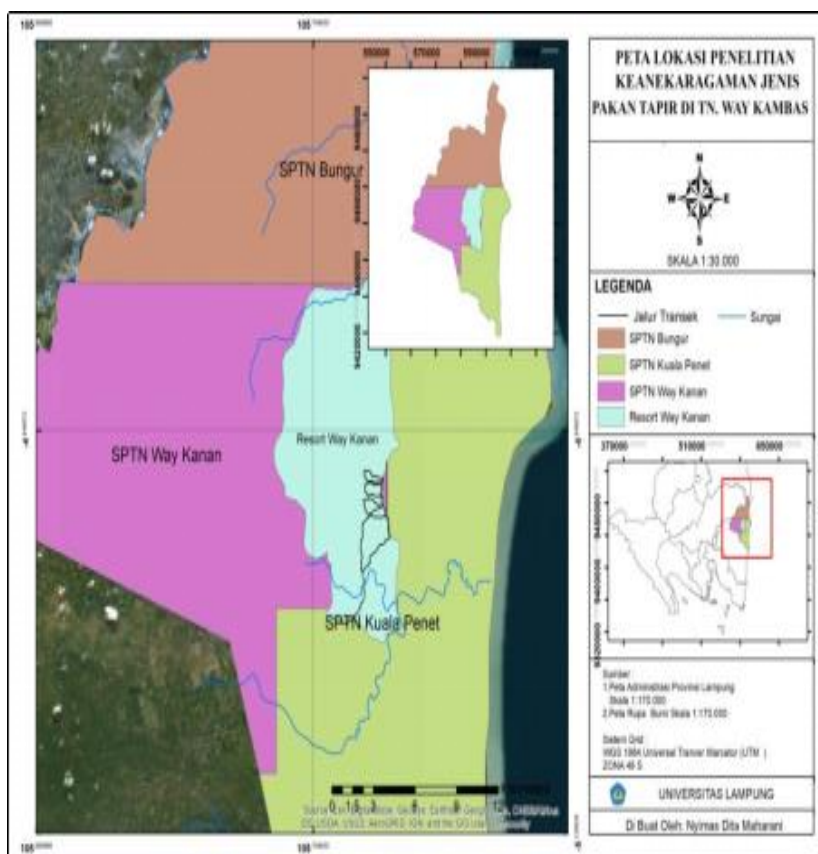
Tapir tergolong ke dalam hewan herbivora pemakan tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan. Secara alami, tapir memerlukan areal yang cukup luas untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Tapir dipercaya mengalami penyusutan populasi akibat terpecah dan terfragmentasinya habitat (Asmita et al., 2014). Menurut Setiawan et al (2013), penurunan populasi tapir diakibatkan karena degradasi habitat, perburuan liar dan perdagangan liar. Penurunan populasi tapir dapat mempengaruhi ekosistem, dimana tapir berperan penting dalam proses ekologi salah satunya yaitu sebagai penyebar biji dan perputaran nutrisi (Rahma, 2011). Rendahnya populasi tapir di habitatnya menyebabkan spesies ini tergolong dalam kategori genting (Endangered) dalam IUCN Red List (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (IUCN, 2006). Tapir juga terdaftar dalam CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) termasuk dalam kategori Appendix I (tidak boleh diperjualbelikan) (CITES, 2012).

Upaya konservasi tapir dapat dilakukan baik secara in-situ maupun ex-situ. Konservasi tapir secara in-situ dilakukan di TNWK. Untuk menjaga populasi tapir di TNWK, upaya konservasi yang dapat dilakukan yaitu meningkatkan ketersediaan tumbuhan alami pakan tapir dengan cara mengetahui kemerataan dan persebaran jenis tumbuhan pakan tapir. Sehingga menjadikan penelitian ini sangat penting dilakukan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2018 di RPTN Way Kanan SPTN I Way Kanan, Taman Nasional Way Kambas. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di RPTN Way Kanan, SPTN Wilayah I Way Kanan, TNWK. Sumber: Data primer (2018).

Metode Penelitian dan Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode transek garis (*Line Transect*). Metode transek garis dilakukan dengan cara berjalan kaki menyusuri jalur patroli sejauh 3 km/hari untuk mengidentifikasi jenis tumbuhan pakan tapir melalui tanda keberadaan tapir seperti bekas gigitan pada tunas muda, jejak kaki (*foot print*) dan fesesnya. Menurut Riyanto et al. (2011), survey dan eksplorasi dilakukan dengan menggunakan transek garis sejauh 3 km, jika panjang satu lokasi tidak mencapai jarak tersebut, maka diadakan pembelokan ke arah semula dengan jarak 1 m dari garis yang telah dilewati (modifikasi Khan, 2006 atau Khan et al., 2006). Cara ini dilakukan untuk mendapatkan data mengenai jenis tumbuhan, jumlah individu/tumbuhan dan jumlah jenis tumbuhan alami pakan tapir dengan menggunakan analisis keanekaragaman dan pemerataan jenis.

Analisis Keanekaragaman Jenis

Keanekaragaman jenis dihitung dengan menggunakan indeks Shannon-Wiener (Shannon 1948; Southwood & Henderson 2000; Magurran dan Mc Gill 2010; Karim et al., 2016; Ahmad 2017; Kamaluddin et al., 2019), dimana H' merupakan indeks Shannon-wiener, p_i merupakan jumlah proporsi satwa spesies i (n_i/N), dimana n_i merupakan jumlah individu per spesies dan N yaitu total individu. dengan rumus.

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \text{ dimana, } p_i = \frac{n_i}{N}$$

Kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yaitu.

$H' \leq 1$ = keanekaragaman rendah.

$1 < H' < 3$ = keanekaragaman sedang.

$H' \geq 3$ = keanekaragaman tinggi.

Analisis Kemerataan Jenis

Indeks kemerataan digunakan untuk mengetahui kemerataan setiap jenis dalam setiap komunitas yang dijumpai. Untuk mengetahui besarnya indeks kemerataan menurut (Daget 1976; Solahudin 2003; Adelina et al 2016; Kamaluddin et al 2019), dimana J merupakan indeks kemerataan dan S yaitu jumlah spesies. dengan rumus sebagai berikut.

$$J = \frac{H'}{H_{max}} \text{ atau } J = \frac{-\sum P_i \ln(P_i)}{\ln(S)}$$

Kriteria indeks kemerataan yaitu.

$0,00 < J < 0,50$ = komunitas tertekan.

$0,50 < J < 0,75$ = komunitas labil.

$0,75 < J < 1,00$ = komunitas stabil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 15 jenis tumbuhan pakan tapir dengan total jumlah 1288 jenis yang terdiri dari 9 famili berbeda. Persebaran jenis pakan yang ditemukan berbeda pada setiap jalur transek. Dilihat pada Tabel 1 jenis tumbuhan dan jumlah jenis yang ditemukan pada setiap jalur transek.

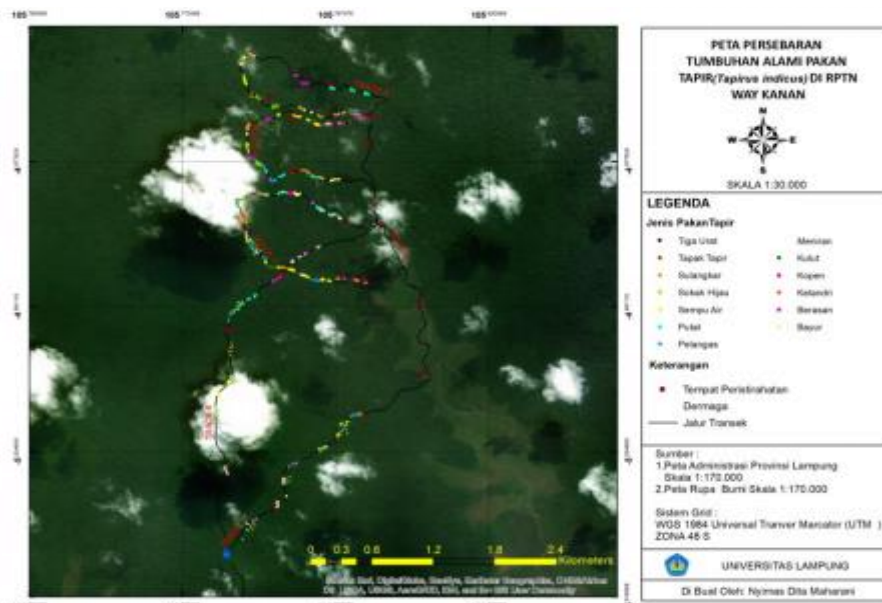
Tabel 1. Jenis tumbuhan dan jumlah jenis pada tiap transek.

No	Nama lokal	Nama ilmiah	Famili	Jumlah individu					
				T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	T.6
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9
1	Soka hijau	<i>Ixora sp</i>	Rubiaceae	16	-	32	27	19	9
2	Liana kuku elang	<i>Uncaria pedicellata</i>	Rubiaceae	6	-	8	11	10	-
3	Pelangas	<i>Dillenia excelsa</i>	Dilleniaceae	11	-	34	26	-	18
4	Berasan	<i>Memecylon edule</i>	Melastomataceae	5	-	23	33	11	16
5	Sulangkar	<i>Leea sambucina</i>	Vitaceae	-	-	30	29	20	10
6	Meniran	<i>Antidesma tetrandrum</i>	Phyllanthaceae	19	-	45	37	32	30
7	Putat	<i>Planchonia valida blume</i>	Lecythidaceae	7	-	33	29	26	15
8	Walangan	-	-	-	-	32	30	10	22
9	Bayur	<i>Pterospermum javenicum</i>	Malvaceae	4	-	23	24	12	-
10	Apit	-	Dilleniaceae	15	-	47	42	38	25
11	Kelandri	-	-	6	-	22	27	9	-
12	Laban	<i>Vitex spp</i>	Verbenaceae	-	-	32	25	19	16
13	Kopen	<i>Plectoria didyma</i>	Rubiaceae	-	-	24	22	10	-
14	Kulut	-	-	-	-	21	22	5	-
15	Tiga urat	<i>Cinnamomum sp</i>	Lauraceae	-	-	11	9	7	-
Total				89	-	417	393	228	145

Keterangan: T (transek).

Jumlah individu terbanyak ditemukan pada transek 3, dimana ditemukan sebanyak 417 individu dengan 15 jenis yang berbeda. Sedangkan pada transek 2, tidak ditemukannya satu jenis tumbuhan pada jalur ini. Hal ini berkaitan dengan kondisi lingkungan tempat tumbuh yang mendukung dalam perkembangan jenis tumbuhan pakan. Kondisi lingkungan di transek 2 yang membuat tidak ditemukannya tumbuhan pakan, dikarenakan pada jalur ini melintasi sepanjang aliran sungai yang

hanya ditumbuhi beberapa pohon dan didominasi oleh alang-alang. Persebaran pakan kemudian diinterpretasikan ke dalam bentuk peta, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta persebaran jenis tumbuhan alami pakan tapir di RPTN Way Kanan
 Sumber: Data Primer (2018).

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat sebaran pakan tapir yang sangat merata. Kemerataan jenis pakan tapir yang ditemukan memiliki jumlah individu per spesies yang merata, sehingga nilai kemerataannya tinggi dan dapat dikategorikan stabil (Yudha et al., 2015), hal ini dapat dikatakan bahwa pada RPTN Way Kanan tidak ada spesies yang mendominasi atau tertekan. Menurut Mawazin & Subiakto (2013), suatu jenis yang memiliki tingkat kestabilan yang tinggi mempunyai peluang yang lebih besar untuk mempertahankan kelestarian jenisnya.

Persebaran jenis pakan tapir pada lokasi penelitian dikatakan merata, dimana hasil perhitungan menggunakan indeks kemerataan mencapai nilai 0,96 menurut Kamaluddin et al. (2019) nilai indeks kemerataan $0,75 < J < 1$ dikategorikan sabil. Nilai indeks kemerataan jenis dapat dilihat pada Tabel 2.

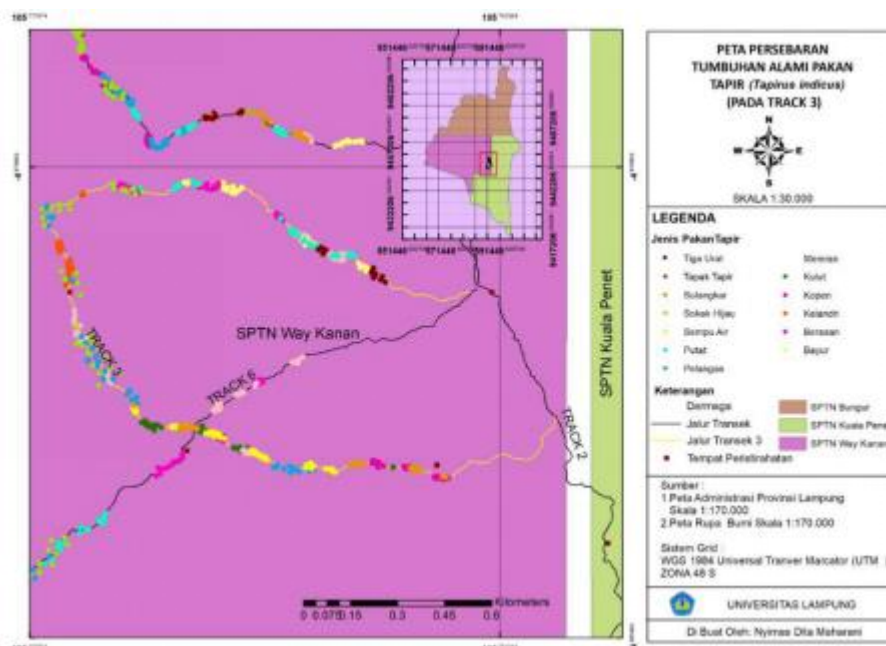
Tabel 2. Keanekaragaman jenis dan kemerataan jenis pakan tapir di RPTN Way Kanan, SPTN Wilayah I Way Kanan.

No	Nama lokal	Nama ilmiah	Jumlah individu	Keanekaragaman Jenis (H')	Kemerataan Jenis (E)
1	2	3	5	6	7
1	Soka hijau	-	103	0,20	0,96
2	Liana kuku elang	<i>Uncaria pedicellata</i>	35	0,10	0,96
3	Pelangas	<i>Antidesma neurocarpum</i>	89	0,18	0,96
4	Berasan	<i>Aporosa nervosa</i>	88	0,18	0,96
5	Sulangkar	<i>Leeea indica Merr.</i>	89	0,18	0,96
6	Meniran	<i>Antidesma tetrandrum</i>	163	0,26	0,96
7	Putat	<i>Planchoniavalidablume</i>	110	0,21	0,96
8	Walangan	-	94	0,19	0,96
9	Bayur	<i>Pterospermum javenicum</i>	63	0,15	0,96
10	Sempu air	-	167	0,26	0,96
11	Kelandri	<i>Bradleia hirsuta</i>	64	0,15	0,96
12	Laban	<i>Vitex quinata</i>	92	0,19	0,96
13	Kopen	<i>Hypobathrum microcarpum</i>	56	0,14	0,96
14	Kulut	-	48	0,12	0,96
15	Tiga urat	<i>Cinnamomum sp</i>	27	0,08	0,96
Total			1288	2,59	

Nilai indeks keanekaragaman jenis pakan tapir yaitu $H' = 2,59$, dimana $1 < H' < 3$ yang menunjukkan indeks keanekaragaman jenis pakan tapir tergolong sedang. Nilai indeks kemerataan jenis di RPTN Way Kanan adalah sebesar 0,96, dapat dikatakan dalam kondisi yang stabil ($0,75 < J < 1$) sebab nilai indeks yang diperoleh di atas 0,75. Penggunaan indeks kemerataan jenis (J) menunjukkan spesies yang dominan atas spesies lain. Menurut Priyono & Abdullah (2013), indeks kemerataan yang tinggi menunjukkan suatu habitat memiliki kelimpahan individu jenis yang hampir sama atau merata, sementara indeks kemerataan yang rendah menunjukkan adanya kecenderungan dominasi spesies tertentu di suatu habitat.

Tingkat keanekaragaman yang sedang menunjukkan bahwa lokasi tersebut masih dijadikan sebagai tempat tinggal, mencari makan, dan berkembang biak bagi satwa (Firdaus et al., 2014). Hal ini berpengaruh terhadap kondisi habitat tapir itu sendiri, dimana menurut Widodo et al. (2016), yaitu habitat memiliki tipe tersendiri dengan fungsi sebagai tempat belindung, mencari makan dan berkembang biak. Nilai indeks keanekaragaman dipengaruhi oleh kekayaan spesies dan kelimpahan individu (Jumilawaty, 2011), semakin tinggi nilai keanekaragaman suatu kawasan menunjukkan semakin stabil komunitas di kawasan tersebut.

Menurut Priyono & Abdullah (2013), indeks kemerataan yang tinggi menunjukkan suatu habitat memiliki kelimpahan individu jenis yang hampir sama atau merata, sementara indeks kemerataan yang rendah menunjukkan adanya kecenderungan dominasi spesies tertentu di suatu habitat. Dipertegas menurut Adelina et al. (2016), semakin kecil nilai indeks kemerataan menunjukkan nilai suatu komunitas tidak stabil dan penyebaran spesies tidak merata, artinya dalam suatu komunitas terdapat individu yang mendominasi pada suatu wilayah dan tidak ada persaingan dalam memenuhi kebutuhan hidup pada wilayah tersebut. Persebaran pakan tapir pada track 3, merupakan persebaran pakan yang merata di sepanjang jalur transek. Persebaran pakan tapir pada Track 3 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta persebaran jenis tumbuhan alami pakan tapir pada Track 3
Sumber: Data Primer (2018).

Pada Track 3 ditemukan sebanyak 15 jenis pakan tapir dengan total 488 jenis pakan tapir. Kondisi kerapatan vegetasi pada Track 3 sangat berpengaruh banyaknya jenis pakan yang ditemukan. Secara keseluruhan persebaran pakan tapir hampir merata di setiap vegetasi. Spesies pakan tapir yang mendominasi pada track 3 yaitu meniran. Ditemukannya tanda-tanda keberadaan tapir pada jalur transek, yaitu adanya bekas gigitan pakan tapir pada jenis tumbuhan, ditemukannya feses dan adanya jejak tapir yang melintas di jalur transek. Gigitan tapir pada tumbuhan pakan, ditemukan memuntir terpotong pada bagian daun-daun muda, hal ini dikarenakan tapir menyukai dedaunan muda. tumbuhan yang ditemukan bekas gigitan tapir yaitu pelangas, berasan dan apit. Pada jalur lain ditemukannya bekas kotoran (feses) tapir dan habitatnya terdapat di sela-sela banir pohon besar. Selain

itu, di Sumatera tapir tersebar pada beberapa tipe habitat seperti hutan rawa, hutan gambut, hutan dataran rendah, hutan pegunungan bawah hingga hutan pegunungan tinggi (Farida et al., 2006). Gigitan tapir pada tumbuhan dan feses tapir yang ditemukan dapat dilihat pada Gambar 4.



(a)



(b)

Keterangan: (a) bekas gigitan tapir pada daun pelangas dan (b) feses tapir

Gambar 4. Penampakan daun pelangas (*Dillenia excelsa*) dan penampakan feses tapir, Sumber: Data primer (2018).

Pada serasah lantai hutan ditemukan jejak-jejak kaki tapir yang diduga merupakan jalan tapir menuju sungai untuk minum. Setelah dilakukan penelusuran pada lokasi jalur ditemukan bekas-bekas jejak kaki tapir dan jalur yang sering menjadi lintasan tapir. Jejak tapir di hutan mudah dikenali karena jejak kakinya menyerupai jejak kaki badak dengan perbedaan kukunya yang lebih panjang dan lebih sempit (Lekagul & McNeely, 1977). Tapak tapir dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penampakan tapak tapir

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jenis tumbuhan pakan tapir di RPTN Way Kanan, SPTN Wilayah I Way Kanan yaitu sejumlah 15 jenis, terdiri dari 9 family yaitu Phyllanthaceae, Vitaceae, Lecythydaceae, Malvaceae, Dilleniaceae, Verbenaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Lauraceae. Indeks keanekaragaman jenis pakan tapir yaitu $H' = 2,61$ yang menunjukkan tingkat keanekaragaman jenis pakan tapir sedang ($1 < H' < 3$), semakin banyak jenis pakan tapir yang ditemukan maka semakin tinggi indeks keanekaragamannya. Indeks kemerataan jenis pakan tapir yaitu $J = 0,96$ yang menunjukkan kemerataan jenis pakan tapir stabil ($0,75 < J < 1$). Nilai kemerataan jenis yang mendekati satu menunjukkan suatu komunitas semakin merata persebarannya, sedangkan jika mendekati nol semakin tidak merata persebarannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada tim penulis yaitu Bapak Sugeng P.Hariato, Bapak Dian Iswandar dan Bapak Gunardi D. Winarno. Kepala Taman Nasional Way Kambas (TNWK) Bapak Subakir yang telah memberikan izin penelitian di TNWK dan Kepala Yayasan Badak Indonesia (YABI) Bapak Widodo S. Ramono yang telah memberikan izin penelitian bersama Rhino Protection Unit (RPU). Tim lapangan pengambilan data Bapak Rustanto, Alvin, Bayu, Diki, Mas Anggi, Mas Darus, Mas Sahid dan Mas Agus. Serta kedua orangtua saya Kemas D.Hendriansyah dan Umy Mahmurotin.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, M., Harianto, S.P. & Nurcahyani, N. (2016). Keanekaragaman Jenis Burung di Hutan Rakyat Pekon Kelungu Kecamatan Kota Agung Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Sylva Lestari* 4(2) : 51-60.
- Asmita, N., Muhammad, A. & Sunarto. (2014). Penaksiran populasi tapir asia (*Tapirus indicus*) di Suaka Margasatwa Rimbang Baling dengan bantuan kamera jebak. *JOM FMIPA* 2(1) : 554-561.
- Daget J. (1976). *Les Modeles Mathematiques En Ecologie*. Masson, Paris. 172p.
- Departemen Kehutanan. (2002). *Informasi Umum Kehutanan*. Departemen Kehutanan. Jakarta. 86 hal.
- Farida, W.S., Wirdateti., Dahruddin, H. & Sutmaatjaya, A. (2006). Keanekaragaman Tumbuhan Pakan Bagi Tapir (*Tapirus indicus*), Kijang (*Muntiacus muncak*), Kukang (*Nycticebus coucang*) dan Kondisi Habitat di Kawasan Gunung Tujuh, Taman Nasional Kerinci Seblat, Jambi. *Biosfera* 23(2) : 92-101.
- Firdaus, A.B., Setiawan, A. & Rustiaty, E. L. (2014). Keanekaragaman Spesies Burung di Repong Damar Pekon Pahmungan Kecamatan Pesisir Tengah Krui Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Sylva Lestari* 2(2) : 1-6.
- Jumilawaty, E., Mardiasuti, A., Prasetyo, L.B. & Mulyani, Y.A. (2011). Keanekaragaman Burung Air di Bagian Percut, Deli Serdang Sumatera Utara. *Media Konservasi* 16(3) : 108-113.
- Kamaluddin, A., Dewi, B. S. & Winarno, G. D. (2019). Keanekaragaman jenis avifauna di Pusat Latihan Gajah (PLG) Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Sylva Lestari* 7(1) : 10-21.
- Karim, H. A., Nirsyawita. & Hamzah, A.S. (2016). Keanekaragaman dan Status Konservasi Spesies Avifauna pada Suaka Margasatwa Mampie, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat. *Jurnal Bioscientiae* 13(1) : 1-10.
- Khan, I., Din, S., Khalil, S. K. & Rafi, M. A. (2006). Survey of Predatory Coccinellids (*Coleoptera: Coccinellidae*) in the Chitral, District, Pakistan. *Journal of Insect Science* 7(7) :1-6.
- Lekagul, B. & McNeely, J.A. (1977). *Mammals of Thailand*. The Association for the Conservation of Wildlife, Bangkok.
- Magurran, A. & Gill, M.B.J. (2010). *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment*. Oxford University Press. Oxford, UK. 368p.
- Mawazin. & Subiakto, A. (2013). Keanekaragaman dan Komposisi Jenis Permudaan Alam Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan di Riau. *Forest Rehabilitation Journal* 1(1) : 59-73.
- Nash, S. (2009). *Tapirus indicus*. <http://www.tapirs.org/img/about-tapirs-files/malay-nash.jpg>. [08 April 2018].
- Priyono, B. & Abdullah. (2013). Keanekaragaman Jenis Kupu-Kupu Taman Kehati UNNES. *Journal of Biology & Biology Education* 5(2) : 101-105.
- Riyanto., Herlinda, S., Irsan, C. & Umayah, A. (2011). Kelimpahan dan keanekaragaman spesies serangga predator dan parasitoid *aphis gossypii* di sumatera selatan. *J HTP Tropika* 11(1) : 57-68.
- Setiawan, Y. A., Kanedi, M., Sumianto., Subagyo, A., Alim, N., Apriawan. & Yunus, M. (2013). Kajian Keberadaan Tapir (*Tapirus indicus*) di Taman Nasional Way Kambas Berdasarkan Jebakan Kamera. *Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi V Lembaga Penelitian Universitas Lampung*. 370-375.
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Journal The Bell System Technical* 27(1) : 379-423.

- Solahudin, A. M. (2003). Keanekaragaman Jenis Burung Air di Lebak Pampangan Kecamatan Pampangan Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatra Selatan. Skripsi. Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. Tidak dipublikasikan. 63p.
- Southwood, T.R.E. & Henderson, P. A. (2000). *Ecological Methods*, 3rd edition. Blackwell science Ltd. USA. 575p.
- Widodo, W. (2009). Komparasi Keragaman Jenis Burung-Burung di Taman Nasional Baluran dan Alas Purwo pada Beberapa Tipe Habitat. *Jurnal Berkala Penelitian Hayati* 1(14) : 113-124.
- Yudha, D. S., Yonathan., Eprilurahman, R., Indriawan, S. & Cahyaningrum, E. (2015). Keanekaragaman dan Kemerataan Spesies Anggota Ordo Anura di Lereng Selatan Gunung Merapi tahun 2012. *Biosfera* 35(1) : 1-10.

PEMANFAATAN TUMBUHAN BERGUNA OLEH MASYARAKAT DI KAWASAN GEOPARK CILETUH, SUKABUMI

Elma Fauzia Gunawan¹, Teguh Husodo², Indri Wulandari³, Dede Tresna⁴, Johan Iskandar⁵

^{1,2,3,5}Departemen Biologi; Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam; Universitas Padjadjaran. Jl Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor Sumedang 45365; Telp/Fax: +62-22-7797712

^{2,3,5}Program Studi Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Padjadjaran. Jl Sekeloa, Coblong, Bandung 40134, Jawa Barat Indonesia

^{2,3,4,5}Lembaga Ekologi, Direktorat Riset, Layanan Masyarakat dan Inovasi, Universitas Padjadjaran. Jl Sekeloa, Coblong, Bandung 40134, Jawa Barat, Indonesia.

e-mail ¹fauziaelma15@gmail.com, ²teguhhusodo@gmail.com, ³mauraku.wulandari621@gmail.com, ⁴d.tresna@unpad.ac.id, ⁵jiskandarunpad@unpad.ac.id

Abstrak. Pengetahuan tradisional adalah pengetahuan yang dimiliki oleh masyarakat lokal yang diperoleh secara turun-temurun sehingga menjadi sebuah kearifan lokal yang melekat dan menjadi budaya khas dari golongan atau masyarakat tertentu. Kajian etnobiologi telah menjadi kelompok beberapa sub disiplin salah satunya yaitu etnobotani yang mempelajari mengenai jenis-jenis tumbuhan beserta pemanfaatannya. Kawasan Geopark Ciletuh merupakan kawasan konsep pariwisata internasional yang memiliki keragaman budidaya hayati yang belum terdokumentasikan sehingga diperlukan penelitian etnobotani untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat di kawasan tersebut berdasarkan pengetahuan lokal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kuantitatif. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara terstruktur menggunakan kuesioner dan observasi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terinventarisasi 181 jenis tumbuhan dan tanaman dikategorikan kedalam beberapa pemanfaatan antara lain pangan, obat, kayu bakar, bahan bangunan, pakan ternak dan lainnya. Hasil analisis nilai ICS tumbuhan berguna berkisar 0,5 dan 50 dengan nilai tertinggi dimiliki oleh padi (*Oryza sativa*). Jenis tanaman *Zingiber officinale*, *Curcuma longa*, *Kaempferia galangal*, *Syzygium aromaticum*, *Mangifera indica*, *Ageratum conyzoides*, *Carica papaya*, *Anthocephalus cadamba* merupakan jenis yang memiliki nilai ICS >20 dan sering digunakan oleh masyarakat di kawasan ini.

Kata kunci: Pengetahuan lokal, Geopark Ciletuh, Analisis ICS, Tumbuhan berguna.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara *megabiodiversity* yang memiliki keanekaragaman hayati cukup tinggi. Salah satu keanekaragaman hayati yang dimiliki Indonesia yang melimpah di alam yaitu keanekaragaman tumbuhan. Melimpahnya sumber daya alam tumbuhan memberikan manfaat untuk kehidupan manusia. Semenjak dahulu kala nenek moyang kita sudah memanfaatkan tumbuhan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti untuk pangan, obat, bahan bakar, bahan bangunan, kosmetik, kesenian, adat dan lainnya. Keanekaragaman jenis yang dimiliki Indonesia juga merupakan potensi unggulan seperti produk pertanian yang unggul, untuk memproduksi obat-obatan, kosmetika, zat pewarna dan bahan pengawet (Vria, 2016).

Kajian berbagai aspek etnobotani (Jumari et al., 2012) diperlukan untuk mengungkapkan pengetahuan tradisional suatu kelompok masyarakat. Kajian etnobiologi telah menjadi suatu kajian lintas disiplin yang khas dan luas, baik secara teori maupun praktik. Misalnya, kajian tentang jenis-jenis tumbuhan obat dan pengobatan tradisional, sistem keberlanjutan sumber daya alam, bencanaalam, dan lainnya (Ellen, 2006). Ditilik dari berbagai kajian etnobiologi secara lintas budaya di berbagai belahan dunia, pada umumnya masyarakat tradisional dengan berbekal modal pengetahuan lokalnya, seperti pengetahuan biologi lokal telah mampu dan berhasil melindungi proses-proses ekologi potensial, melindungi aneka ragam species atau varietas tumbuhan dan hewan, beserta ekosistemnya, untuk kepentingan ekonomi lokal mereka secara berkelanjutan (Iskandar, 2016). Penelitian etnobiologi ini dianggap penting karena informasi mengenai keanekaragaman hayati pada

umumnya belum dilengkapi dengan informasi mengenai sosial budaya masyarakat yang memanfaatkannya (Hasanah et al., 2014).

Kawasan Geopark Ciletuh-Palabuhanratu merupakan kawasan dengan konsep pariwisata yang berbasis edukasi dan konservasi keragaman geologi, keragaman hayati dan keragaman budaya untuk menunjang pembangunan berkelanjutan. Kawasan geopark ini terbagi dalam beberapa kawasan salah satu diantaranya adalah Kawasan Geopark Ciletuh. Kawasan Geopark Ciletuh terletak di Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi, kawasan ini memiliki keunikan dibandingkan kawasan geopark lainnya karena kawasan ini berbentuk seperti sebuah Amphiteater. Kawasan Geopark Ciletuh ini memiliki keragaman ekosistem dimulai dari ekosistem bahari di daratan rendah hingga ekosistem hutan di daratan tinggi sehingga kawasan ini memiliki keragaman hayati yang cukup beragam. Budidaya hayati di Kawasan Geopark Ciletuh mempunyai potensi yang cukup besar untuk pertumbuhan perekonomian masyarakat. Budidaya hayati tumbuhan di kawasan ini terbagi dalam beberapa kelompok yaitu budidaya tumbuhan pangan, hortikultura, perkebunan dan biofarmatika.

Kawasan Geopark Ciletuh merupakan kawasan pariwisata nasional bahkan internasional yang yang dikhawatirkan akan memberi pengaruh pada ekologi, sosial budaya, dan ekonomi masyarakat, dengan adanya pengaruh tersebut memungkinkan terjadinya erosi pengetahuan penduduk lokal terhadap pemanfaatan tumbuhan sehingga akan menyebabkan perubahan dan penurunan jenis tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat lokal. Pengetahuan lokal masyarakat ini diturunkan secara lisan menyebabkan lebih rentan untuk cepat hilang seiring berjalannya waktu sehingga penelitian ini menjadi sangat penting dilakukan yaitu untuk mendokumentasikan pengetahuan lokal masyarakat di Kawasan Geopark Ciletuh mengenai tumbuhan yang digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari. Pentingnya mendokumentasikan pengetahuan lokal mengenai pemanfaatan tumbuhan karena pengetahuan lokal dapat dijadikan sebagai data dasar untuk pengembangan sumberdaya tumbuhan yang lebih bermanfaat dan berdayaguna (Jumari et al., 2012).

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: alat tulis, kamera, alat perekam suara, kuesioner, komputer, dokumen terkait, dan buku identifikasi tumbuhan. Objek penelitian yaitu spesies tumbuhan yang diketahui dan digunakan oleh masyarakat kawasan Geopark Ciletuh Kecamatan Ciemas.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kuantitatif dengan teknik pengumpulan data berupa wawancara terstruktur serta observasi lapangan. Wawancara terstruktur adalah wawancara dengan menggunakan lembaran kuesioner terhadap para responden yang telah dipilih secara statistik (Iskandar, 2011). Jumlah responden yang diwawancarai ditentukan dengan rumus Lynch (1994) sehingga didapatkan jumlah responden yang diwawancarai di kawasan ini yaitu sebanyak 94 responden. Pemilihan responden menggunakan teknik *simple random sampling*. Teknik *simple random sampling* merupakan pengambilan unit sampel dari sampling frame dapat dilakukan dengan undian maupun dengan pertolongan bilangan random (Zainuddin, 2011). Observasi lapangan dilakukan untuk melengkapi informasi yang didapatkan dari responden.

Hasil jawaban dari wawancara terstruktur dengan responden kemudian di analisis dengan menggunakan nilai indeks budidaya (*Index Cultural Significance*) dari tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat. *Index of Cultural Significance* (ICS) merupakan hasil analisis etnobotani kuantitatif yang menunjukkan nilai kepentingan setiap jenis tumbuhan berguna yang didasarkan pada keperluan masyarakat (Vria, 2016). Perhitungan ICS menggunakan rumus yang diformulasikan oleh Turner (1988) dan dikembangkan oleh Purwanto, et all (2009) sebagai berikut:

$$ICS = \sum_{i=1}^n (q \times i \times e)$$

Keterangan :

ICS = *Index of Cultural Significance*.

q = Nilai kualitas (*Quality Value*), dihitung dengan cara memberikan skor atau nilai kualitas dari suatu jenis.

i = Nilai intensitas (*Intensity Value*), yaitu menggambarkan intensitas pemanfaatan dari jenis tumbuhan.

e = Nilai eksklusivitas (*Exclusivity Value*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Geopark Ciletuh, Sukabumi. Kawasan ini terbagi dalam 8 Desa diantaranya Desa Tamanjaya, Desa Mekarjaya, Desa Ciemas, Desa Girimukti, Desa Ciwaru, Desa Mekarsakti, Desa Mandrajaya, dan Desa Cibenda (Gambar 1). Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Mei 2018.



Gambar 1. Peta Kawasan Geopark Ciletuh
Sumber peta: Google Earth

Keterangan:

- | | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1. Desa Girimukti | 3. Desa Mekarjaya | 5. Desa Mekarsakti | 7. Desa Mandrajaya |
| 2. Desa Ciemas | 4. Desa Tamanjaya | 6. Desa Ciwaru | 8. Desa Cibenda |

Hasil penelitian yaitu didapatkan 181 jenis tumbuhan berguna yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Tumbuhan dan tanaman berguna dimanfaatkan oleh masyarakat dalam beberapa penggunaan seperti pangan, obat, kayu akar, bahan bangunan, pakan ternak, perabotan rumah tangga, tanaman hias dan lainnya.

Tabel 1 Jumlah Jenis Tumbuhan dan Tanaman dalam Kategori Bentuk Pemanfaatan dan Status Budidaya

No	Bentuk Pemanfaatan	Jumlah jenis		
		Budidaya	Non Budidaya	Total
1	Pangan	69	12	81
2	Obat	42	33	75
3	Kayu Bakar	12	6	18
4	Bahan Bangunan	10	18	28
5	Pakan ternak	1	7	8
6	Perabotan rumah tangga	5	6	11
7	Tanaman hias	0	7	7
8	Bahan pagang	3	0	3
9	Kesenian	1	1	2
10	Alat jebak burung	0	1	1
11	Indikator musim	0	1	1
12	Pembersih tangan	0	1	1
13	Tali menali	1	3	4
14	Kapas	0	1	1
15	Pembungkus makanan	0	2	2
16	Bahan ritual dan mitos	1	1	2

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa terdapat 4 bentuk pemanfaatan tumbuhan yang sering dilakukan masyarakat di kawasan ini antara lain sebagai bahan pangan, obat, kayu bakar dan bahan bangunan. Tercatat 81 jenis tumbuhan pangan yang dimanfaatkan oleh masyarakat baik secara budidaya dan non-budidaya. Pangan merupakan kebutuhan utama manusia yang mempengaruhi keberlangsungan hidup manusia (Maryawati, 2012) sehingga hal ini sangat wajar jika tumbuhan pangan lebih sering dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Tumbuhan sebagai bahan obat yang berhasil terinventarisasi berdasarkan hasil wawancara adalah sebanyak 73 jenis. Tumbuhan obat ini tak hanya tumbuhan obat yang sudah dibudidayakan namun juga ditemukan tumbuhan obat liar yang tumbuh di pekarangan atau kebun dan dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Berdasarkan hasil wawancara mengenai pemanfaatan tumbuhan dapat disimpulkan pengetahuan tumbuhan obat oleh masyarakat di kawasan ini mengalami penurunan karena masyarakat sudah tidak tertarik pada tumbuhan obat, serta proses pemberlakuan pengetahuan lokal sudah tidak sepenuhnya berasal dari orangtua melainkan berdasarkan informasi dari orang lain. Hal ini selaras dengan pernyataan Iskandar (2005) bahwa dewasa ini pengetahuan tradisional tentang pengenalan dan pemanfaatan tumbuhan obat di berbagai wilayah Jawa Barat atau Indonesia pada umumnya cenderung kian berkurang.

Kebutuhan bahan bakar merupakan kebutuhan utama yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Walaupun masyarakat sudah banyak beralih menggunakan kompor gas akan tetapi masyarakat tak meninggalkan penggunaan *hawu* atau pembakaran kayu bakar. Penggunaan *hawu* ini sudah dilakukan secara turun-temurun, masyarakat tidak meninggalkan penggunaan *hawu* ini dikarenakan masih memiliki banyak manfaat. Manfaat yang dirasakan yaitu penggunaan kayu bakar terbilang hemat, masyarakat tidak perlu mengeluarkan biaya besar untuk memperoleh bahan bakar karena cukup dengan memanfaatkan keanekaragaman hayati di sekitar seperti hutan maupun kebun. Masyarakat juga meyakini jika memasak dengan menggunakan *hawu* ini masakan khususnya nasi akan terasa lebih enak dan wangi jika dibanding dengan menggunakan kompor. Terdapat 18 jenis tumbuhan dan tanaman yang digunakan masyarakat sebagai kayu bakar sedangkan jenis tumbuhan yang tercatat sebagai bahan kayu bangunan yaitu sebanyak 23 jenis, tidak semua jenis tumbuhan untuk bahan kayu bangunan ini berasal dari tumbuhan liar namun terdapat juga masyarakat yang sudah membudidayakan pohon berkayu untuk dijadikan kayu bangunan. Selain digunakan untuk bahan kayu bakar dan bangunan kayu dari berbagai tumbuhan berkayu juga digunakan untuk membuat perabotan rumah tangga seperti ayakan, sapu lidi, *boboko* dan lain-lainnya serta terdapat 11 jenis tumbuhan yang digunakan untuk membuat perabotan ini. Di Kawasan ini masih ditemukan masyarakat yang memiliki hewan ternak sehingga mereka masih memanfaatkan tumbuhan sekitar untuk pakan ternak, tumbuhan yang sering digunakan untuk pakan ternak yang berhasil terinventarisasi yaitu sebanyak 8 jenis.

Tabel 2 Kategori Nilai ICS di 8 desa di Kawasan Geopark Ciletuh

No	Desa	Nilai ICS		
		Tertinggi	Sedang	Terendah
1	Cibenda	23%	59%	19%
2	Ciwaru	29%	59%	19%
3	Ciemas	11%	58%	31%
4	Girimukti	25%	38%	37%
5	Mandrajaya	29%	52%	20%
6	Mekarjaya	31%	65%	4%
7	Mekarsakti	27%	46%	27%
8	Tamanjaya	13%	27%	59%

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa hampir seluruh desa di Kawasan Geopark Ciletuh memiliki Nilai ICS pada kategori sedang. Hal ini disebabkan karena tumbuhan dimanfaatkan masyarakat memiliki minimal dua fungsi walaupun tidak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan nilai kepentingan tumbuhan di setiap desa dapat diketahui bahwa tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat di masing-masing desa cukup berbeda hal ini bisa dipengaruhi oleh letak dan kondisi suatu desa. Tanaman yang dimanfaatkan oleh seluruh masyarakat desa dengan nilai ICS tertinggi yaitu *Oryza sativa* dengan nilai ICS 50 (tabel 3), merupakan tanaman pangan asli Indonesia (Rais, 2004) dan dijadikan sebagai pangan utama oleh masyarakat Indonesia sehingga sangat wajar jika jenis ini

adalah jenis yang sering dimanfaatkan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Hal yang menjadi cukup menarik di Kawasan Ciletuh ini yaitu jenis padi yang ditanam di lahan yang berbeda. Di setiap desa memiliki lahan sawah untuk ditanami jenis padi sawah, namun tidak semua desa memiliki lahan kering (ladang *huma*) untuk ditanami padi khusus untuk *huma*. Desa yang memanfaatkan padi *huma* (padi merah, hitam dan ketan) sebanyak 5 desa yaitu Desa Ciemas, Girimukti, Mandrajaya, Mekarjaya dan Tamanjaya berdasarkan hasil observasi lapangan dan hasil wawancara kelima desa ini terdapat ladang *huma* berbeda dengan tiga desa lainnya Desa Cibenda, Ciwaru dan Mekarsakti yang hanya memiliki sawah untuk ditanami jenis padi.

Tabel 3 Sepuluh Jenis Tumbuhan dengan Nilai ICS tertinggi di Kecamatan Ciemas

No	Jenis	Fungsi	Nilai ICS
1	<i>Oryza sativa</i>	Pangan utama	50
2	<i>Zingiber officinale</i>	Pangan lainnya, obat	42
3	<i>Curcuma longa</i>	Pangan lainnya, obat	42
4	<i>Kaempferia galangal</i>	Pangan lainnya, obat	42
5	<i>Syzygium aromaticum</i>	Pangan lainnya, kayu bakar	38
6	<i>Mangifera indica</i>	Pangan tambahan, kayu bakar	36
7	<i>Ageratum conyzoides</i>	Obat luka, lalapan	27
8	<i>Carica papaya</i>	Pangan tambahan, obat	25
9	<i>Anthocephalus cadamba</i>	Kayu bakar dan kayu bangunan	23
10	<i>Albizia falcataria</i>	Kayu bakar dan kayu bangunan	23

Bentuk pemanfaatan yang digunakan oleh seluruh masyarakat desa selain pangan utama terdapat pangan lainnya atau rempah-rempah dan lalapan, pangan tambahan atau buah-buahan dan sayuran, obat, kayu bakar dan bahan bangunan. Namun dapat dilihat dari penjelasan diatas bahwa walaupun fungsi sama akan tetapi jenis tumbuhan yang digunakan cukup berbeda di masing-masing desa, salah satu contoh yaitu babadotan (*Ageratum conyzoides*, ICS 27) oleh masyarakat Desa Ciemas hanya digunakan sebagai obat luka namun sedangkan oleh masyarakat di Desa Tamanjaya babadotan digunakan sebagai obat luka dan lalapan. Masyarakat Desa Cibenda memanfaatkan mangga (*Mangifera indica*, ICS 36) sebagai pangan tambahan atau buah-buahan dan daunnya biasa digunakan sebagai obat. Masyarakat Desa Ciwaru hanya memanfaatkan mangga sebagai pangan tambahan yang umumnya sering dikomersilkan karena ditanam dalam skala besar. Di Desa Mekarjaya dan Desa Mandrajaya buah mangga digunakan sebagai pangan tambahan dan batangnya digunakan sebagai kayu bakar. Masyarakat Desa Ciemas memanfaatkan cengkeh (*Syzygium aromaticum*, ICS 38) sebagai pangan lainnya atau rempah dan bahan bangunan, namun masyarakat di Desa Girimukti dan Desa Mekarjaya memanfaatkan *Syzygium aromaticum* selain untuk bahan rempah digunakan juga sebagai kayu bakar bahkan masyarakat Desa Mekarjaya memilih cengkeh sebagai kayu bakar yang paling disukai karena menghasilkan api yang tahan lama.

Kencur (*Kaempferia galangal*, ICS 42) atau masyarakat jawa barat mengenal dengan istilah *cikur* dan dimanfaatkan oleh masyarakat Jawa Barat sebagai bahan rempah-rempah (Marwiyati, 2012). Begitu pula masyarakat di Desa Girimukti dan Desa Mekarajaya memanfaatkan kencur sebagai pangan rempah-rempah. Namun berbeda dengan masyarakat Desa Ciwaru memanfaatkan kencur sebagai rempah dan obat batuk. Masyarakat Desa Mekarsakti yang hanya memanfaatkan pepaya (*Carica papaya*, ICS 25) sebagai pangan tambahan (buah-buahan). Pepaya dikenal oleh masyarakat secara umum sebagai pangan buah-buahan (Jumari et al, 2012) namun Masyarakat Desa Cibenda dan Desa Mandarajaya tak hanya memanfaatkan buah pepaya sebagai pangan buah-buahan akan tetapi memanfaatkan akar pepaya sebagai obat pegal yang direbus dengan tumbuhan lainnya.

Jahe (*Zingiber officinale*, ICS 42) dan kunyit (*Curcuma longa*, ICS 42) merupakan dua jenis yang cukup sering disebutkan oleh masyarakat dan kedua jenis ini dapat ditemukan hampir di seluruh desa yang berada di Kawasan Ciletuh. Kedua jenis ini umumnya ditanam di pekarangan rumah warga dan dua jenis ini memiliki dua fungsi yaitu selain sebagai untuk rempa-rempah dua jenis ini digunakan oleh masyarakat sebagai bahan obat. Jabon (*Anthocephalus cadamba*, ICS 23) dan albasiah (*Albizia falcatar*, ICS 23) kedua jenis tersebut sering digunakan untuk bahan kayu bakar dan bahan bangunan. Desa yang sering memanfaatkan jabon yaitu Desa Cibenda, Desa Ciwaru, Desa Mandrajaya dan Desa Mekarsakti sedangkan masyarakat yang sering memanfaatkan albasiah yaitu berada di Desa Cibenda, Desa Ciemas, Desa Mekarsakti dan Desa Girimukti.

Tumbuhan di Kawasan Geopark Ciletuh memiliki potensi kebermanfaatan yang dapat digunakan oleh masyarakat baik itu tumbuhan yang sudah dibudidayakan ataupun tumbuhan liar. Tumbuhan di kawasan ini dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari contohnya yaitu tumbuhan obat. Tumbuhan obat di kawasan ini memiliki potensi cukup besar melihat dari jawaban masyarakat sekitar. Tumbuhan obat ini perlu dikembangkan dengan penelitian yang lebih mendalam mengenai tumbuhan obat dan kandungan di dalamnya.

Terdapat hambatan yang terjadi yaitu kawasan ini dijadikan kawasan wisata internasional yang dikhawatirkan akan mengurangi potensi-potensi tumbuhan yang ada di kawasan ini, mengingat sudah banyak lahan yang terdapat tumbuhan potensial sudah dibuka dan sudah dialih fungsikan menjadi lahan lain. Jika lahan dan tumbuhan berpotensi sudah tidak ada di sekitar kawasan ini maka akan terjadi degradasi pengetahuan lokal yang diturunkan. Degradasi pengetahuan lokal sudah mulai terlihat dari bagaimana jawaban masyarakat, karena hanya sebagian dari masyarakat yang memiliki pengetahuan lokal berdasarkan pengalaman orangtua yang diturunkan. Terjadinya awal degradasi pengetahuan lokal menyebabkan masyarakat kurang memanfaatkan lahan dan tumbuhan yang berpotensi dengan bijak. Jika masyarakat mengambil secara terus menerus tanpa menjaganya dengan baik serta melakukan pembukaan lahan untuk kepentingan pribadi ini sangat dikhawatirkan karena akan hilangnya keragaman hayati tumbuhan di sekitar kawasan Geopark Ciletuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih kepada: Tim ALG Erri Noviar Megantara, Tim Peneliti, Tim Skripsi, PAPS dan Masyarakat di Kawasan Ciemas Sukabumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasanah, U., Edy, P. H., Hexa, A. H. (2014). Keanekaragaman dan Pemanfaatan Ubi-Ubian sebagai Alternatif Tanaman Pangan di Kecamatan Bantarkawung Kabupaten Brebes. *Biosfera* 31 (2).
- Iskandar, J. & Budiawati, S. I. (2011). *Argoekosistem Orang Sunda*. Jakarta: PT Kiblat Buku Utama.
- Iskandar, J. (2016). Etnobiologi dan Keragaman Budaya Indonesia. *UMBARA: Journal of Anthropology* 1(1).
- Jumari, Dede, S., Purwanto. Y., Edi, G. (2012). Pengetahuan Lokal Masyarakat Samin tentang Keanekaragaman Tumbuhan dan Pengelolaannya. *Media Konservasi* 17 (2): 71-78.
- Marwiyati. (2012). Ekologi Vegetasi dan Etnobotani Kawasan Karst Gunung Cibodas, Ciampea, Bogor. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rais, S. A. (2004). Eksplorasi Plasma Nutfah Tanaman Pangan di Provinsi Kalimantan Barat. *Buletin Plasma Nutfah* 10 (1).
- Purwanto, Y., Waluyo, E. B. & Afriastini, J. J. (2009). Analisis Nilai Kepentingan Budaya Hasil Hutan Bukan Kayu (NTFPs) untuk Valuasi Potensi dan Kemungkinan Pengembangannya. *LIPI*. 123 – 149.
- Vria, Evan. A. (2016). Indeks Nilai Kepentingan Budaya Jenis Tumbuhan Bermanfaat Dalam Hutan Adat Hiang Kerinci. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian.
- Zainuddin, M. (2011). Metodologi penelitian kefarmasian dan kesehatan. Surabaya: Airlangga University Press.

**RESPON FENOLOGI PEMBUNGAAN LEMON (*Citrus limon* (L.) Burm F.)
PADA DATARAN RENDAH BASAH di CIBINONG, BOGOR**

Peni lestari*, Titi Juhaeti

Pusat Penelitian Biologi LIPI
Jl. Raya Jakarta Bogor KM 46. Cibinong. Kode Pos 16911.
email: *flacortia@gmail.com

Abstrak. Genus *Citrus* adalah salah satu hasil eksplorasi LIPI pada tahun 2015 ke Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu. Hasil identifikasi di Pusat Penelitian Biologi menunjukkan sampel tersebut termasuk dalam spesies *Citrus limon* (L.) Burm F. Rejuvenasi dilakukan di Cibinong yang merupakan dataran rendah basah. Karakterisasi terhadap aksesori ini telah dilakukan, tetapi fenologi pembungaannya belum dipelajari. Studi pembungaan memiliki peranan penting dalam pemanfaatan aksesori ini menuju upaya pembudidayaan intensif, seperti menentukan umur berbunga, periode berbunga, dan waktu panen; serta berguna dalam pemilihan metode pemuliaan yang tepat untuk perbaikan kualitas aksesori ini ke depan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipe bunga, fenologi pembungaan dan pembuahan tanaman lemon aksesori Enggano; serta identifikasi agen penyerbuk dan serangga potensial hama pada aksesori tersebut. Pengamatan fenologi pembungaan dilakukan di Pusat Penelitian Biologi LIPI pada bulan Agustus – Oktober 2017, menggunakan 28 tanaman sampel berusia 1.5 tahun. Semua tanaman sampel merupakan hasil perbanyakan biji. Terdapat total 50 sampel kuncup bunga yang diamati perkembangannya, mulai tunas bunga hingga menjadi buah muda. Pengamatan serangga berpotensi penyerbuk dan hama juga dilakukan, mulai pukul 07.00 hingga pukul 17.00 waktu setempat. Tipe pembungaan lemon provenansi Enggano adalah Andromonogenous. Terdapat bunga hermaphrodit dan bunga jantan pada satu tanaman. Kedua bunga ini melalui 5 fase perkembangan hingga menjadi buah muda. Fase kuncup kecil berlangsung selama 3 hari diikuti fase kuncup besar selama 4 hari berikutnya. Periode mekar bunga 2 hari. Fase pasca mekar bunga terjadi selama 3 hari, kemudian menjadi buah muda. Penyerbukan tidak mempengaruhi periode mekarnya bunga. Penyerbukan pada lemon provenansi Enggano terjadi setelah bunga mekar. Lebah dan semut berpotensi sebagai agen penyerbuk, sehingga sangat memungkinkan terjadi penyerbukan secara sendiri maupun silang.

Kata Kunci: lemon enggano, fenologi pembungaan, rejuvenasi, agen penyerbuk, penyerbukan

PENDAHULUAN

Suku rutacea adalah salah satu hasil eksplorasi sumber pangan alternatif yang dilakukan LIPI pada tahun 2015 di Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu. Hasil identifikasi di Pusat Penelitian Biologi-LIPI (Dr. Rugayah MSc, Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi-LIPI) diketahui tanaman ini adalah spesies *Citrus limon* (L.) Burm F.). Rejuvenasi dan karakterisasi telah dilakukan dalam upaya menggali potensi tanaman ini. Berdasarkan studi karakterisasi, terdapat beberapa karakter menarik berpotensi yang layak dikembangkan, diantaranya umur genjah (*early flowering*), ukuran buahnya super besar (diameter 7,7 cm dan panjang 9,54 cm), rasanya yang tidak terlalu asam, dan berbiji banyak (Juhaeti dan Lestari, 2018). Dalam satu butir lemon, terdapat sekitar 98 butir biji. Aksesori ini dapat menjadi sumber plasma nutfah untuk merakit klon batang bawah jeruk atau buah *seedless* melalui program pemuliaan tanaman. Studi mengenai perilaku pembungaan aksesori ini menjadi salah satu informasi dasar yang sangat diperlukan untuk tujuan tersebut.

Fenologi adalah suatu ilmu yang mempelajari proses tumbuh kembang pada tanaman. Salah satunya adalah fenologi pembungaan, yang mempelajari proses perkembangan bunga menjadi buah secara alami, serta faktor-faktor yang mempengaruhi proses tersebut. Fenologi pembungaan suatu spesies bersifat unik dan berbeda, tetapi secara umum diawali dengan munculnya kuncup bunga dan diakhiri dengan pematangan buah (Tabla & Vargas, 2004). Beberapa penelitian mengenai fenologi pembungaan memulai pengamatan pada kuncup kecil dan diakhiri pada fase setelah bunga mekar

(Harmiatus et al., 2016) hingga penentuan tingkat kematangan buah (Prasetyaningtyas, 2005; Loveless et al., 2006).

Studi tentang fenologi pembungaan menjadi sangat penting saat dikaitkan dengan program pemuliaan tanaman. Pada pemuliaan tanaman konvensional, informasi mengenai morfologi bunga, preferensi penyerbukan tanaman, agen penyerbuk, dan masa reseptif putik dan polen menjadi penting yang menentukan keberhasilan penyerbukan pada proses persilangan, sekaligus mengeliminasi kemungkinan kontaminasi. Informasi ini juga sangat berguna bagi pengelola perkebunan untuk menentukan waktu panen komoditas mereka.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipe bunga, fenologi pembungaan dan pembuahan tanaman lemon aksesi Enggano; serta identifikasi agen penyerbuk dan serangga potensial hama pada aksesi tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian Biologi-LIPI, pada bulan Juli hingga September 2017. Terdapat 50 tunas bunga pada 28 sampel tanaman lemon berumur 1.5 tahun yang digunakan untuk pengamatan. Tanaman merupakan hasil perbanyakan biji. Setiap tunas bunga diberi label dan diamati perkembangan bunganya hingga menjadi buah muda. Obyek pengamatan diamati secara visual dan didokumentasikan menggunakan kamera digital. Pengamatan meliputi jumlah bunga, morfologi bunga, jumlah persentase bunga menjadi buah. Berdasarkan perkembangan yang ada, kemudian ditetapkan tahapan-tahapan perkembangan bunga (inisiasi tunas bunga, kuncup kecil kuncup besar, bunga mekar, pasca mekar, buah muda). Pengamatan visual dilakukan menggunakan mata telanjang dan mikroskop diseksi.

Pengamatan perilaku penyerbukan pada bunga dan agen penyerbuk dilakukan setiap hari selama seminggu, mulai pukul 07.00 hingga pukul 15.00 waktu setempat. Pengamatan meliputi jenis serangga yang mengunjungi bunga atau tanaman, waktu mekar bunga, masa reseptif putik, waktu pemencaran polen, perilaku bunga selama proses mekar. Proses mekarnya bunga dan jenis serangga pengunjung didokumentasikan dalam bentuk foto. Sampel serangga diawetkan pada alkohol 70% dan diidentifikasi di Pusat Penelitian Biologi – LIPI. Hasil identifikasi kemudian dikonsultasikan kepada ahli serangga (Dr. Sih Kahono dan Dra. Erniwati, Bidang Zoologi Pusat Penelitian Biologi-LIPI). Pengukuran kondisi lingkungan sekitar, meliputi suhu, intensitas cahaya, dan kelembapan lingkungan; dilakukan menggunakan thermohyrometer dan lux meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lingkungan Tumbuh

Enggano sebagai habitat asli obyek pengamatan merupakan salah satu pulau terluar di bagian barat nusantara. Pulau ini terletak di sebelah barat pulau Sumatera, bersama dengan dua pulau kecil lainnya. Pulau Enggano merupakan dataran rendah basah. Berbatasan langsung dengan Samudera Hindia menyebabkan karakter iklim pulau ini banyak dipengaruhi oleh angin dari Samudera (Regen 2011). Berdasarkan klasifikasi iklim Smith-Ferguson, iklim di pulau ini termasuk kategori A, dengan tipe vegetasinya hutan hujan tropis, sedangkan berdasarkan klasifikasi iklim Koppen, pulau ini termasuk kategori Af, dimana hampir tidak terdapat musim kemarau dalam setahun. Pada bulan kering, yakni Juni-Juli, curah hujan di pulau ini masih di atas 100 mm, sedangkan pada bulan basah mencapai lebih dari 400 mm (Regen 2011). Tanah di pulau tersebut didominasi pasir, karena pulau Enggano sendiri terbentuk dari terumbu karang yang terangkat ke atas akibat gerakan lempeng bumi (Lestari 2015). Pada saat eksplorasi bulan April hingga Mei 2015, tanaman lemon sedang berbunga dan berbuah. Tidak dapat dilakukan perbandingan karena hanya satu pohon yang ditemukan selama eksplorasi.

Pengamatan fenologi pembungaan dilakukan di Cibinong, Jawa Barat, menggunakan tanaman hasil perbanyakan generatif. Lokasi ini memiliki karakteristik iklim serupa dengan Pulau Enggano. Cibinong memiliki tipe iklim Af, berdasarkan klasifikasi Kopen (Climate-data.org 2017). Curah hujan di wilayah ini sekira 340 mm pada bulan basah, dan 90-100 mm pada bulan kering. Bulan kering terjadi pada periode Juni-Agustus (Syafei & Hidayati 2014). Perbedaan diantara kedua lokasi ini terletak pada tekstur tanah. Tekstur tanah di Cibinong didominasi lempung (Rakhman, 2013). Pada

kondisi demikian, tanaman lemon berbunga pada umur 1.5 tahun. Periode berbunga dimulai pada bulan Mei dengan persentase tanaman berbunga adalah 58% dari populasi. Lovatt et al. (2013) menerangkan bahwa suhu hangat merangsang pembungaan pada tanaman jeruk.

Morfologi Bunga

Tipe pertumbuhan tanaman lemon aksesori Enggano adalah indeterminate. Tanaman memproduksi bunga dan tunas daun pada waktu bersamaan. Tanaman berbuah sepanjang tahun. Bunga pada tanaman ini tumbuh di ujung cabang maupun di buku cabang, tetapi tidak dengan batang utama. Tipe bunga pada tanaman lemon aksesori Enggano adalah andromonocycous, terdapat bunga hermaprodith dan bunga jantan dalam satu tanaman. Kedua tipe bunga tersebut dapat berada pada satu kluster bunga atau tumbuh tunggal di buku cabang. Perbandingan jumlah bunga hermaprodith : jantan pada saat pengamatan adalah 1:1. Pada saat tulisan ini dibuat (April 2019) tanaman hanya memproduksi bunga jantan. Bunga lemon Enggano merupakan bunga tunggal, berwarna putih krem, memiliki 4-5 petal. Jumlah stamen lebih dari 4 buah, sedangkan putik hanya satu. Stamen menyatu di bagian dasar bunga. Bunga memproduksi nektar pada bagian dasar bunga.



Gambar 1. Bagian bunga lemon enggano/ Figure 1. Part of lemon Enggano flower. Insert: male flower

Perkembangan Bunga

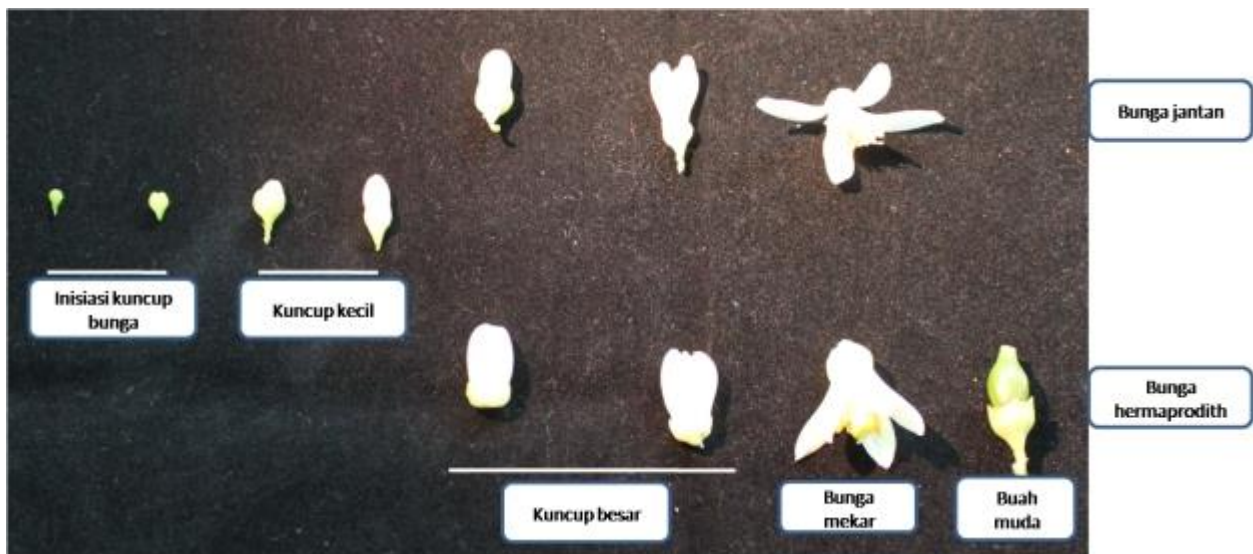
Lemon aksesori Enggano memerlukan waktu 48 hari untuk menyelesaikan satu periode pembungaan, yang dimulai dari inisiasi tunas bunga (kuncup kecil) hingga masak fisiologi buah. Pola perkembangan bunga hingga menjadi buah dapat dibagi menjadi enam fase, yakni inisiasi kuncup bunga, kuncup kecil, kuncup besar, mekar, pasca mekar, dan buah (Tabel 1). Setiap fase menunjukkan adanya perubahan morfologi dan ukuran (Tabel 2). Fase inisiasi kuncup ditandai dengan adanya sepal. Pada tahap ini, organ petal belum tampak. Kuncup kecil ditandai dengan munculnya organ petal. Ukuran sepal lebih panjang dibandingkan petal. Pada fase ini beberapa kuncup memiliki petal berwarna kemerahan. Kuncup besar ditandai dengan ukuran petal yang lebih panjang dibandingkan sepal. Ukuran petal terus bertambah hingga memasuki fase bunga mekar. Fase mekar bunga ditandai dengan terbukanya bagian puncak kuncup hingga petal terbuka sempurna. Fase pasca mekar ditandai dengan gugurnya satu dari lima petal (Gambar 2). Pio (2004) hanya membagi perkembangan bunga citrus menjadi 3 fase, yaitu kuncup kecil, kuncup besar, dan bunga mekar.

Tabel 1. Lama setiap fase perkembangan bunga lemon

No.	Fase	Lama fase (Hari)	
		Hermaphrodit	Jantan
1	Inisiasi tunas bunga	1	1
2	Kuncup kecil	2	2
3	kuncup besar	4	4
4	mekar	2	2
5	pasca mekar	3	-
6	Buah	36	-
Total		48	9

Tabel 2. Ukuran masing-masing bagian bunga lemon aksesi Enggano

	inisiasi bunga	kuncup kecil	kuncup besar	bunga mekar	pasca mekar
... cm ...					
panjang tangkai	0.30	0.30	0.34	0.30	0.20
panjang kelopak	0.40	0.48	0.60	0.73	0.90
diameter kelopak	0.33	0.40	0.54	0.60	0.60
panjang petal		0.27	0.89	1.82	1.40
diameter petal		0.28	0.49	3.14	
lebar petal				0.60	



Gambar 2. Fenologi pembungaan lemon enggano menjadi buah

Pengamatan secara mikroskopik ditujukan untuk mengamati perkembangan putik dan serbuk sari pada berbagai fase, menegaskan adanya bunga jantan dan hermaphrodit, serta mengidentifikasi karakter yang dapat digunakan sebagai pembeda antara kuncup bunga jantan dan hermaphrodit. Hasilnya menunjukkan bahwa organ putik pada awalnya berukuran kecil dan berada di dasar bunga. Seiring dengan bertambahnya fase pertumbuhan kuncup, putik memanjang. Saat bunga siap mekar, putik memiliki tinggi sejajar dengan kepala sari. Putik lemon enggano termasuk dalam kategori *wet stigma*. Bagian atas permukaan putik licin, tanpa rambut, dan menjadi lengket pada saat reseptif.

Bunga jantan memiliki bentuk kuncup yang berbeda dengan bunga hermaphrodit (Gambar 3). Bunga jantan memang tidak memiliki organ putik dan ovari sejak fase kuncup kecil. Pada beberapa kuncup bunga jantan juga ditemu organ seperti putik yang tidak berkembang. Tidak diketahui apakah pada saat fase inisiasi sudah terdapat perbedaan antara kuncup bunga jantan dan bunga hermaphrodit, atau terdapat stimulasi lingkungan yang menyebabkan putik pada kuncup hermaphrodit dapat tidak

berkembang sehingga tampak seperti bunga jantan. Ketiadaan kedua organ ini menyebabkan bunga jantan memiliki kuncup lebih langsing, dengan diameter sepal dan petal lebih kecil. Ukuran yang berbeda ini dapat digunakan untuk membedakan bunga jantan dan bunga hermaphrodit saat kastrasi pada proses penyerbukan secara manual.



Gambar 3. Pengamatan mikroskopik kuncup bunga

Bunga mekar terjadi mulai pukul 07.00-11.00 pagi pada cuaca cerah atau sore hari, sekitar pukul 15.00; dan bertahan selama satu hingga dua hari. Kegagalan penyerbukan tidak mempengaruhi lamanya periode fase mekar bunga. Mekarnya bunga dimulai dari terbukanya puncak petal yang memperlihatkan kepala putik. Beberapa menit kemudian, petal terbuka semakin lebar dan mengekspos kepala sari. Pun kepala sari tidak langsung pecah segera setelah bunga mekar sempurna. Kepala sari baru pecah secara bertahap selang beberapa menit hingga satu jam kemudian. Pecahnya kepala sari bertahap secara basipetal, dimulai dari kepala sari yang memiliki posisi teratas, dan berurutan hingga kepala sari paling bawah. Pecah kepala sari pada bunga jantan lebih dulu dibandingkan bunga hermaphrodit.

Pada saat bunga mekar, putik telah reseptif. Sujadi et al. (2017) mendefinisikan reseptif dan anthesis adalah masa dimana bunga dalam keadaan matang dan siap diserbuki atau menyerbuki. Pengamatan pada fase kuncup menunjukkan reseptif putik terjadi pada fase kuncup besar. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Pio (2014) bahwa putik citrus reseptif pada fase balloon besar. Berkaitan dengan itu, maka kastrasi masih dapat dilakukan mulai fase kuncup besar hingga sesaat setelah bunga mekar. Karena pada saat itu, kotak sari belum pecah.

Putik telah lebih dulu reseptif dari serbuk sari; kepala putik sudah berinteraksi dengan lingkungan, termasuk agen penyerbuk, sebelum bunga mekar sempurna; serbuk sari bunga jantan masak lebih dulu dibandingkan serbuk sari pada bunga hermaphrodit; dan karakter polen yang lengket; mengindikasikan bahwa preferensi penyerbukan lemon aksesori Enggano adalah silang (*Cross pollination*). Pio et al. (2004) juga melaporkan bahwa citrus termasuk dalam kelompok tipe bunga protogeny, dimana stigma reseptif lebih dulu dibandingkan serbuk sari. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengamatan mengenai atraktan yang menarik aen penyerbuk untuk berkunjung, tetapi Flamini et al. (2007) menjelaskan bahwa setiap bagian bunga jeruk mengeluarkan senyawa volatile limoene yang menarik agen penyerbuk. Lebih lanjut disampaikan bahwa konsentrasi tertinggi senyawa ini ditemukan pada gynaeceum.

Agen Penyerbuk dan Hama Potensial

Pengamatan agen penyerbuk dan hama potensial dilakukan sejak pukul 06.00 hingga sore hari pukul 16.00 waktu setempat. Pengamatan selama seminggu memperoleh hasil sebagai berikut. Serangga banyak ditemukan di sekitar bunga terutama pada pagi hari, hingga menjelang siang, sekitar pukul 10.00. Serangga yang ditemukan di sekitar bunga mekar yaitu lebah dan semut. Spesies lebah mulai mengunjungi bunga sekitar pukul 06.30 pada pagi hari hingga pukul 11.00 waktu setempat. Kunjungan lebah intensif antara pukul 07.00-09.00. Oleh karena itu, diduga waktu tersebut adalah saat maksimal penyerbukan. Periode kunjungan ini menjadi lebih panjang saat cuaca mendung. Berdasarkan hasil identifikasi serangga, diketahui spesies yang diduga berpotensi sebagai penyerbuk

pada lemon Enggano adalah lebah *Tetragonula laeviceps* dan lebah *Tertragonula aff. Moorei* (lebah Trigona), semut merah (*Anoplolepis longipes*) dan semut hitam (*Dolichoderus thoracicus*) (Gambar 4). Berdasarkan beberapa laporan penelitian keempat spesies tersebut memang merupakan penyerbuk.



Gambar 4. Agen penyerbuk lemon Enggano. (kiri ke kanan: Lebah *Tertragonula aff. Moorei*; Lebah *Tetragonula laeviceps*; Semut merah (*Anoplolepis longipes*); semut hitam (*Dolichoderus thoracicus*))

Serangga yang berpotensi sebagai hama tanaman lemon Enggano adalah belalang daun, wereng daun putih (Hemiptera: Flatidae), kutu sisik (*Icerya seychellarum*), dan belalang pedang (*Sexava* sp.) (Orthoptera: Tettigoniidae), dan lalat buah (*Bactrocera* spp.) (Gambar 5).



Gambar 5. Serangga potensi hama pada lemon Enggano

KESIMPULAN

Lemon enggano memiliki bunga tunggal dengan tipe pembungaan *Andromonoecious*. Kedua bunga ini melalui 6 fase perkembangan, yakni fase inisiasi tunas bunga, kuncup kecil, kuncup besar, mekar, pasca mekar, dan buah muda. Penyerbukan terjadi setelah bunga mekar, dan preferensi penyerbukan adalah cross pollinated. Putik masak lebih dulu dari serbuk sari. Kegagalan penyerbukan tidak mempengaruhi periode mekarnya bunga. Lebah dan semut berpotensi sebagai agen penyerbuk. Serangga dari kelompok belalang, kutu, dan hemiptera berpotensi sebagai hama.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada Sdr. Indra Gunawan (Teknisi Laboratorium Fisiologi Tumbuhan) dan Dini Audina (Mahasiswa Praktek Kerja Lapang dari Universitas Pakuan) atas bantuannya selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2017). Climate cibinong. <https://en.climate-data.org/asia/indonesia/west-java/cibinong-620806/> [diunduh 18 April 2019].
- Flamini G, M., Tebano, P. L., Cioni, I. & Morelli. (2007). Volatiles emission patterns of different plant organs and pollen of citrus limon. *Analytica Chimica Acta*. 589(1):120-124.
- Harmiatusun Y, H Sianipar, M Silalahi. 2016. Fenologi pembungaan pada tanaman wijaya kusuma (*Ephiphylum oxypetalum*). *Jurnal Pro-Life*. 3(3):181-194.
- Juhaeti, T. & Lestari, P. (2018). The Potency of Citrus Lemon (*Citrus limon* (L.) Osbeck) Enggano Accession: Plant Morphology Characterization and Cultivation. *International Symposium on Bioeconomics of Natural Bioresources Utilization*. p 221-231. Bogor. 12-14 October 2017.
- Lovatt CJ, Y Zheng, KD Hake. 2013. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus. *Israel Journal of Botany*. 37(2-4): 181-188.
- Pio LAS, J. D., Ramos, M., Pasqual, F. C., Santos, K. P. & Junqueira. (2004). Receptiveness of the Stigma and in Vitro Germination of Orange Pollen, Submitted to Different Temperatures. *Ciencia e Agrotecnologia Larvras*. 28(5):1087-1091.
- Prasetyaningtyas, M. (2005). Studi Fenologi Pembungaan, Penyerbukan, dan Sistem Breeding Santalum Album Linn di Wanagama I Yogyakarta. Fakultas Kehutanan, Universitas Gajah Mada. *Tesis*.
- Rakhman, M. A. (2013). Potensi Air Tanah di Cekungan Air Tanah Bogor Berdasarkan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP). Universitas Indonesia. *Skripsi*.
- Regen R. 2011. *Profil Kawasan Konservasi Enggano*. BKSDA Bengkulu dan Enggano Conservation. <https://www.scribd.com/doc/192083319/Profil-Pulau-Enggano-Kawasan-Konservasi> [diunduh 18 April 2019].
- Sujadi, Supena, N., Faizah, R., Lubis, M. I. & Purba, R.I. (2017). Kemunculan bunga pada 8 varietas kelapa sawit di kebun demblok ppks. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. http://www.iopri.org/wp-content/uploads/2017/07/VI-01.-Presentasi-FENOLOGI-PTKS-2017_Sjd.pdf [diunduh 18 April 2019].
- Syafei, M. & Hidayati, R. (2014). Pengaruh Ketinggian Tempat dan Curah Hujan Pada Penyakit Diare (Studi Kasus: Kabupaten Bogor). *Jurnal Agromet* 28(1):33-39. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/agromet> [diunduh 14 maret 2019].
- Tabla, V. P. & Vargas, C. F. (2004). Phenology and Phenotypic Natural Selection On The Flowering Time of A Deceit-Pollinated Tropical Orchid, *Myrmecophila christinae*. *Annals of Botany*. 94(2): 243- 250.

**ANALISIS PENGELOLAAN KAWASAN KONSERVASI PENYU DI PANTAI
SINDANGKERTA KABUPATEN TASIKMALAYA SEBAGAI KAWASAN
SUAKA MARGASATWA**

Silviyani Nurul Karimah*^{1,2}, Alyaa Nabiila^{1,2}, Nurfauzi Ahmad ^{1,2}, Diki Muhamad Chaidir^{1,2}

^{1,2}) Jurusan Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Siliwangi Jl. Siliwangi No. 24 Kota Tasikmalaya
46115 Jawa Barat

²) Kelompok Studi Biodiversitas dan Konservasi FKIP Universitas Siliwangi. Jl. Siliwangi No. 24 Kota
Tasikmalaya 46115 Jawa Barat

e-mail: ¹silviyani.amphibi@gmail.com, ²alyaanabiila2017@gmail.com, ³nurfauzi292@gmail.com,
⁴dikimc@unsil.ac.id

Abstrak. Abstrak. Pusat konservasi penyu di Pantai Sindangkerta kini mengalami berbagai hambatan salah satunya dikarenakan pembangunan fasilitas umum yang tidak sejalan dengan kegiatan konservasi serta efek perubahan lingkungan. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai kegiatan konservasi penyu dan efektivitasnya di Suaka Margasatwa Sindangkerta. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan analisis kegiatan konservasi, menggunakan metode deskriptif kualitatif, analisis SWOT, dan penilaian METT. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu dengan wawancara, observasi langsung dan studi literatur. Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan pada bulan Februari sampai Maret 2019, pengelolaan kawasan Pantai Sindangkerta mengalami berbagai macam tantangan, dari faktor eksternal seperti perubahan cuaca skala global yang berpengaruh terhadap ekosistem laut, abrasi pantai, pembangunan fasilitas jalan dan pemukiman serta dari faktor internal seperti manajemen pariwisata, tata kelola ruang kawasan konseravsi, sumberdaya manusia, dan anggaran. Kegiatan konservasi yang dilakukan oleh petugas di Pantai Sindangkerta meliputi kegiatan penangkaran penyu, penanaman pohon, patroli malam dalam mengawasi penyu, membersihkan pantai dari sampah dan sosialisasi dengan masyarakat mengenai pentingnya menjaga kelestarian sumber daya alam. Hasil analisis penelitian ini diharapkan dapat membantu petugas konservasi sehingga dapat bekerjasama dengan semua pihak (stakeholder) dalam menjaga kelestarian alam dan efektivitas kegiatan konservasi di Suaka Margasatwa Sindangkerta.

Kata Kunci : Pantai Sindangkerta, konservasi, penyu, pariwisata

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati di Indonesia menjadi salah satu keanekaragaman yang terbesar di dunia sehingga sering disebut sebagai negara *megabiodiversity*. Kekayaan flora dan fauna di Indonesia merupakan warisan dunia yang sudah selayaknya harus dijaga. Salah satunya adalah kekayaan flora dan fauna lautnya. Panjang garis pantai Indonesia berkisar 95.000 km dengan jumlah pulau sekitar 17.504 buah (Siburian, Robert. Haba, John, 2016:1). Dengan panjangnya garis pantai tersebut Indonesia kaya akan biota lautnya. Salah satu kekayaan Indonesia di laut adalah penyu, menurut Nuitja (Firliansyah, W et al., 2017: 21) Indonesia memiliki enam jenis penyu dari tujuh jenis penyu yang ada di dunia yaitu penyu hijau (*green turtle, Chelonia mydas*), penyu lekang (*olive ridley, Lepidochelys olivacea*), penyu tempayan (*Loggerhead, Carreta carreta*), penyu sisik (*hawksbill, Eretmochelys imbricata*), penyu belimbing (*Leatherback, Dermochelys coriacea*), dan penyu pipih (*Flatback, Natator depressa*)

Penyu mempunyai sejarah evolusi yang panjang, akan tetapi saat ini penyu menjadi suatu hal yang dramatis karena populasi penyu terus menurun dalam beberapa dekade terakhir (Wyneken, 2013). Penurunan populasi penyu terutama di wilayah pasir diakibatkan oleh berbagai penyebab, perburuan telurnya, serangan predator, terkena perahu nelayan, jaring nelayan dan saat ini yang menjadi hal yang cukup mengerikan yaitu sampah plastik (Wilcox, 2018). Hal tersebut yang menjadikan berbagai lembaga dunia berupaya dalam melindungi berbagai jenis penyu yang ada, salah satu lembaga tersebut adalah CITES yang membatasi bagaimana perdagangan penyu di dunia internasional dan IUCN yang memantau bagaimana status serta keberadaan populasi penyu yang ada.

Berdasarkan keputusan presiden (Kepres) No.43 tahun 1978 tentang pengesahan ketetapan CITES (*Convention on International trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) menjelaskan bahwa semua jenis penyu termasuk ke dalam hewan Apendiks I yang berarti segala jenis aktifitas perdagangan terkait penyu dilarang dan termasuk jenis pelanggaran hukum. Sementara menurut IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) mengkategorikan penyu ke dalam *endangered species* dengan rincian penyu sisik ke dalam kelompok hewan yang sangat terancam punah sementara untuk penyu hijau, penyu lekang dan penyu tempayan termasuk golongan terancam punah (Seminoff dalam Wicaksono *et.al*, 2013). Di Indonesia terdapat Undang-Undang khusus yang mengatur perlindungan penyu yakni tercantum dalam PP No 7 tahun 1999 tentang pengawetan jenis tumbuhan dan satwa, PP No. 8 1999 tentang pemanfaatan jenis tumbuhan dan satwa liar yang berarti semua jenis perdagangannya dilarang, UU No 5 tahun 1990 tentang konservasi sumberdaya alam dan ekosistemnya, serta keputusan presiden Nomor 43 tahun 1978 tentang pengesahan ketetapan CITES. Paling terbaru adalah surat edaran Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor : 526/MEN-KP/VIII/2015 tentang pelaksanaan perlindungan penyu, telur, bagian tubuh, dan /atau produk turunannya.

Salah satu upaya dalam pelestarian penyu yaitu pembangunan pusat konservasi. Pantai Sindangkerta merupakan salah satu kawasan konservasi jenis suaka margasatwa yang berada di bagian selatan Kabupaten Tasikmalaya. Suaka Margasatwa Sindangkerta tepatnya Pos jaga Tegalserah berperan dalam upaya pelestarian penyu khususnya jenis penyu hijau (*Chelonia mydas*). Kawasan Pantai Sindangkerta (KPS) merupakan tempat konservasi yang telah berdiri sejak tahun 2002 berdasarkan Surat Penunjukkan Nomor: 6964/Kpts-II/2002 tanggal 17 Juli 2002 dan ditunjuk sebagai Suaka Margasatwa Sindangkerta (SMS) dengan luas 90 hektar. Potensi kekayaan alam yang ada di Sindangkerta diantaranya tergolong *sargassum*, *seaweed*, *mollusca*, *crustasea*, *echinodermata*, penyu, dan pendaratan penyu untuk bertelur terutama jenis penyu hijau (*Chelonia mydas*).

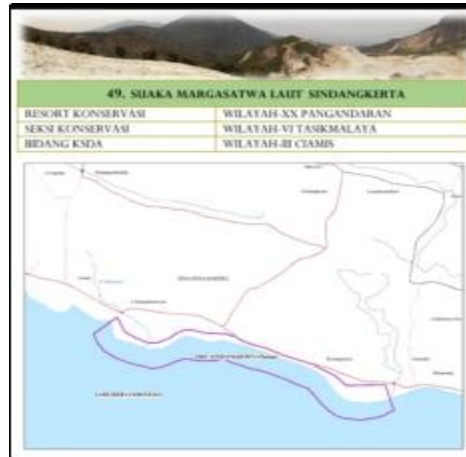
Terbentuknya kawasan suaka margasatwa Sindangkerta diinisiasi oleh kepedulian warga sekitar terhadap keberadaan penyu dikawasan Pantai Sindangkerta. Oleh sebab itu, sebelum tahun 2002 berdiri kelompok masyarakat peduli penyu yang selanjutnya dibuat permohonan untuk pembentukan kawasan suaka margasatwa Sindangkerta. Kepedulian warga masih berlanjut sampai saat ini, namun karena berbagai kondisi jumlah penyu yang mendarat di Pantai Sindangkerta kini semakin menurun.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Widiyanti, 2015) untuk menjaga efektivitas kawasan konservasi harus melibatkan berbagai pihak sebagai *stakeholder*. Selain itu upaya pengembangan ekowisata dikawasan konservasi harus dirancang secara matang agar tidak berdampak negatif terhadap keberlangsungan kegiatan konservasi. Menurut (Hermawan, Much, T,T et al., 2014) untuk menjaga efektivitas kawasan konservasi perlu dilakukan evaluasi terhadap tiga topik besar kegiatan konservasi yaitu perancangan, ketepatan, dan layanan. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah analisis dalam kegiatan konservasi, analisis SWOT, dan penilain METT dan hasil yang diperoleh diharapkan dapat membantu pihak konservasi maupun pengelola pariwisata sehingga dapat bekerjasama dalam menjaga kelestarian alam dan keberlangsungan konservasi penyu di Suaka Margasatwa Sindangkerta.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sekitar kawasan Suaka Margasatwa Sindangkerta, Desa Sindangkerta Kecamatan Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat. tepatnya di Kawasan Konservasi Penyu Pos Jaga Tegalserah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2019.



Gambar 1. Kawasan Suaka Margasatwa Sindangkerta

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil observasi langsung berupa wawancara mengenai kawasan pelestarian penyu dan kajian literatur. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pendaratan dan relokasi penyu yang telah dicatat selama 5 tahun terakhir, lembar penilaian METT, *recorder* dan kamera.

Metodologi Penelitian

Metode penelitian menggunakan deskriptif kualitatif dengan pengumpulan data dalam studi ini dilakukan menggunakan data primer dari pengamatan langsung dan observasi dengan melakukan identifikasi potensi pengembangan kawasan pelestarian penyu di kawasan suaka margasatwa, hasil wawancara langsung dengan pelaksana teknis lapangan konservasi penyu dan masyarakat setempat serta pihak-pihak yang terkait untuk mengetahui persepsi *stakeholder* (masyarakat setempat, pemangku kebijakan serta uraian lengkap mengenai aspek *strength, weakness, opportunity, dan threat* (SWOT) dengan penilaian *Management Effectiveness Tracking Tool* (METT). Data sekunder diperoleh dari studi literatur berupa jurnal ilmiah dan buku referensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyu (*sea turtle*) merupakan salah satu hewan langka di dunia dikarenakan setiap tahunnya terus mengalami penurunan jumlah populasi. Peran penyu dalam ekosistem sangat penting diantaranya dalam menjaga stabilitas habitat lamun dan menyebarkan nutrisi di perairan, termasuk menunjang kelimpahan keragaman ikan yang menjadi sumber protein bagi manusia (Ridhwan, 2017). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mendukung kegiatan konservasi penyu adalah meningkatkan pengawasan terhadap habitat yang sesuai untuk lokasi peneluran, dan pengawasan terhadap pengelolaan terhadap kegiatan konservasi penyu.

Kawasan konservasi penyu yang terdapat di Jawa Barat salah satunya berada di Tasikmalaya yang dikenal dengan nama Suaka Margasatwa Sindangkerta. Suaka Margasatwa adalah kawasan suaka alam (KSA) yang mempunyai kekhasan/keunikan jenis satwa liar dan/atau keanekaragaman satwa liar yang untuk keberlangsungan hidupnya memerlukan upaya perlindungan dan pembinaan terhadap populasi dan habitatnya. Suaka Margasatwa yang terdapat di Sindangkerta memiliki beragam potensi sumber daya alam diantaranya adalah potensi fauna berupa pelestarian spesies penyu hijau yang terorganisir dalam kawasan konservasi pelestarian Suaka Margasatwa Penyu Pos Jaga Tegalserah.

Berdasarkan pembagian wilayah administratif pemerintahan, kawasan suaka margasatwa Sindangkerta berada dalam wilayah Desa Sindangkerta dan Desa Cikawungading, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya Propinsi Jawa Barat. Sedangkan secara geografis kawasan SM Sindangkerta terletak antara 7°40'13,5" - 7°10'52,4" Lintang Selatan dan 108°3'30" - 108°5' 00" Bujur Timur (Balai Konservasi Sumber Daya Alam Jabar, 2016)

Kawasan Suaka Margasatwa Laut Sindangkerta merupakan salah satu daerah pantai dengan daratannya terbagi menjadi 3 bagian yaitu: Datar sampai berbelok 20%; Berombak sampai berbukit

25%; dan Berbukit sampai bergunung 55 %. Luas daerah kawasan Sindangkerta kurang lebih sekitar 90 hektar sebagai kawasan hutan dan kawasan konservasi perairan dengan nama "Suaka Margasatwa Sindangkerta" meliputi luas darat dan laut. Namun, saat ini luas kawasan konservasi hanya sekitar 9 hektar dikarenakan proses abrasi yang mengikis kawasan tersebut sehingga semakin sempit. Peristiwa abrasi terjadi setiap tahunnya dengan kisaran mengikis wilayah 0,5 – 4 meter/tahun. Kawasan konservasi sindangkerta dibagi menjadi enam blok berdasarkan letak geografisnya, yaitu blok Katapang, blok Tegalserah, blok Panarikan, blok Pamoekan, blok Karang Handap, blok Palawah Butun.

Karakteristik pasir yang gembur dan letak pesisir pantai yang relatif memiliki kemiringan yang landai menjadi salah satu faktor penyusut memilih untuk mendarat di pantai setiap musim bertelur hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh (Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut, 2009: 51) menyatakan bahwa salah satu faktor penentu habitat penelusuran penyusut adalah pantai yang luas dan landai serta terletak di atas bagian pantai dengan kemiringan rata-rata 30°. Selanjutnya (Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut, 2009: 33) menyatakan bahwa semua jenis penyusut termasuk yang hidup di perairan Indonesia memiliki daerah penelusuran yang khas. *Celonia mydas* memiliki daerah penelusuran yang khas yaitu dengan ciri-ciri terdapat pohon *Hibiscus tiliacus*, *Terminalia catappa*, *Pandanus tectorius*, dengan jenis pasir yang terdiri dari mineral quartz (kuarsa). Adapun periode bertelur penyusut menurut (Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut, 2009: 44) Dalam satu musim bertelur, penyusut bertelur dalam selang waktu 11-25 hari sebanyak 1-5 kali bertelur, dengan waktu bertelur berbeda-beda, namun untuk *Celonia Mydas* biasanya memilih bertelur pada keadaan gelap gulita antara pukul 21.00-02.00.

Pengelolaan kawasan konservasi penyusut Sindangkerta belum pernah dinilai efektivitasnya secara periodik sehingga pengelolaannya belum dapat dikatakan optimal. Hal ini dapat dilihat dari terus menyempitnya kawasan konservasi, tidak sejalan dengan perkembangan pembangunan dengan kegiatan konservasi, kurangnya ketersediaan sarana dan prasarana, dan kurang optimalnya penataan kawasan konservasi. Permasalahan tersebut harus segera dicari solusinya sehingga keberadaan penyusut di pantai Sindangkerta dapat terjaga dengan baik. Agar tercapainya suatu kawasan konservasi yang sesuai, optimalisasi tindakan yang dapat dilakukan adalah menghasilkan keberhasilan reproduksi dari para penyusut. Tindakan tersebut ditujukan untuk melindungi tempat wilayah pendaratan penyusut betina dan telurnya dari panen atau predasi dan wilayah pendaratan dari kehancuran oleh pasang surut dan erosi pantai (Dutton, 2011). Adapun data hasil pencatatan pendaratan penyusut di Suaka Margasatwa selama 5 tahun terakhir dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 2. Jumlah penyusut yang mendarat dan telurnya

Dari data grafik tersebut terlihat untuk 2 tahun kebelakang jumlah penyusut yang mendarat mengalami penurunan, untuk data terbaru di tahun 2019 per bulan Maret sudah terjadi 6 kali pendaratan penyusut dengan jumlah telur sebanyak 608 telur, diperkirakan tahun ini pun akan kembali mengalami penurunan dibanding tahun 2018. Untuk dapat melihat secara jelas efektivitas kegiatan konservasi penyusut di Sindangkerta dilakukan analisis SWOT dengan teknik *Management Effectiveness*

Tracking Tool (METT) dengan acuan penilaian menurut (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015) menyatakan bahwa presentase skoring yang kurang dari 70% menandakan bahwa kegiatan konservasi yang terjadi belum dikatakan efektif dan optimal. Menurut (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015) aspek-aspek penilaian METT dikelompokkan kedalam 6 aspek, diantaranya Pemahaman akan konteks dari kawasan konservasi, berupa nilai-nilai penting yang dimiliki oleh kawasan, ancaman-ancaman yang dihadapi, peluang-peluang yang tersedia, dan para pihak yang terlibat, perencanaan terhadap pengelolaan kawasan, meliputi desain (bentuk, luas, dan lokasi), perumusan visi; tujuan; dan target untuk pelestarian nilai-nilai penting dan mengurangi tekanan, alokasi sumberdaya (input) yang meliputi personil/staff; alokasi anggaran yang tersedia; dan pelestarian pendukung pengelolaan, kegiatan-kegiatan pengelolaan yang dilakukan sesuai dengan standar yang bisa diterima (proses), produk dan jasa (output) yang dihasilkan sesuai yang direncanakan, dampak atau outcome yang dicapai, dalam hal ini disesuaikan dengan tujuan pengelolaan.

Tabel 1. Rangkuman penilaian METT kawasan konservasi Suaka Margasatwa Sindangkerta

Nilai yang Diperoleh	Kemungkinan Nilai Total	Kemungkinan Nilai yang Disesuaikan	Presentase
Nilai total konteks (A)	26	17	65%
Nilai Total Perencanaan (B)	14	2	14%
Nilai Total Input (C)	14	4	29%
Nilai Total Proses (D)	25	14	56%
Nilai Total Output (E)	33	5	15%
Nilai Total Outcome (F)	27	12	44%
Total	139	54	39%

Tabel 2. Resume penilaian METT kawasan konservasi Suaka Margasatwa Sindangkerta

KRITERIA	NO	PERTANYAAN	SKOR	KEUNTUNGAN	KELEMAHAN	LANGKAH KEDEPAN
kontek	1	Status hukum	3	√		-
	2	Peraturan kawasan konservasi	3	√		-
	3	Penegakan hukum	3	√		-
	4	Pengukuhan (darmaksi) batas kawasan konservasi	2		√	Perlu adanya penindakan terhadap kawasan konservasi yang beralih fungsi menjadi kawasan pemukiman dan jalan provinsi
	5	Integrasi kawasan dalam perencanaan pesisir yang lebih besar (memiliki nilai +1 karena kawasan ini termasuk kawasan konservasi yang berintegrasi dengan di kawasan lain)	1		√	Membuat pengajuan kembali terkait rencana perbaikan akibat abrasi dan vegetasi yang semakin berkurang untuk memperbaiki kawasan konservasi
	6	Inventarisasi sumberdaya	1		√	Pendataan sudah dilakukan namun permasalahan yang didapat dari hasil pendataan belum mampu diatasi secara maksimal
	7	Kesadaran dan kepedulian para pihak	3	√		Mengadakan pembinaan secara kontinyu untuk membina masyarakat
Perencanaan	8	Tujuan utama dari kawasan konservasi	1		√	Rencana pengelolaan kawasan konservasi harus dimaksimalkan, terutama dengan bantuan pihak dinas BKSDA
	9	Rencana pengelolaan	1		√	Rencana pengelolaan harus dipebaharui agar sesuai dengan kondisi saat ini
Input	10	Riset	2	√		Hasil penelitian harus ditindaklanjuti demi perbaikan kawasan konservasi
	11	Jumlah pegawai	1		√	Perlu adanya petugas lapangan tambahan untuk mengcover pegawai yang akan segera pensiun
	12	Anggaran saat ini	1		√	Anggaran yan tersedia tidak mampu mencukupi kebutuhan perbaikan kawasan konservasi
Proses	13	Pendidikan dan penyadartahuan	2	√		-
	14	Pemerintah dan swasta di sekitar	2	√		-
	15	Pelibatan dan partisipasi parapihak	2	√		-

	16	Masyarakat lokal	2	√		-
	17	Staf terlatih	2	√		-
	18	Perlengkapan	1		√	Pengajuan perlengkapan sudah diajukan namun belum ada pencairan dari pihak kedinasan BKSDA
Output	19	Monitoring dan evaluasi	3		√	-
	20	Indikator konteks	0		√	Tidak ada perubahan berarti
	21	Produk dan pelayanan	0		√	-
	22	Meknisme pelibatan <i>stakeholder</i> dalam pengambilan keputusan dan/ atau kegiatan pengelolaan	1	√		-
	23	Aktivitas pendidikan lingkungan untuk <i>stakeholder</i>	1	√		Perlu adanya aktivitas untuk <i>stakeholder</i> dengan program yang terencana dan berkelanjutan
	24	Aktivitas pengelolaan	0		√	-
Outcomes	25	Fasilitas pengunjung	1		√	-
	26	Pungutan	2		√	-
	27	Pelatihan pegawai	2		√	-
	28	Apakah pengelolaan telah sesuai dengan tujuan kawasan	1	√		Perlu ditingkatkan dukungan fasilitas dan perbaikan kawasan atas kerusakan yang terjadi baik itu karena faktor alam atau karena faktor pembangunan penunjang kehidupan manusia
	29	Gangguan	1	√		Gangguan akibat aktivitas nelayan relatif sama namun akibat pembangunan dan jalan serta penerangan lampu sangat berdampak besar
	30	Kondisi sumberdaya	0		√	Perlu adanya pemulihan vegetasi yang hilang karena abrasi dan pengalihan jalan serta penerangan yang tidak masuk ke kawasan konservasi
	31	Kesejahteraan masyarakat	2		√	-
	32	Kesadaran lingkungan	3	√		-
	33	Kepatuhan	3		√	-
	34	Kepuasan <i>stakeholder</i>	0	√		-
Score total			54			

Analisis Pengelolaan Kawasan Konservasi Suaka Margasatwa Taman Laut Sindangkerta

Berdasarkan hasil wawancara dengan petugas lapangan selaku pelaksana kegiatan harian di kawasan konservasi penyu sindangkerta dan hasil pengamatan kawasan selama penelitian dapat dilihat faktor kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman. Adapun rincian dari hasil analisis dapat dilihat sebagai berikut:

Kekuatan (*Strength*)

Status kawasan sudah resmi secara hukum, memiliki karakteristik pasir yang gembur yang sangat disukai oleh penyu untuk bertelur, pesisir pantai relatif miring sehingga menjadi salah satu faktor penyu memilih Pantai Sindangkerta untuk bertelur, masyarakat sudah menyadari pentingnya menjaga kawasan konservasi, sehingga masyarakat sekitar turut andil dalam menjaga eksistensi penyu di Pantai Sindangkerta, dan kepercayaan masyarakat dan budaya sosial terhadap larangan penyu masih terjaga.

Kelemahan (*Weakness*)

Kurangnya fasilitas pendukung kegiatan konservasi, seperti alat penyedot air untuk kebutuhan di dalam bak/kolam penangkaran penyu, lambatnya tindak lanjut upaya penyelesaian masalah yang terjadi di kawasan konservasi, sehingga kerusakan kawasan konservasi semakin meningkat tiap tahunnya.

Peluang (*Opportunity*)

Posisi kawasan konservasi yang berdampingan dengan kawasan wisata dapat dijadikan sebagai kawasan ekowisata yang berkelanjutan, adanya dukungan dari *stakeholder* dalam kegiatan konservasi, dan adanya peluang untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pengelolaan kawasan konservasi dan ekowisata yang berkelanjutan.

Ancaman (*Threat*)

Ancaman dari koridor transportasi lintas provinsi yang menyebabkan kebisingan disekitar kawasan konservasi, jalur layanan pencahayaan jalan yang terlalu dekat dengan kawasan konservasi, kegiatan nelayan yang menggunakan pancing terkadang melukai penyu yang terdapat di laut dan jaring sisa nelayan terkadang melilit penyu sehingga penyu sulit untuk naik ke permukaan, terdapat predator bagi telur panyu seperti kongkang laut, biawak dan anjing liar, pencemaran laut oleh sampah menyebabkan pantai menjadi kotor, abrasi yang sangat cepat yang terjadi tiap tahunnya yang mengikis permukaan pantai mencapai 4 meter per tahunnya, berkurangnya vegetasi sebagai naungan tempat penyu bertelur, serta perubahan iklim yang ekstrim menyebabkan telur penyu tidak 100% menetas.

Tabel 3 Analisis SWOT kawasan konservasi Suaka Margasatwa Taman Laut Sindangkerta

	Kekuatan (<i>strenght</i>) S	Kelemahan (<i>weakness</i>) W
Peluang (<i>Opportunity</i>) O	Strategi SO Memberikan pembinaan yang berkelanjutan kepada masyarakat untuk turut serta menjaga keberlangsungan kegiatan konservasi dan pengembangan kawasan ekowisata yang berkelanjutan sesuai dengan SDGs.	Strategi WO Perbaiki infrastruktur dan penyelesaian masalah yang terjadi untuk memperbaiki kawasan konservasi terutama penyelesaian alih fungsi lahan kawasan konservasi yang berubah jadi pemukiman dan keberadaan jalan lintas provinsi serta penerangan jalan yang berlebihan.
Ancaman (<i>threat</i>) T	Strategi ST Melakukan riset dan evaluasi kawasan konservasi yang berkelanjutan untuk menghadapi berbagai ancaman yang terjadi.	Strategi WT Melakukan koordinasi dengan pihak BKSDA dan instansi terkait lainnya untuk meningkatkan efektivitas kegiatan konservasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penialain MEET dapat terlihat bahwa hasil penilaian hanya mencapai 39%, sehingga dapat disimpulkan kegiatan konservasi penyu di Suaka Margasatwa Sindangkerta belum berjalan secara maksimal dan optimal. Ancaman yang sangat memengaruhi keberlangsungan kegiatan konservasi yaitu kebisingan dan intensitas cahaya yang berlebih, selain itu rusaknya pantai akibat abrasi dan sampah dari laut memperburuk keadaan kawasan konservasi. Tindak lanjut dari pihak BKSDA dianggap kurang cepat bahkan sampai saat ini belum ada tindakan nyata untuk mengatasi permasalahan yang ada meskipun setiap tahunnya pihak pelaksana teknis lapangan telah memberikan laporan kegiatan konservasi. Di samping itu, untuk meningkatkan produktivitas kawasan tersebut perlu adanya penambahan fasilitas pendukung dan tenaga ahli agar kegiatan konservasi dapat berjalan optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada BKSDA Wilayah III Jawa Barat, Bapak Hendri selaku salah satu pengurus kawasan konservasi penyu di Posjaga Tegalserah yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian, mendampingi serta menjadi narasumber utama dalam menyelesaikan artikel ini juga Bapak Diki Muhamad Chaidir selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga karya tulis ilmiah ini dapat selesai. Tak lupa rekan seperjuangan yang telah membantu baik secara moril dan materil teruntuk William Andri Utomo, Chichi Cahyati, Asep Muliana, dan Daryono.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Barat. [online] <http://bbksdajabar.ksdae.menlhk.go.id/> [21 Maret 2019].
- BBKSDA Jabar. (2016). Informasi Kawasan Konservasi lingkup BBKSDA Jabar, 2016. Tersedia: [Online] http://bbksdajabar.ksdae.menlhk.go.id/wp-content/uploads/2017/08/Profil-Bidwil-3-Fix_skw_6_Sindangkerta.pdf. [21 Maret 2019].
- Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut. (2009). *Pedoman Teknis Pengelolaan Konseravsi Penyu*. Jakarta: Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut, Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Departemen Kelautan dan Perikanan RI
- Dutton, Peter H., Dale Squirel & Ahmed, M. (2011). *Conservation of Pasific Sea Turtles*. Honolulu. University of Hawai'i Press.
- Firliansyah, W., Aryzana & Sunkar. 2017. Pemanfaatan dan Efektivitas Kegiatan Penangkaran Penyu di Bali bagi Konservasi Penyu. *J. Trop. Biodiv. Biotech.*, Vol. 2 (2017):, 21—27.
- Hermawan, M,T, T., Faida, L, R,W., Wianti, K, F., Marhaeto, H. & Anindia, A. (2014). *Pengelolaan Kawasan Konservasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2015). *Pedoman Penilaian Efektivitas Pengelolaan Kawasan Suaka Alam Dan Kawasan Pelestarian Alam*. Direktorat Jenderal Konservasi Sumberdaya Alam dan Ekosistem
- Ridhwan, J, M. (2017). Penyu dan Usaha Pelestariannya. *Serambi Saintia.*, 5(1), 45-54
- Siburian, Robert., Haba & John. (2016). *Konservasi Mangrove dan Kesejahteraan Masyarakat*. Jakarta: Yaaysan Pustaka Obor Indonesia
- Surat Edaran Pelaksanaan Perlindungan Penyu, Telur, Bagian Tubuh, Dan/Atau Produk Turunannya. (2015). Jakarta: Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Kementerian Kehutanan Republik Indonesia. (2002). *Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 6964/Kpts-II/2002*. Jakarta: Menteri Kehutanan Republik Indonesia
- Keputusan Presiden. (1978). Kepres RI No. 43 Tahun 1978. Jakarta: Menteri/ Sekretaris Negara Republik Indonesia.
- Wicaksono. (2013). Aktivitas Pelestarian Penyu Hijau (*Chelonia mydas*) di Taman Pesisir Pantau Penyu Pangumbahan Sukabumi Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Sains, dan Teknologi*. Volume 4, Tahun 2013, B.116-B.123.

- Widiyanti, H., Soekmadi, R. & Santoso, N. (2015). Strategi Peningkatan Efektivitas Pengelolaan Kawasan Konservasi Dalam Pengembangan Ekowisata di Taman Wisata Alam Kawah Ijen. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 2(3). 202-213.
- Wilcox, C., Puckridge, M., Schuyler, Q. A., Townsend, K. & Hardesty, B. D. (2018). *A quantitative analysis linking sea turtle mortality and plastic debris ingestion*. Scientific Reports, 8(1), 12536.
- Wyeneken, J., Lohmann, K. J. & Musick, J. A. (2013). *The Biology of Sea Turtles Volume III*. Florida. CRC Pres.

POTENSI EKOSISTEM HUTAN MONTANA SEBAGAI PENYEDIA HEALING SERVICE DI INDONESIA

Megatrikania Kendali*¹, Hikmat Ramdan², Endang Hernawan³

^{1,2,3} Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, ITB: Jl Ganesa 10, Bandung 40132, Telp. (022) 251 1575
e-mail: ¹megatrikaniak@gmail.com, ²hikmat@sith.itb.ac.id, ³endang@sith.itb.ac.id

Abstrak. Hutan memiliki peran penting bagi kehidupan manusia, dimana pada proses ekologi yang terjadi dapat memberikan manfaat untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia, salah satunya dalam mengatur kesehatan manusia yang dikenal dengan healing service. Belum banyak penelitian yang mengkaji potensi healing service di Indonesia. Sementara Indonesia yang dikenal memiliki keanekaragaman ekosistem hutan tentu sangat berpotensi dalam menyediakan jasa ekosistem tersebut, misalnya pada ekosistem hutan montana. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi healing service di ekosistem hutan montana yang dilakukan di hutan Kawasan Wisata Situ Cibeureum, Garut, Jawa Barat. Pengerjaan penelitian ini terbagi menjadi dua tahap yaitu identifikasi struktur dan fungsi ekosistem, serta mengukur respon kesehatan manusia sebelum dan sesudah masuk kawasan hutan. Identifikasi struktur dan fungsi terdiri dari faktor iklim mikro, topografi, vegetasi, tingkat kebisingan, dan pemandangan lanskap. Sementara untuk pengukuran respon kesehatan dilakukan pengukuran tekanan darah dan kadar gula dalam darah sebelum dan sesudah masuk hutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan tekanan darah dan kadar gula dalam darah pada sebelum dan sesudah masuk hutan, sehingga dapat dikatakan bahwa ekosistem hutan memiliki dampak positif terhadap kesehatan manusia, salah satunya yaitu dapat menurunkan tekanan darah dan kadar gula dalam darah.

Kata Kunci: healing service.

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara megabiodiversity karena memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Salah satu kategori keanekaragaman hayati di Indonesia yaitu keanekaragaman ekosistem yang mencakup keanekaan bentuk dan susunan bentang alam, daratan maupun perairan, dimana makhluk atau organisme hidup berinteraksi dan membentuk keterkaitan dengan lingkungan fisiknya. Berbeda dengan ekosistem perairan yang memiliki batas ekosistem yang jelas, ekosistem daratan dapat dibedakan berdasarkan ketinggian. Ekosistem daratan di Indonesia terbagi menjadi dua tipe yaitu ekosistem hutan pamah (0-1000 mdpl) dan pegunungan atau montana (>1000 mdpl). Perbedaan ketinggian tersebut menyebabkan terjadinya perubahan komunitas tumbuhan maupun hewan yang nantinya juga akan mempengaruhi pemanfaatan ekosistem tersebut (BAPPENAS, 2016).

Masing-masing ekosistem memiliki struktur dan fungsi, serta proses ekologi yang berbeda dimana nantinya menghasilkan manfaat bagi seluruh makhluk hidup, khususnya manusia. Manfaat tersebut kini dikenal dengan istilah jasa ekosistem, yaitu manfaat yang disediakan untuk manusia melalui transformasi sumberdaya (atau aset lingkungan hidup yang terdiri dari lahan, air, vegetasi, atmosfer) ke dalam barang dan jasa yang penting seperti udara, air, dan makanan (Department of the Environment Heritage and the Arts et al., 2009).

Ekosistem hutan montana tropis merupakan hutan yang selalu hijau dan semi gugur. Hutan pegunungan tropis terjadi di daerah tropis sedang hingga sub altitudinal dingin dan dicirikan oleh struktur tegakan yang berbeda dan lapisan kanopi yang tidak rata. (Gradstein, Homeier dan Gansert, 2008). Ekosistem hutan pegunungan atau montana ini sesungguhnya menyuguhkan keunikan tersendiri karena dipengaruhi oleh ketinggian tempat, sehingga menyebabkan perbedaan flora dan fauna yang hidup di dalamnya. Pada ekosistem ini didominasi oleh beberapa family tumbuhan diantaranya Anacardiaceae, Burseraceae, Capparaceae, Combretaceae, Dilleniaceae, Dipterocarpaceae, dan Myristicaceae. Walaupun pada kenyataannya saat ini pada ekosistem hutan montana juga didominasi oleh jenis pohon cemara dan pinus (Mongabay, 2019). Seperti dengan ekosistem lainnya, ekosistem hutan montana memiliki jasa ekosistem yang dapat dimanfaatkan oleh manusia.

Jasa ekosistem dapat diklasifikasikan ke dalam empat kelompok antara lain Provisioning Services, Regulating Services, Cultural Services, dan Supporting Services. Cultural services merupakan jasa yang sangat dekat hubungannya dengan nilai dan perilaku manusia, seperti menyediakan kenyamanan, inspirasi, pengembangan intelektual, keindahan atau kesenangan estetika, rekreasi, psikologi-sosial, dan kesehatan (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Akan tetapi cultural services dinilai kurang penting bagi manusia dibandingkan jenis jasa ekosistem lainnya karena kesulitan dalam melakukan valuasi secara ekonomi, sehingga jasa ini tidak sepenuhnya dihargai (Grunewald and Bastian, 2015). Kurangnya penilaian akan suatu jasa ekosistem oleh manusia diduga karena kurangnya pemahaman jasa ekosistem tersebut

Salah satu jenis cultural service yang sampai saat ini masih sulit untuk divalusi adalah manfaat kesehatan untuk upaya penyembuhan dari suatu penyakit atau healing service. Tidak terlalu banyak pustaka yang membahas healing service, namun istilah yang sering digunakan oleh literatur lain mengenai jasa ekosistem ini adalah forest bathing atau shinrin-yoku yang berarti mandi hutan dan forest therapy atau terapi alam. Studi yang mempelajari jasa ekosistem ini terus berkembang. Salah satu negara yang mengembangkan studi ini adalah Jepang. Di Jepang telah berkembang tradisi mandi hutan atau forest bathing yaitu merupakan kegiatan mengunjungi hutan atau terlibat dalam berbagai kegiatan terapi di lingkungan hutan untuk meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan seseorang (Park et al., 2007 ; Lee et al., 2014 ; Lee et al., 2017).

Saat ini sudah cukup banyak penelitian yang membuktikan bahwa shinrin-yoku dapat menurunkan tekanan darah, stress, memperbaiki kesehatan kardiovaskular dan metabolik, menurunkan tingkat gula darah, memperbaiki konsentrasi dan memori, menurunkan depresi, memperbaiki rasa nyeri, menaikkan system imun, meningkatkan produksi protein anti kanker, dan menurunkan berat badan (Li, 2018). Kesehatan fisik yang dibahas pada penelitian ini adalah kesehatan fisik yang terkait dengan keadaan mental seseorang yaitu stres. Stres mengubah system tubuh manusia yang dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia seperti peningkatan tekanan darah (Marberry, 1995). Selain itu, tingkat stres dapat juga diukur melalui pengukuran kadar gula dalam darah, karena terdapat hubungan yang signifikan antara tingkat stres dengan kadar gula darah (Sukarja, I M., Sukawana, I W., & Suyasa, 2014).

World Health Organization (WHO) mengatakan bahwa stres telah menjadi masalah global yang terus meningkat dan menjadi salah satu faktor resiko perkembangan penyakit seperti penyakit jantung, diabetes dan depresi. Lebih jauhnya lagi stres juga dapat menjadi penyebab dari kematian muda (Corazon, 2016). Stres ini dapat menimpa siapa saja termasuk mahasiswa. Berbagai tekanan yang dialami mahasiswa dan bisa menjadi sumber penyebab stres meliputi akademik, finansial, tanggung jawab sosial dalam lingkungan kampus maupun tempat tinggal mahasiswa (Zuama, 2009). Mahasiswa yang berada pada masa transisi remaja akhir menuju masa dewasa awal sangat rentan stres dari tekanan yang dialaminya. maka manajemen terapi stres maupun pencegahan stres sangat penting untuk dilakukan mahasiswa.

Menurut Qing Li (2018) hutan memiliki efek penyembuhan karena perannya terhadap lima panca indera manusia yaitu penglihatan, pendengaran, penciuman, perabaan, dan pengecap. Di Jepang hutan yang terdapat jasa ini memiliki beberapa kriteria diantaranya suhu udara, kelembaban udara, cahaya, panas radiasi, kecepatan angin, suara, kandungan organika yang dihasilkan oleh pohon, dan faktor fisik lainnya. Indonesia yang memiliki tipe hutan yang beraneka ragam tentu juga memiliki kriteria yang berbeda pula dalam menghasilkan *healing service*. Oleh karena itu perlu dikaji mengenai potensi *healing service* dari berbagai macam hutan Indonesia yang nantinya bisa menjadi nilai tambah dari ekosistem hutan itu sendiri dan juga dapat dijadikan salah satu solusi alternatif terapi stres. Dengan demikian pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi *healing service* pada ekosistem hutan montana terhadap kesehatan manusia berupa tekanan darah dan kadar gula dalam darah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2018 di Wana Wisata Situ Cibeureum, Garut, Jawa Barat. Wana Wisata Situ Cibeureum merupakan kawasan hutan lindung milik Perusahaan Umum Perhutani Divisi Regional III Jawa Barat dan Banten, dimana pengelolaannya dilakukan oleh, Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Garut. Dalam kawasan hutan ini didominasi oleh vegetasi *Pinus*

merkusii, yang getahnya memang dimanfaatkan oleh Perhutani dan masih merupakan pendapatan terbesar sebagai kontribusi pemasukan di KPH Garut. Selain dimanfaatkan hasil getah pinusnya, Wana Wisata Situ Cibeureum ini juga merupakan salah satu kawasan yang menjadi prioritas pengembangan wisata oleh KPH Garut.



Gambar 1 Lokasi penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *one groups pretest-posttest design*, yaitu desain penelitian yang terdapat *pretest* sebelum diberikan perlakuan dan *posttest* setelah diberikan perlakuan pada satu kelompok. Kelompok ini terdiri dari 30 responden mahasiswa tingkat akhir Institut Teknologi Bandung. Perlakuan yang digunakan adalah dengan melakukan *trekking* dalam hutan sepanjang ± 2 kilometer. Kemudian sebelum dan sesudah diberikan perlakuan seluruh responden diukur tekanan darah dan kadar gula dalam darah dengan menggunakan *tensimeter digital* dan *glucometer*.

Uji statistik digunakan untuk mengetahui perbedaan tekanan darah dan kadar gula dalam darah antara sebelum dan sesudah perlakuan. Uji statistik yang digunakan menggunakan uji t berpasangan (*paired sample t-test*) dengan menggunakan *software* SPSS 22.0. Rumusan hipotesis sebagai berikut:

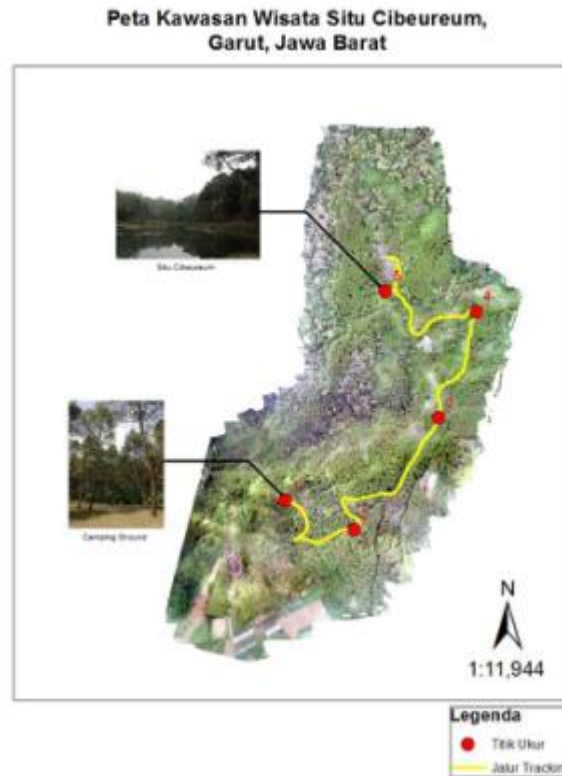
Ho: Tidak ada perbedaan tekanan darah dan kadar gula dalam darah sebelum dan sesudah masuk hutan;

H1: Terdapat perbedaan tekanan darah dan kadar gula dalam darah sebelum dan sesudah masuk hutan.

Jika $t \text{ hitung} > t \text{ tabel}$ dan $p < 0,05$, maka Ho ditolak dan H1 diterima, sehingga terdapat pengaruh yang signifikan dari ekosistem hutan montana terhadap perbedaan tekanan darah dan kadar gula dalam darah. Sedangkan jika $t \text{ hitung} < t \text{ tabel}$ dan $p > 0,05$, maka Ho diterima dan H1 ditolak yang berarti tidak ada pengaruh signifikan dari ekosistem hutan terhadap tekanan darah dan kadar gula dalam darah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada gambar merupakan hasil foto udara kawasan Wana Wisata Situ Cibeureum. Dapat dilihat pada gambar tersebut bahwa garis yang berwarna kuning merupakan jalur *trekking* responden.



Gambar 2 Jalur trekking Wana Wisata Situ Cibeureum

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan tekanan darah dan kadar gula dalam darah antara sebelum dan sesudah melakukan *trekking* dalam hutan Wana Wisata Situ Cibeureum. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa *t* hitung pada tekanan darah dan kadar gula dalam darah lebih tinggi dari *t* tabel ($df=29; t=2.75639$). Selain itu juga didapatkan nilai signifikansi $p < 0,05$. Sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari tekanan darah dan kadar gula dalam darah yang dipengaruhi oleh ekosistem hutan montana.

Tabel 1 Hasil pengukuran tekanan darah dan kadar gula dalam darah

	Awal	Akhir	<i>t</i> hitung	<i>p</i>
Tekanan Darah Sistol	129,73 ± 13,04	118,63 ± 12,47	5,86	0,000
Tekanan Darah Diastol	85,53 ± 10,07	78,93 ± 16,75	4,17	0,000
Kadar Gula dalam darah	84,10 ± 14,98	71,33 ± 8,57	4,31	0,000

Lee et al. (2014) melakukan percobaan terhadap 42 responden yang melakukan terapi jalan pada empat area hutan yang berbeda di Jepang. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan adanya program berjalan di hutan memiliki pengaruh positif terhadap relaksasi kardiovaskular. Pada analisis denyut jantung ditemukan bahwa berjalan di hutan dapat meningkatkan saraf parasimpatis dan secara signifikan mengurangi sistem saraf simpatis dibandingkan dengan jalan-jalan di area perkotaan. Seperti yang telah dilakukan oleh Chen, Yu dan Lee (2018) yang menunjukkan bahwa terdapat penurunan tekanan darah sistol dari 16 partisipan setelah mengikuti program terapi hutan dari $122,81 \pm 17,7$ mmHg menjadi $117,19 \pm 15,20$ ($p < 0,05$). Selain itu, Ohtsuka et al. (1998) dalam Tsunetsugu, Park and Miyazaki (2010) meneliti efek dari *shinrin-yoku* pada kadar glukosa darah dari 87 pasien diabetes melitus (29 pria dan 58 wanita; usia rata-rata 61 tahun) yang berjalan sejauh 3 km dan 6 km sebanyak 9 kali selama 6 tahun. Hasilnya menunjukkan bahwa kadar glukosa yang diukur setelah *shinrin-yoku* tersebut secara signifikan telah menurunkan kadar gula dalam darah (dari 179 mg/dL menjadi 108 mg/dL). Sehingga *shinrin-yoku* ini menurut Ohtsuka et al sangat cocok untuk terapi bagi pasien penderita diabetes melitus.

Berdasar hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ekosistem hutan montana dapat berpengaruh pada kondisi kesehatan manusia, yang ditunjukkan dengan perbedaan yang signifikan dari tekanan darah dan kadar gula dalam darah sebelum dan sesudah berjalan di dalam hutan. Oleh karena itu, potensi *healing service* dapat menjadi nilai tambah kawasan hutan sehingga hutan akan lebih dikelola dengan baik. Selain itu juga, dengan adanya potensi ini dapat dijadikan rekomendasi terapi berbagai macam penyakit seperti stress, hipertensi, diabetes melitus, dan sebagainya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Barat dan Banten yang telah memberikan izin dan membantu proses pengambilan data penelitian, pihak LP3MI ITB yang telah memberikan bantuan dana penelitian ini, dan kepada ketigapuluh responden yang sudah meluangkan waktunya untuk membantu proses pengambilan data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- BAPPENAS (2016) *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan 2015-2020*.
- Chen, H. T., Yu, C. P. & Lee, H. Y. (2018) 'The effects of forest bathing on stress recovery: Evidence from middle-aged females of Taiwan', *Forests*, 8(2), pp. 1–9. doi: 10.3390/f9070403.
- Corazon, S. (2016) 'Development of a Nature-Based Concept for Stress Patients at the Danish Healing Forest Garden Nacadia Development of the Nature-Based Therapy Concept for Patients with Stress-Related Illness at the Danish Healing Forest Garden Nacadia', (March).
- Department of the Environment Heritage and the Arts, W. et al. (2009) *Ecosystem Services: Key Concepts and Applications, Occasional Paper No 1*.
- Gradstein, S. R., Homeier, J. & Gansert, D. (2008) 'The Tropical Mountain Forest. Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot', *Livro*, 2(January), pp. 1–224. Available at: http://www.facebook.com/1.php?u=http://goedoc.unigoettingen.de/goescholar/bitstream/handle/goescholar/3203/gradstein_BES2.pdf.
- Grunewald, K. and Bastian, O. (2015) *Ecosystem Services – Concept, Methods and Case Studies*. Edited by K. Grunewald and O. Bastian. Dresden, Germany: Springer.
- Lee, I., Choi, H. & Lee, B. (2017) 'Effects of forest therapy on Depressive Symptoms Among Adults: A systematic review', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(3).
- Lee, J., Tsunetsugu, Y., Takayama, N., Komatsu, M., Ikei, H., Tyrvaäinen, L., Kagawa, T. & Miyazaki, Y. (2014) 'Influence of Forest Therapy on Cardiovascular Relaxation in Young Adults', *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, pp. 1–7.
- Li, Q. (2018) *Forest Bathing. How Trees Can Help You Find Health and Happiness*. New York: penguin.
- Marberry, S. O. (1995) *Innovation in Healthcare Design*. Van Nostrand Reinhold: Van Nostrand Reinhold.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystem and human well-being, Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*.
- Mongabay (2019) *Hutan Pegunungan*. Available at: <https://www.mongabay.co.id/hutan-pegunungan/>.
- Park, B.-J., Tsunetsugu, Y., Kasetani, T., Hirano, H., Kagawa, T., Sato, M. & Miyazaki, Y. (2007) 'Physiological effects of Shinrin-yoku (Taking In The Atmosphere of The Forest)-Using Salivary Cortisol and Cerebral Activity as Indicators.', *Journal of physiological anthropology*, 26(2), pp. 123–8.
- Sukarja, I M., Sukawana, I W., & Suyasa, O. (2014) 'Pasien yang Mengalami Kegawatan Diabetes'. Available at: [http://poltekkes-denpasar.ac.id/files/JURNAL GEMA KEPERAWATAN/DESEMBER 2014/ARTIKEL I Made Sukarja et al.pdf](http://poltekkes-denpasar.ac.id/files/JURNAL_GEMA_KEPERAWATAN/DESEMBER_2014/ARTIKEL_I_Made_Sukarja_et_al.pdf).
- Tsunetsugu, Y., Park, B. J. & Miyazaki, Y. (2010). Trends in Research Related to "shinrin-yoku" (Taking in The Forest Atmosphere or Forest Bathing) in Japan', *Environmental Health and Preventive Medicine*, 15(1), pp. 27–37.
- Zuama, S. N. (2009). Kemampuan Mengelola Stres Akademik Pada Mahasiswa, pp. 78–87.

LICHEN (LUMUT KERAK) PADA POHON PALEM *Wodyetia bifurcata* DI KAWASAN
CIBINONG SCIENCE CENTER-BOTANICAL GARDEN

Fandri Sofiana Fastanti*¹, Florentina Indah Windadri²

^{1,2}Herbarium Bogoriense, Pusat Penelitian Bidang Biologi, Bidang Botani
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong Science Center
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km.46 Cibinong 16911
e-mail: *fsfastanti@gmail.com

Abstrak. Lumut kerak (Lichen) merupakan organisme yang terdiri dari jamur dan alga yang berasosiasi dan berperan sebagai bioindikator lingkungan. Lumut kerak banyak dijumpai tumbuh menempel pada pohon palem. *Woodyetia bifurcata* adalah salah satu jenis palem yang sering ditanam sebagai tanaman hias sekaligus pohon peneduh. Jenis ini telah ditanam di kawasan Cibinong Science Center-Botanical Garden sejak tahun 2007. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi jenis-jenis lumut kerak yang tumbuh di pohon palem *Woodyetia bifurcata* di kawasan Cibinong Science Center-Botanical Garden. Spesimen lumut kerak yang tumbuh menempel di permukaan batang *Woodyetia bifurcata* hingga ketinggian 2 meter di atas permukaan tanah diamati, diidentifikasi dan didokumentasikan. Sebanyak 10 marga ditemukan pada penelitian ini yaitu *Bacidia*, *Buellia*, *Chrysotrix*, *Diorygma*, *Dirinaria*, *Glyphis*, *Graphis*, *Lecanora*, *Ocellularia*, dan *Phaeographis*. Jenis-jenis yang dijumpai pada *Woodyetia bifurcata* berjumlah 17 jenis dengan jenis yang paling banyak dijumpai berasal dari kelompok *Graphidaceae*.

Kata Kunci: Cibinong, keanekaragaman, lichen, palem, *Woodyetia bifurcata*,

PENDAHULUAN

Lumut kerak (Lichen) merupakan organisme yang terbentuk dari asosiasi antara jamur (*mycobiont*) dan alga (*photobiont*). Lumut kerak seringkali dijadikan sebagai bioindikator untuk kualitas udara. Di daerah tropis, lumut kerak merupakan organisme yang banyak ditemukan mulai dari daratan rendah hingga dataran tinggi. Lumut kerak dapat tumbuh di berbagai substrat, mulai dari bebatuan, ranting, daun, dan batang pohon.

Lumut kerak diketahui banyak ditemukan tumbuh menempel pada pohon palem. Arvidsson (1991) melaporkan bahwa pada tahun 1979 palem endemik yang ditanam di Kebun Raya Pamplémousses, *Hyophorbe lagenicaulis* banyak ditutupi oleh lumut kerak. Selain *Hyophorbe lagenicaulis*, jenis palem yang banyak ditanam sebagai tanaman peneduh sekaligus tanaman hias adalah *Wodyetia bifurcata*. Di Indonesia, Jenis ini seringkali dijadikan sebagai tanaman hias di tepi jalan ataupun di pekarangan rumah maupun perkantoran.

Cibinong Science Center-Botanical Garden (CSC-BG) adalah salah satu kawasan perkantoran LIPI yang terletak di kota industri Cibinong. Kawasan ini telah ada sejak tahun 2007 dan berfungsi sebagai kawasan penelitian, pendidikan dan wisata. Jenis-jenis lumut kerak yang tumbuh di palem *Wodyetia bifurcata* dan berasal dari kawasan ini belum pernah dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap jenis-jenis lumut kerak yang dijumpai pada batang pohon *Wodyetia bifurcata* yang tumbuh di CSC-BG dan memberikan data keanekaragaman hayati khususnya Cryptogam untuk pengelolaan CSC-BG nantinya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksplorasi yaitu dengan mengamati langsung seluruh lumut kerak yang tumbuh di permukaan batang *Wodyetia bifurcata* di kawasan Cibinong Science Center-Botanical Garden (CSC-BG). Kegiatan penelitian dilakukan pada bulan Januari-Februari 2019. Lumut kerak yang dijumpai pada pohon palem diamati mulai dari pangkal batang pohon hingga ketinggian sekitar 2 meter. Lumut kerak diamati menggunakan Nikon Loupe 10x dan didokumentasikan menggunakan kamera ASUS Zenfone Selfie Z00UD. Identifikasi lumut kerak

dilakukan dengan mengamati morfologi dan uji spot tes (K), selanjutnya sampel dikoleksi dan dimasukkan ke dalam amplop. Jenis-jenis lumut kerak yang diamati diidentifikasi menggunakan beberapa literatur yaitu Nimis et al. (2017) dan Lücking et al. (2009). Jenis-jenis yang telah teridentifikasi divalidasi di situs www.indexfungorum.org kemudian disimpan di Herbarium Bogoriense (BO). Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan gambar serta dijelaskan secara deskriptif.

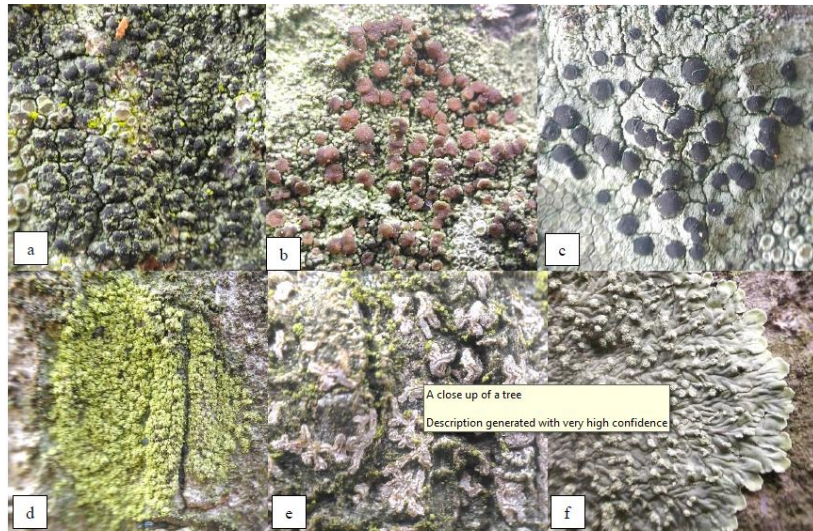
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data hasil eksplorasi lumut kerak pada palem *Wodyetia bifurcata* yang ada di CSC-BG, ditemukan sebanyak 17 jenis lumut kerak yang termasuk ke dalam 10 marga dan 5 suku (Tabel 1). Jenis-jenis lumut kerak yang dijumpai merupakan lumut kerak yang tergolong *corticolous* (tumbuh menempel pada batang). Jenis-jenis tersebut berasal dari marga *Bacidia*, *Buellia*, *Chrysothrix*, *Diorygma*, *Dirinaria* (Gambar 1), *Glyphis*, *Graphis* (Gambar 2), *Lecanora*, *Phaeographis*, dan *Ocellularia* (Gambar 3). Jenis yang paling banyak dijumpai pada tiap pohon pengamatan berasal dari suku Graphidaceae.

Tabel 1. Jenis-jenis lumut kerak yang ditemukan pada permukaan batang *Wodyetia bifurcata*

No.	Nama Jenis	Suku	Tipe Talus
1.	<i>Bacidia</i> sp1	Ramalinaceae	Crustose
2.	<i>Bacidia</i> sp2	Ramalinaceae	Crustose
3.	<i>Buellia</i> sp	Caliciaceae	Crustose
4.	<i>Chrysothrix</i> sp	Chrysotrichaceae	Leprose
5.	<i>Diorygma</i> sp	Graphidaceae	Crustose
6.	<i>Dirinaria</i> sp	Caliciaceae	Squamulose
7.	<i>Glyphis</i> sp1	Graphidaceae	Crustose
8.	<i>Glyphis</i> sp2	Graphidaceae	Crustose
9.	<i>Graphis consaguinea</i>	Graphidaceae	Crustose
10.	<i>Graphis lineola</i>	Graphidaceae	Crustose
11.	<i>Graphis</i> sp1	Graphidaceae	Crustose
12.	<i>Graphis</i> sp2	Graphidaceae	Crustose
13.	<i>Lecanora</i> sp1	Lecanoraceae	Crustose
14.	<i>Lecanora</i> sp2	Lecanoraceae	Crustose
15.	<i>Parmotrema</i> sp	Parmeliaceae	Foliose
16.	<i>Phaeographis</i> sp	Graphidaceae	Crustose
17.	<i>Ocellularia</i> sp	Graphidaceae	Crustose

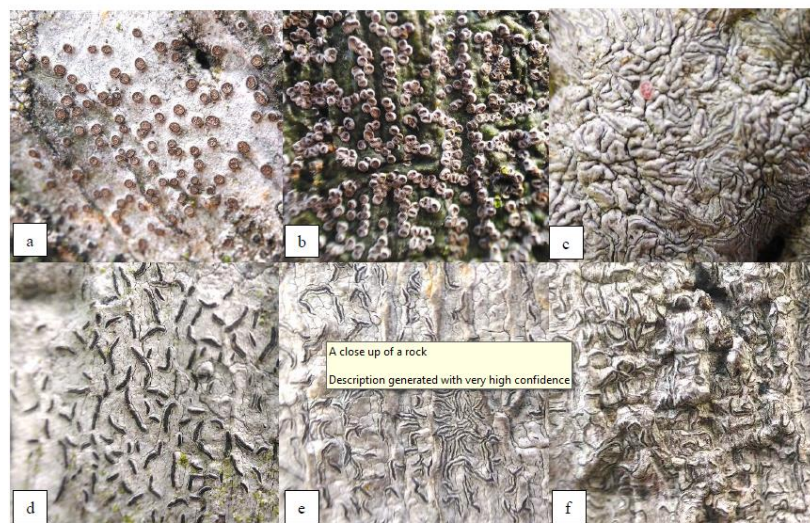
Graphidaceae merupakan kelompok lumut kerak yang diketahui sebagai jenis paling banyak ditemukan di daerah tropis, khususnya Asia Tenggara (Hale 1974, Lücking 2014). Suku ini biasanya dicirikan dengan talus yang bertipe crustose, berwarna putih keabu-abuan, memiliki apotesia *lirelliform* atau bergaris-garis (Hale 1974). Suku ini ditemukan tumbuh pada pepohonan dan mudah ditemukan pada ketinggian yang lebih rendah (Hardini et al. 2018). Tidak semua anggota suku Graphidaceae memiliki apotesia *lirelliform*, marga *Glyphis* dan *Ocellularia* pada penelitian ini memiliki tipe apotesia yang membundar.



Gambar 1. a. *Bacidia* sp1, b. *Bacidia* sp2, c. *Buellia* sp, d. *Chrysotrix* sp, e. *Dyorigma* sp, f. *Dirinaria* sp

Hampir seluruh jenis lumut kerak yang dijumpai pada *W. bifurcata* memiliki tipe talus crustose (mengerak). Lumut kerak yang bertipe talus seperti ini diketahui memiliki kemampuan untuk tumbuh lebih lambat dibandingkan lumut kerak dengan tipe talus lainnya (fruticose, foliose, squamulose, leprose). Lumut kerak yang memiliki tipe talus crustose biasanya sangat sulit dilepaskan dari substratnya. Lumut kerak dengan tipe talus crustose diketahui dapat mengakumulasi logam selain *foliose* dan *squamulose* (Kuldeep dan Prodyut 2015). Tipe pertumbuhan lumut kerak lainnya yang ditemukan pada *W. bifurcata* adalah leprose (*Chrysotrix* sp), squamulose (*Dirinaria* sp) dan foliose (*Parmotrema* sp).

Lumut kerak banyak tumbuh pada pohon palem disebabkan permukaan batang yang berserat dan agak berongga sehingga dapat menyerap air dan nutrisi yang disediakan oleh lingkungan. Batang yang tidak bercabang menyediakan sinar matahari yang cukup bagi alga (*photobiont*) untuk memproduksi makanan bagi jamur (*mycobiont*) karena terpapar oleh sinar matahari. Lumut kerak memiliki hifa yang dapat menembus jaringan hidup pada pohon sehingga lumut kerak dapat tumbuh pada permukaan batang pohon



Gambar 2. a. *Glyphis* sp1, b. *Glyphis* sp2, c. *Graphis consaguinea*, d. *Graphis lineola*, e. *Graphis* sp1, f. *Graphis* sp2

Pertumbuhan lumut kerak sangat dipengaruhi oleh substratnya. Hal ini dikarenakan substrat lumut kerak berfungsi sebagai penyedia tempat selama hidupnya. Apabila terjadi alih fungsi lahan atau

kerusakan lingkungan yang menyebabkan hilangnya suatu jenis pohon, maka jenis lumut kerak tertentu juga akan ikut hilang. Meski demikian, Lumut kerak bersifat resisten terhadap kekeringan sehingga mampu untuk tumbuh lebih lama. Hal ini dikarenakan struktur talusnya memiliki dinding gelatin yang sangat tebal. Namun, pada saat musim hujan datang, talus akan kembali lembap dan menyerap air lebih banyak dibandingkan massa tubuhnya (Hale 1961).



Gambar 3. a. *Lecanora* sp1, b. *Lecanora* sp2, c. *Phaeographis*, d. *Parmotrema* sp, e. *Ocellularia* sp

Beberapa jenis lumut kerak yang tumbuh pada *W. bifurcata* berpotensi untuk dijadikan sebagai bioindikator lingkungan, misalnya pada marga *Bacidia*, *Chrysotrix* dan *Parmotrema*. Keetiga marga tersebut termasuk lumut kerak *corticulous* pada *Weinmannia microphylla* yang dijadikan indikator sulfur alami (Díaz Escandón et al. 2016). *Lecanora* dijumpai di seluruh pohon *W. bifurcata* dengan jumlah yang banyak dan hampir menutupi seluruh permukaan batang pohon palem tersebut. *Lecanora* dapat dijadikan bioindikator lingkungan, namun kurang cocok digunakan untuk mendeteksi sulfur karena memiliki tingkat sensitifitas yang rendah terhadap sulfur (Díaz Escandón et al. 2016).

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman lumut kerak pada palem *W. bifurcata* yang terdapat di CSC-BG sebanyak 17 jenis dan tergolong ke dalam 10 marga. Jenis yang paling banyak ditemukan berasal dari suku Graphidaceae. Perlu dilakukan analisis secara kimiawi pada lumut kerak di CSC-BG dan kawasan lainnya untuk memantau kualitas lingkungan di kawasan industry Cibinong.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Eka F. Tihurua atas diskusi yang mencerahkan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arvidsson, L. (1991). *On the Importance of Botanical Gardens for Lichens in The Asia Tropics*. dalam D.J. Galloway. *Tropical Lichens: Theis Systematics, Conservation, and Ecology*. New York. Oxford University Press.
- Díaz Escandón, D., Medina, E. S., Lücking, R., Sopkin, P. A. S. (2016). Corticolous lichens as environmental indicators of natural sulphur emissions near the sulphur mine El Vinagre (Cauca, Colombia). *The Lichenologist* 48 (2): 147-159.
- Hale, M. E. (1961). *Lichen Handbook, A Guide to the Lichens of Eastern North America*. Washington, DC. Smithsonian Institution.
- Hale. M. E. (1974). *The Biology of Lichens*. London. Edward Arnold Publisher.

- Hardini, J., Kasiamdari, R.S, Santosa, Purnomo. (2018). Short Communication: New records of Graphis (Graphidaceae, Ascomycota) in Bali Island, Indonesia. *Biodiversitas* 19 (1): 112-118.
- Kuldeep, S., Prodyut, B. (2015). Lichen as a Bio-Indicator Tool for Assessment of Climate and Air Pollution Vulnerability: Review. *International Research Journal of Environment Science* 4 (12): 107-117.
- Lücking, R, Archer, A. W., Aptroot, A. (2009). A World-Wide Key to The Genus Graphis (Ostropales: Graphidaceae). *The Lichenologist* 41 (4): 363-452.
- Lücking, R, Johnston, M. K., Aptroot, A., Kraichaki, E., Lendemmer, J. C., Boonpragob, K., Cáceres, M. E. S., Ertz, D., Ferraro, L. I., Jia, Z. F., Kalb, K., Mangold, A., Manoch, L., Mercado-Diaz, J. A., Moncada, B., Mongkolsuk, P., Papong, K. B., Parmen, S., Peláez, R. N., Poengsungnoen, V., Platai, E. R., Saipunkaew, W., Sipman, H. J. M., Sutjaritturakan, J., Broeck, D. V. D., Konrat, M. V., Weerakoon, G., Lumbsch, H. T. (2014). One Hunfre and Seventy-Five New Species of Graphidaceae: Closing The Gap or A Drop In The Bucket?. *Phytotaxa* 189 (1): 007-038.
- Nimis, P. L., Aptroot, A., Boonpragob, K., Buaruang, K., Poengsungnoen, V., Polyiam, W., Vongshewarat, K., Meesim, S., Boonpeng, C., Phokaeo, S., Molsil, M., Nirongbutr, P., Ek Sangvichien, Moro, A., Pittao, E., Martellos, S. (2017). *100 Lichen from Thailand: a tutorial for students. EUT-Edizioni Università di Trieste*. <https://eut.units.it>

DINAMIKA KOLEKSI *Ficus* spp. (Subgenus: *Urostigma*) DI KEBUN RAYA BOGOR

Peniwidiyanti*¹, Muhammad Rifqi Hariri²

^{1,2}Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI;

Jln. Ir. H. Juanda No. 13 Bogor. (0251) 8318976

e-mail: *¹peniwidiyanti.krb@gmail.com, ²muhammadrifqihariri@gmail.com

Abstrak. *Ficus* spp. (Moraceae) banyak dijumpai pada kawasan tropis dan subtropis. Jenis-jenis ini memiliki habitus yang bervariasi dan menjadi sumber daya kunci (keystone resources species) di alam. Sebanyak 87 jenis *Ficus* spp. telah dikonservasi secara *ex situ* di Kebun Raya Bogor pada periode 1914-2019. Meski demikian, dinamika koleksi *Ficus* spp. belum terhimpun dengan baik dan spesifik. Kajian ini bertujuan untuk menyusun informasi dasar *Ficus* spp. dari subgenus *Urostigma* agar menjadi bahan acuan eksplorasi selanjutnya dalam mengkoleksi jenis ini di Indonesia. Metode yang digunakan yaitu menghimpun informasi dari buku katalog dan database registrasi koleksi Kebun Raya Bogor. Sebanyak 170 nomor koleksi dari 36 jenis *Ficus* spp. (subgenus *Urostigma*) telah tercatat sebagai koleksi hidup di Kebun Raya Bogor. Namun, pengamatan pada tahun 2019 menunjukkan sebanyak 36 nomor koleksi hidup dari 14 jenis *Ficus* spp. yang dapat diamati. Perubahan nama jenis dan koleksi yang telah mati pada *Ficus* spp. menjadi faktor penting dalam dinamika koleksi dari tahun ke tahun di Kebun Raya Bogor.

Kata Kunci: Dinamika koleksi, *Ficus*, Kebun Raya Bogor, Konservasi, Subgenus *Urostigma*.

PENDAHULUAN

Ficus spp. (Moraceae) merupakan salah satu jenis sumber daya kunci (keystone resources) yang banyak dijumpai di kawasan tropis dan subtropis. Sebanyak 735 jenis kerabat beringin dijumpai di dunia dan sekitar 36% (270 jenis) merupakan jenis *Ficus* dari subgenus *Urostigma* (Berg & Corner 2005, Chantarasuwan et al., 2013). Sebanyak 68 dari 334 jenis *Ficus* spp. (Subg *Urostigma*) dapat dijumpai di Indoensia (Berg & Corner, 2005). Ciri khas yang dimiliki oleh Subgenus *Urostigma* dibandingkan dengan Subgenus *Pharmacosycea*, Subgenus *Sycomorus* dan Subgenus *Ficus*, yaitu kemampuan untuk membentuk akar nafas/udara (*aerial roots*) dan terkadang memiliki habitus sebagai hemiepifit (Berg, 1989; Berg, 2003). Habitus yang beragam, daya adaptasi yang tinggi, dan kemampuan berbuah *Ficus* spp. (Subg *Urostigma*) sepanjang tahun menjadi potensi penting jenis ini untuk dikonservasi secara *in situ* maupun *ex situ*.

Kebun Raya Bogor sebagai lembaga konservasi *ex situ* memiliki peran sebagai wadah konservasi tumbuhan tropis. Koleksi tumbuhan di Kebun Raya umumnya ditata berdasarkan klasifikasi taksonomi dan terdokumentasi dengan baik (PP No. 93 Tahun 2011). Buku katalog merupakan salah satu kompilasi dokumentasi tanaman koleksi Kebun Raya yang sudah ada sejak tahun 1823, hanya saja pencatatan dan penelusuran jenis serta nomor koleksi dengan baik dimulai sejak 1914 dan diterbitkan secara berkala hingga tahun 2010. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini diantaranya 1) menghimpun informasi dasar koleksi *Ficus* spp. dari Subgenus *Urostigma* di Kebun Raya Bogor; dan 2) menjadi bahan acuan dalam kegiatan eksplorasi selanjutnya dalam mengkoleksi jenis *Ficus* spp. (Subg *Urostigma*) di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Metode yang dilakukan berupa pengecekan buku-buku katalog tanaman koleksi dan mengumpulkan data koleksi jenis *Ficus* spp. pada Unit Database dan Registrasi Koleksi Kebun Raya Bogor. Selain itu, studi lapangan pun dilakukan untuk mengamati secara langsung tanaman koleksi jenis *Ficus* spp. (Subg *Urostigma*) yang masih ada hingga kini. Proses penyesuaian nama ilmiah tanaman koleksi dilakukan dengan mencocokkan pada laman *The Plantlist* (www.theplantlist.org).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koleksi *Ficus* spp. (Subgenus *Urostigma*)

Ficus spp. (Subg *Urostigma*) terdiri atas 4 seksi yaitu seksi *Urostigma*, seksi *Americana*, seksi *Galoglychia*, dan seksi *Stilpnophyllum*. Seksi yang umum dijumpai pada kawasan Asia hingga Australia adalah seksi *Urostigma* dan seksi *Stilpnophyllum*. Meskipun demikian, Kebun Raya Bogor yang merupakan kawasan konservasi *ex situ* memiliki koleksi jenis dari seksi lainnya melalui proses pertukaran tanaman dengan berbagai lembaga di luar negeri.

Berdasarkan kajian pada 10 buku katalog koleksi dan 2 data seri tahun koleksi tanaman, telah tercatat sebanyak 36 jenis *Ficus* spp. (Subg *Urostigma*) dari 170 nomor koleksi sejak tahun 1914-2019. Jenis yang paling banyak dijumpai berasal dari seksi *Urostigma* (26 jenis), seksi *Galoglychis* (6 jenis), seksi *Stilpnophyllum* (3 jenis) dan seksi *Americana* (1 jenis) secara berurutan sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Jenis *Ficus* spp. dari seksi *Galoglychis* dan seksi *Americana* yang berada di Kebun Raya Bogor merupakan jenis tanaman koleksi yang berasal dari Afrika dan Amerika. Koleksinya sebanyak 8 (delapan) jenis diantaranya *F. ardisioides*, *F. dryepondtiana*, dan *F. lutea* yang berasal dari Republik Demokratik Kongo, *Ficus rubra* berasal dari Mauritius dan *Ficus lyrata* (Afrika). Selanjutnya, *Ficus laurifolia* yang berasal dari Amerika, *Ficus pertusa* yang berasal dari Meksiko, dan *Ficus lacor* yang berasal dari Australia. Meski demikian, beberapa jenis tanaman koleksi ini ada yang mampu hidup dengan baik hingga kini (tahun 2019) seperti *F. ardisioides* (Vak. VII.G.164), *F. lutea* (Vak. VII.G.120; VII.G.140; VII.G.140a; VIII.A.13) dan *F. lyrata* (Vak. VII.G.157a). Sedangkan, jenis lainnya tidak dapat hidup lama di Kebun Raya Bogor berdasarkan penelusuran pada rekaman katalog koleksi yang telah dilakukan.

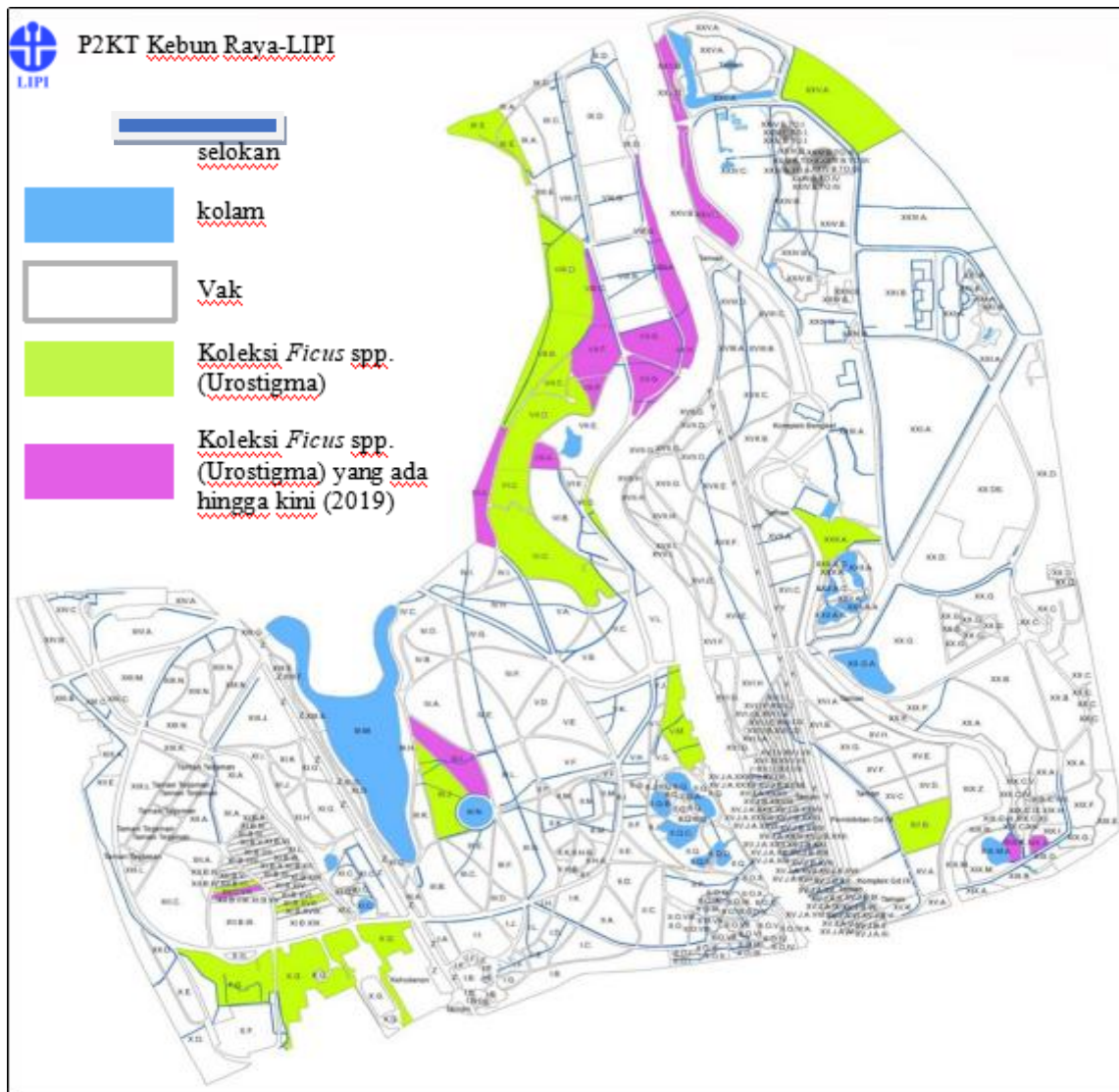
Koleksi *Ficus* spp. (Subg *Urostigma*) dapat dijumpai di beberapa petak kebun/vak. Pada tahun 2019, koleksi ini hanya dapat dijumpai pada 12 vak (Gambar 1). Persebaran jenis ini mengalami penurunan dibandingkan pada tahun-tahun sebelumnya, sehingga perlu adanya upaya pengkayaan jenis *Ficus* spp. (Subg *Urostigma*) yang berasal dari hasil eksplorasi maupun sumbangan.

Tabel 1. Daftar jenis tanaman koleksi *Ficus* spp. (Subg Urostigma) di Kebun Raya Bogor (1914-2019)

No.	Nama Jenis	Seksi	Jumlah No. Koleksi	1914	1916	1930	1957	1973	1978	1985	1991	2001	2010	2017	2019
1	<i>Ficus acamptophylla</i>	Urostigma	2		.										
2	<i>Ficus altissima</i>	Urostigma	5		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	<i>Ficus annulata</i>	Urostigma	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	<i>Ficus ardisioides*</i>	Galoglychia	3			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	<i>Ficus benghalensis</i>	Urostigma	10	.	.	.	.				
6	<i>Ficus benjamina</i>	Urostigma	10		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	<i>Ficus benjamina var crassinervis**</i>	Urostigma	2		.	.	.								
8	<i>Ficus binnendijkii</i>	Urostigma	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	<i>Ficus callophylla</i>	Urostigma	1		.										
10	<i>Ficus consociata</i>	Urostigma	5	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	<i>Ficus crassiramea</i>	Urostigma	2	.	.	.	.				
12	<i>Ficus crassiramea subsp. stupenda</i>	Urostigma	1	.	.	.	.	.	.	.
13	<i>Ficus drupacea</i>	Urostigma	7		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	<i>Ficus dryepondtiana*</i>	Galoglychia	1		.										
15	<i>Ficus elastica</i>	Stilpnophyllum	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	<i>Ficus elastica fol. variegata**</i>	Stilpnophyllum	1			.									
17	<i>Ficus elastica var**</i>	Stilpnophyllum	2		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	<i>Ficus lacor*</i>	Urostigma	3		.	.	.								
19	<i>Ficus laurifolia*</i>	Galoglychia	3	.	.	.									
20	<i>Ficus lutea*</i>	Galoglychia	12		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	<i>Ficus lyrata*</i>	Galoglychia	3					.	.	.	.	.	.	.	.
22	<i>Ficus microcarpa</i>	Urostigma	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

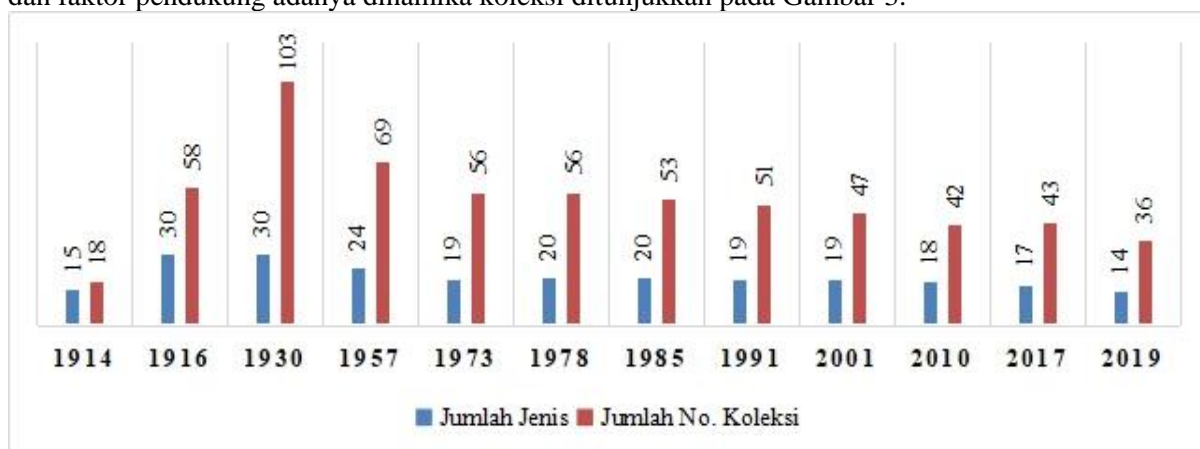
23	<i>Ficus pertusa</i> *	Americana	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	<i>Ficus religiosa</i>	Urostigma	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
25	<i>Ficus retusa</i>	Urostigma	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
26	<i>Ficus rubra</i> *	Galoglychia	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
27	<i>Ficus rumphii</i>	Urostigma	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
28	<i>Ficus saxophila</i>	Urostigma	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
29	<i>Ficus subcordata</i>	Urostigma	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
30	<i>Ficus sumatrana</i>	Urostigma	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
31	<i>Ficus sundaica</i>	Urostigma	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
32	<i>Ficus superba</i>	Urostigma	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
33	<i>Ficus superba var. henneana</i>	Urostigma	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
34	<i>Ficus virens</i>	Urostigma	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
35	<i>Ficus virens var. lambertiana</i> **	Urostigma	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
36	<i>Ficus xylophylla</i>	Urostigma	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Sumber: *) jenis yang berasal dari Luar Negeri; **) identifikasi jenis belum tepat; Boldingh (1914), Boldingh (1916), Dakkus (1930), Setyodiwiryo (1957), Sastrapradja (1973), Danimihardja & Notodihardjo (1978), Danimihardja & Notodihardjo (1985), Roemantyo et al. (1991), Astuti et al. (2001), Sari et al. (2010), Unit Database dan Registrasi Kebun Raya Bogor (2017-2019).



Dinamika Koleksi *Ficus* spp. (Subgenus *Urostigma*)

Dinamika koleksi *Ficus* spp. (Subg *Urostigma*) dari masa ke masa ditunjukkan pada Gambar 2 dan faktor pendukung adanya dinamika koleksi ditunjukkan pada Gambar 3.

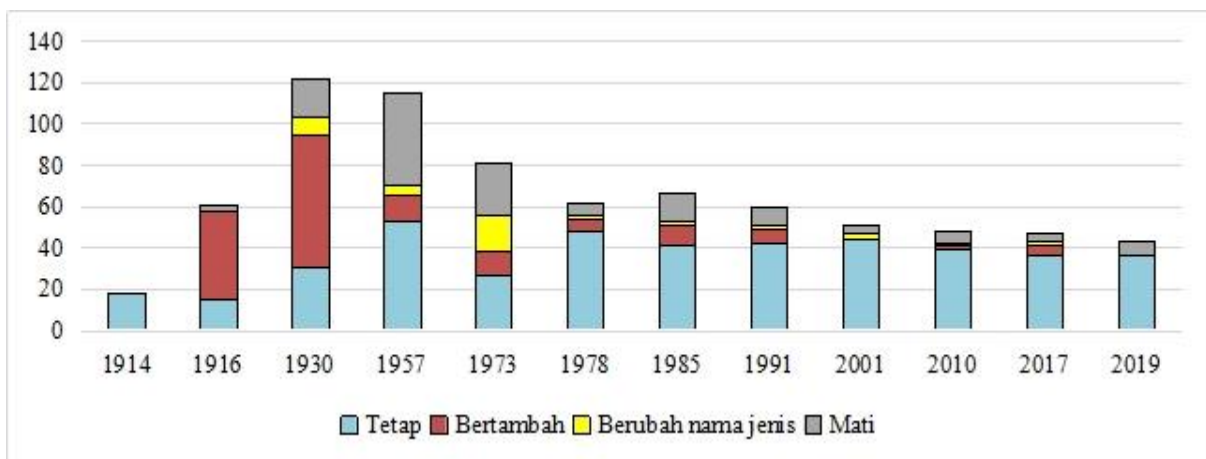


Gambar 2. Koleksi *Ficus* spp. (Subg *Urostigma*) dari 1914-2019

Pengelolaan koleksi jenis tanaman di Kebun Raya Bogor umumnya memiliki duplikasi, baik duplikasi jenis dari pohon induk yang sama maupun duplikasi jenis dari asal koleksi yang berbeda. Hal

ini dapat terlihat pada Gambar 2. dimana jumlah nomor koleksi umumnya 1-3 kali lebih banyak dibandingkan dengan jumlah jenis terkoleksi. Pada tahun 1914, jenis tanaman koleksi umumnya memiliki satu nomor saja, kecuali jenis *Ficus annulata* (vak VIII.C.1 asal Pulau Bangka dan vak VII.F.12a asal Pulau Sumatera), *Ficus sumatrana* (asal Pulau Jawa di vak VII.C.23 dan vak VII.D.6), dan *Ficus superba* (asal Pulau Jawa di vak VIII.A.1 dan vak VI.F.13). Sebanyak 13 jenis koleksi lainnya hanya memiliki 1 nomor koleksi saja di tahun 1914. Selanjutnya, pada tahun-tahun berikutnya, jumlah jenis yang terkoleksi mengalami peningkatan jenis dalam catatan buku katalog periode 1916-1930 dan secara bertahap menurun hingga tahun 2019.

Peningkatan jumlah jenis terkoleksi pada periode 1916-1930 disebabkan adanya penambahan jenis hasil eksplorasi maupun pertukaran benih/bibit dengan negara lain. Asal tanaman koleksi pun semakin beragam yang ditandai dengan banyaknya nomor koleksi yang berasal dari Kalimantan, Sulawesi, Irian Jaya hingga Asia Selatan (India dan Srilangka). Selanjutnya, faktor dinamika lainnya (Gambar 3) disebabkan karena adanya kematian koleksi tanaman *Ficus* spp. (Subg Urostigma) yang cukup tinggi pada periode 1930-1973. Penurunan tertinggi terjadi pada catatan katalog tahun 1957, dimana sebanyak 45 nomor koleksi dari 14 jenis mengalami kematian. Beberapa jenis *Ficus* spp. (Subg Urostigma) yang mati pada periode tersebut hingga kini tidak memiliki duplikasi diantaranya *Ficus benghalensis*, *Ficus crassiramea*, *Ficus laurifolia* (Amerika), *Ficus rubra* (Mauritius), *Ficus saxophila* (Jawa), *Ficus sumatrana* (Jawa), dan *Ficus sundaica* (Sumatera).

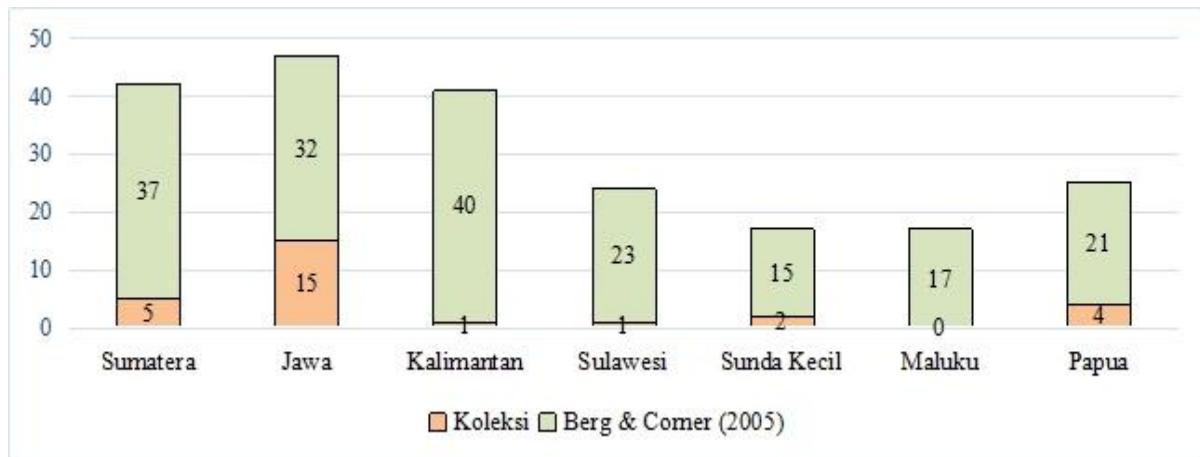


Gambar 3. Dinamika koleksi *Ficus* spp. (Subg Urostigma) dari 1914-2019

Meskipun dinamika koleksi *Ficus* spp. (Subg Urostigma) mengalami penurunan secara bertahap tetapi ada 3 jenis koleksi yang mampu bertahan selama lebih dari 105 tahun (1914-2019) yaitu *Ficus elastica* (III.I.1) dari Assam, India, *Ficus microcarpa* (VII.G.75) dari Asia dan *Ficus superba* (VIII.A.1) dari Jawa. Ketiga jenis ini memiliki persebaran jenis yang cukup luas pada kawasan tropik hingga subtropik (Chantarasuwan et al., 2016; Hamada & Hanya 2016; Riefner 2016).

Penambahan jenis koleksi di Kebun Raya Bogor tidak hanya yang berasal dari kegiatan eksplorasi, sumbangan, dan pertukaran benih/biji, tetapi juga dapat berasal dari koleksi spontan yang tumbuh secara alami di Kebun Raya. Adapun jenis *Ficus* spp. (Subg Urostigma) yang merupakan koleksi spontan yaitu *Ficus benjamina* (XXII.A.6) yang tercatat pada 6 Juli 1955, *Ficus drupacea* (XII.B.VII.161) yang tercatat pada 13 April 1986 dan *Ficus microcarpa* (VII.G.141) yang tercatat pada 16 Agustus 1959. Koleksi spontan ini sangat mungkin terjadi di sekitar Kebun Raya Bogor karena adanya koleksi jenis-jenis tersebut sebagai induknya dan adanya satwa (burung) yang membantu proses pemencaran buah cawan *Ficus* spp. ini.

Upaya konservasi yang dapat dilakukan untuk pengkayaan jenis koleksi *Ficus* spp. (Subg Urostigma) di Kebun Raya Bogor yaitu dengan kegiatan eksplorasi dan pertukaran benih/biji. Hingga saat ini, jumlah koleksi jenis *Ficus* spp. sebanyak 23 jenis dari 68 jenis *Ficus* spp. (Subg Urostigma) yang dijumpai di Indonesia (Gambar 4). Asal koleksi terbanyak dari Pulau Jawa (15 jenis koleksi), sedangkan asal koleksi dari Maluku, hingga kini belum pernah tercatat.



Gambar 4. Lokasi Asal Koleksi *Ficus* spp. (Subgenus Urostigma) di Kebun Raya Bogor

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ratna Sutiastuti atas bantuan yang telah diberikan selama penyusunan makalah ini.

PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Konsep ide dan rancangan sebagian besar artikel dilakukan oleh Peniwidiyanti. Pengambilan dan interpretasi data serta penulisan artikel dilakukan oleh semua penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, I. P., Soewilo, L. P., Said, T. D. & Kosasih, R. N. A. (2001). An Alphabetical List of Plants Species Cultivated in the Bogor Botanical Garden. Bogor: CV. Riza Graha Jaya.
- Berg, C.C. (1989). Reviews: Classification and Distribution of *Ficus*. *Experientia* 45: 605-611.
- Berg, C.C. (2003). Flora Malesiana Precursor for the Treatment of Moraceae 1: The Main Subdivision of *Ficus*: The Subgenera. *Blumea* 48: 167-178.
- Berg, C. & Corner, E. J. H. (2005). Flora Malesiana Volume 17 Part 2. Netherland: University of Leiden Branch. National Herbarium Netherland.
- Boldingh, I. (1914). Catalogus herbarii plantarum in Horto Bogoriensi culturarum. Bataviae: Typis G. Kolff & Co.
- Boldingh, I. (1916). Lijst der plante gekweekt in 'slands plantentuin te Buitenzorg samhengesteld door. Bataviae: Landsdrukkerij.
- Chantarasuwan, B., Berg, C. C., & van Welzen, P. C. (2013). A Revision of *Ficus* Subsection Urostigma (Moraceae). *Systematic Botany* 38(3): 653-686.
- Chantarasuwan, B., Thongsrikem S., Pinyo P, Kanithajata P., & Kjellberg F. (2016). A Natural Population of *Ficus elastica* Roxb. ex Hornem., in Thailand. *The Thailand Natural History Museum Journal* 10(1): 7-14.
- Dakkus, P. M. W. (1930). Bulletin Jardin Botanique Buitenzorg Supplement. Buitenzorg: Archipel Drukkerij.
- Danimihardja, S. & Notodihardjo, D. (1978). An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in the Hortus Botanicus Bogoriensis. Bogor: Archipel.
- Danimihardja, S. & Notodihardjo, D. (1985). An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in the Hortus Botanicus Bogoriens.
- Hamada A & Hanya G. (2016). Frugivore assemblage of *Ficus superba* in a warm-temperate forest in Yakushima, Japan. *The Ecological Society of Japan* 31: 903-911.
- Riefner Jr. R. E. (2016). *Ficus microcarpa* (Moraceae) naturalized in Southern California, U.S.A.: Linking plant, pollinator and suitable microhabitats to document the invasion process. *Phytologia* 98 (1): 42-75.

- Roemantyo, Soewilo, L. P., Munawaroh, E., Astuti, I. P., Widyatmoko, D., & Said, T.D. (1991). An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in The Bogor Botanic Garden. Bogor: Indonesian Botanic Garden.
- Sastrapradja, D. S. (1973). An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in the Hortus Botanicus Bogoriensis. Bogor: Archipel.
- Setyodiwiryo, K. (1957). An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in the Hortus Botanicus Bogoriensis. Bogor: Archipel.
- Sari, R., Ruspandi, & Ariati, S. R. (2010). An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in the Bogor Botanic Gardens. Bogor: Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya-LIPI.

STRUKTUR KOMUNITAS IKAN KARANG DI CAGAR ALAM PANANJUNG PANGANDARAN, JAWA BARAT

Tatang Suharmana Erawan¹, Mohamad Saeful Hidayat²

^{1,2}Departemen Biologi Fakultas MIPA Universitas Padjadjaran;
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor, 45363, Tlp. 022 7796412 Fax. 022 7796412
e-mail: ¹tatang.suharmana@unpad.ac.id, ²msaeful388@gmail.com

Abstrak. Keanekaragaman jenis dan kelimpahan ikan karang merupakan salah satu petunjuk tentang kesehatan ekosistem terumbu karang. Penelitian struktur komunitas ikan karang di Cagar Alam Pananjung Pangandaran bertujuan untuk mengetahui komposisi jenis, kelimpahan, sebaran, indeks ekologi, dan biomassa ikan karang. Pengumpulan data dilakukan bulan Mei 2018 pada satu lokasi di pantai barat Cagar Alam Pananjung Pangandaran. Penelitian dilakukan menggunakan metode underwater visual census pada transek sabuk berukuran 100 m x 5 m yang diletakkan pada kedalaman 5 m sejajar garis pantai. Total individu ikan karang yang teramati sebanyak 119 individu, teridentifikasi 23 spesies yang mewakili 11 familia. Familia ikan karang yang terbanyak anggotanya adalah Chaetodontidae, terdiri dari enam spesies. *Acanthurus lineatus* merupakan spesies ikan karang yang memiliki kelimpahan tertinggi (KR 16.8%), jenis ikan karang yang penyebarannya paling luas (FR 12.9%), dan termasuk kategori kepadatan tinggi (D 0.04 ind/m²). Biomassa ikan karang yang ditemukan di pantai barat Cagar Alam Pananjung Pangandaran adalah 7.18 gram/ m². Keanekaan ikan karang termasuk kategori sedang dengan nilai sebesar 2.69. Indeks kerataan termasuk tinggi dengan nilai sebesar 0.86. Tidak ada spesies ikan karang yang mendominasi dilihat dari indeks dominansi yang rendah sebesar 0.09.

Kata kunci: struktur komunitas, ikan karang, Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Biomassa, indeks ekologi

Abstract. The diversity of species and abundance of reef fish is one indication of the health of coral reef ecosystems. Research on the community structure of reef fish in the Pananjung Pangandaran Nature Reserve aims to determine the composition of species, abundance, distribution, ecological index, and biomass of reef fish. Data collection was conducted in May 2018 at a location on the west coast of Pananjung Pangandaran Nature Reserve. The study was conducted using a census underwater visual method on belt transects measuring 100 m x 5 m which were placed at a depth of 5 m parallel to the coastline. The total number of individual reef fish observed was 119 individuals, 23 species representing 11 families were identified. The coral fish family, which has the most members, is Chaetodontidae, consisting of six species. *Acanthurus lineatus* is a species of reef fish that has the highest abundance (KR 16.8%), the most widespread species of reef fish (FR 12.9%), and belongs to the high density category (D 0.04 ind/m²). Coral fish biomass found on the west coast of Pananjung Pangandaran Nature Reserve is 7.18 gram/m². The diversity of reef fish is a medium category with a value of 2.69. The flatness index is high with a value of 0.86. No dominating reef fish species was seen from a low dominance index of 0.09.

Keywords: community structure, reef fish, Pananjung Pangandaran Nature Reserve, Biomass, ecological index

PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan ekosistem penunjang kehidupan di laut. Terumbu karang merupakan habitat bagi berbagai spesies ikan, invertebrata, dan hewan-hewan lainnya. Terumbu karang pun merupakan tumpuan hidup masyarakat pesisiran sumberdaya laut, berpotensi wisata, dan perlindungan kawasan pesisir. Nilai ekonomi dari pemanfaatan terumbu karang di dunia berkisar antara 29,8 miliar dolar (Cesar et al., 2003) hingga 375 miliar dolar per tahun (Obura dan Grimsditch, 2009). Di Indonesia, terumbu karang merupakan habitat bagi 2.057 spesies ikan karang dengan 97 spesies diantaranya merupakan spesies endemik (Allen & Adrim, 2003).

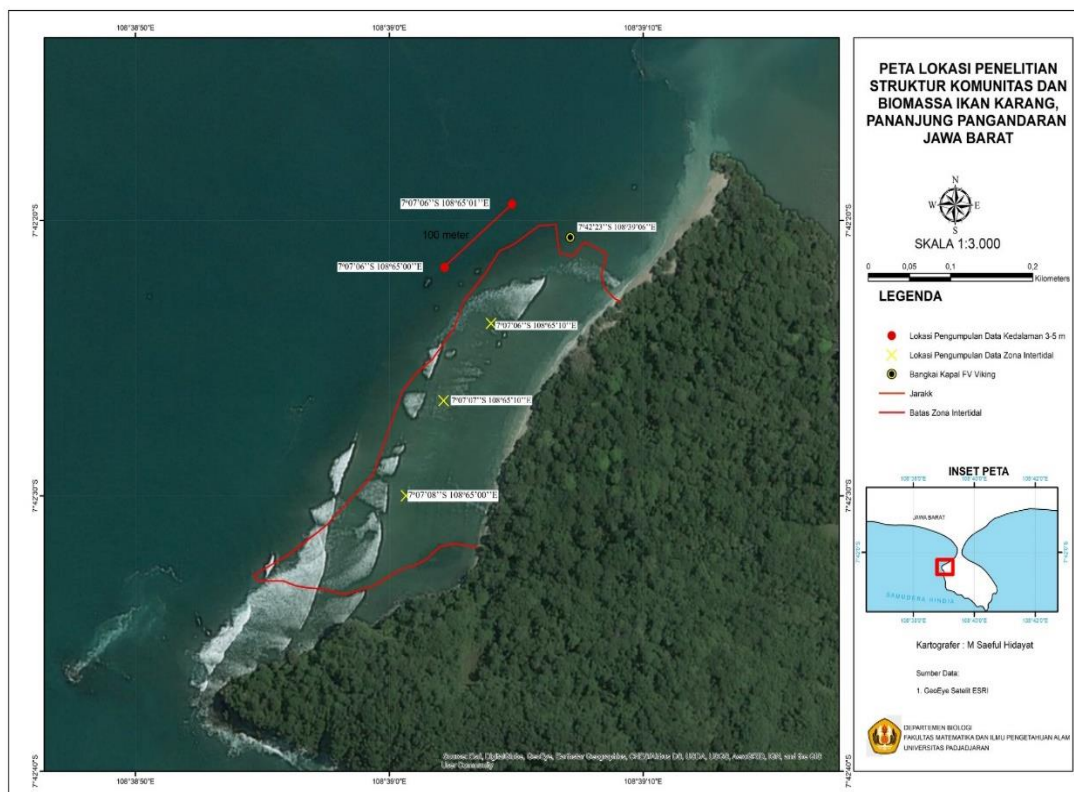
Ikan karang merupakan salah satu hewan paling dominan dalam ekosistem terumbu karang. Berbagai spesies ikan karang memanfaatkan terumbu karang untuk tempat pemijahan (*spawning ground*), tempat penyapihan (*nursery ground*), dan tempat mencari makan (*feeding ground*). Ikan karang menggunakan celah-celah karang sebagai tempat berlindung dari kuatnya arus air dan serangan predator (Hutomo, 1986 dalam Utami, 2009). Sebaliknya, kelangsungan hidup terumbu karang pun dipengaruhi oleh keberadaan ikan karang, terutama spesies-spesies ikan herbivora. Ikan herbivora dapat membatasi pertumbuhan alga sehingga meminimalisir kompetisi ruang dan nutrisi antara alga dengan terumbu karang (McClanahan dan Cinner, 2008 dalam Adam *et al.*, 2015). Keberadaan ikan karang dapat meningkatkan ketahanan terumbu karang terhadap tekanan lingkungan (Green dan Bellwood, 2009).

Pemanfaatan sumber daya ikan laut Indonesia di berbagai wilayah tidak merata. Beberapa wilayah perairan sudah mencapai kondisi padat tangkap (*overfishing*). Masyarakat pesisir banyak yang memanfaatkan ikan karang sebagai sumber mata pencaharian yang bisa dimanfaatkan secara langsung ataupun dijual. Penangkapan berlebih akan mempengaruhi perekonomian masyarakat karena menyebabkan jumlah tangkapan menurun. Belum adanya data yang mencukupi, penelitian mengenai Struktur Komunitas Ikan Karang di Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat bertujuan untuk memberikan informasi berupa data-data mengenai jenis ikan karang, kepadatan, dominansi, keanekaragaman, kerataan, frekuensi dan biomassa ikan karang yang berguna sebagai data dasar untuk pengelolaan perikanan berkelanjutan dan sebagai data dasar untuk penelitian selanjutnya mengenai Struktur Komunitas Ikan Karang di Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

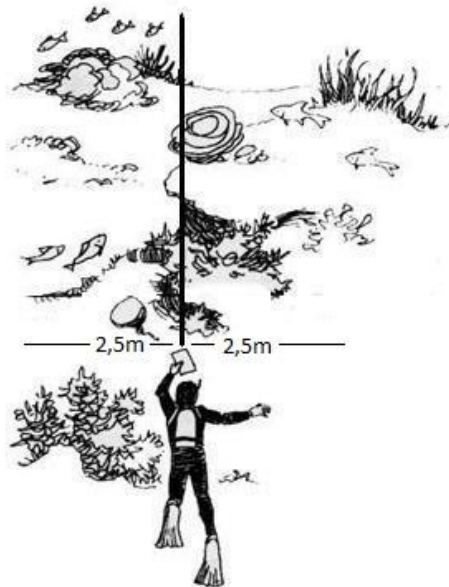
Penelitian ini dilakukan selama 3 hari, mulai dari tanggal 08 – 10 Mei 2018. Lokasi penelitian di Pantai Barat Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Kabupaten Pangandaran, Provinsi Jawa Barat berada di belakang bangkai Kapal *Fv Viking* yang dikaramkan DKP (Dinas Kelautan dan Perikanan) tahun 2016 dengan titik awal koordinat ($7^{\circ}07'06''$ LS; $108^{\circ}65'01''$ BT), titik akhir koordinat ($7^{\circ}07'06''$ LS; $108^{\circ}65'00''$ BT) Lihat Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan Data dan Bahan

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif dengan analisis deskriptif. Metode yang digunakan yaitu *underwater visual census* pada transek sabuk dengan panjang 100 meter dan lebar sabuk lima meter (2,5 meter ke kiri dan kanan transek) (English *et al.*, 1997). Pengamatan dilakukan oleh satu orang penyelam dan satu orang *roll master*. Transek dipasang oleh *roll master* padalereng terumbu dengan kedalaman 5 m sejajar garis pantai. Setelah terpasang transek dibiarkan selama 10 menit agar aktivitas ikan kembali seperti semula. Selanjutnya transek disusuri secara perlahan yang terlihat pada jarak 2,5 meter di kiri dan kanan transek diidentifikasi dan jumlah individunya dihitung. Jumlah pertemuan dengan setiap jenis ikan dicatat sebagai frekuensi. Data dicatat pada kertas anti air (*waterproof*). Dokumentasi dilakukan menggunakan kamera bawah air untuk membantu identifikasi spesies ikan yang tidak dapat diidentifikasi secara langsung untuk diidentifikasi kemudian. Alat-alat utama yang digunakan dalam penelitian terdiri dari alat penentu titik koordinat (GPS), alat selam (SCUBA), alat ukur (rol meter), alat tulis (kertas newtop, *flat slate* dan pensil), alat dokumentasi (kamera bawah air) dan alat bantu lainnya

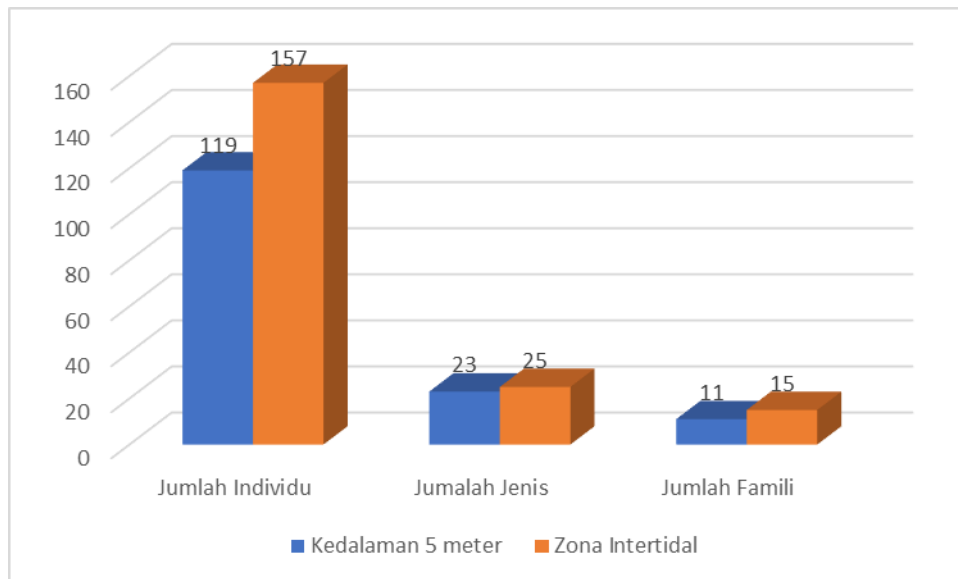


Gambar 2. Ilustrasi Metode Pengamatan Ikan Karang pada Transek Sabuk (English *et al.*, 1997)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai Struktur komunitas ikan karang di Pantai Barat Cagar Alam Pananjung Pangandaran ini terdapat beberapa parameter fisik yang diukur yaitu temperatur dan kecerahan. Temperatur air dan udara sesaat pada jam 10.36 WIB di lokasi penelitian 29°C, tingkat kecerahan air secara vertikal meter 7 meter termasuk baik untuk jarak pandang ketika melakukan pengumpulan data ikan karang.

Jenis-jenis ikan yang teramati pada lokasi pengamatan beragam. Pada kedalaman 5 m dari total individu ikan karang yang teramati sebanyak 119 individu, teridentifikasi 23 jenis yang mewakili 11 famili. Pada zona intertidal dari total individu ikan karang yang teramati sebanyak 157 individu teridentifikasi 25 jenis yang mewakili 15 famili. Komposisi ikan karang yang teramati pada kedalaman 5 m dan zona intertidal disajikan pada Histogram 1.



Histogram 1. Komposisi Ikan karang Yang Teramati Pada Kedalaman 5 Meter dan Zona Intertidal Berdasarkan Keaneka-an

Dari 42 jenis ikan karang yang teramati dapat dikelompokkan kedalam tiga kelompok yaitu ikan indikator, ikan major dan ikan target. Kelompok ikan karang yang paling banyak ditemukan adalah kelompok ikan major dengan jumlah 27 jenis yang terbagi menjadi 16 jenis major group C, enam jenis major group A dan lima jenis major group B. Ikan yang termasuk *major group* merupakan kelompok ikan terbesar dari ikan penghuni terumbu karang.

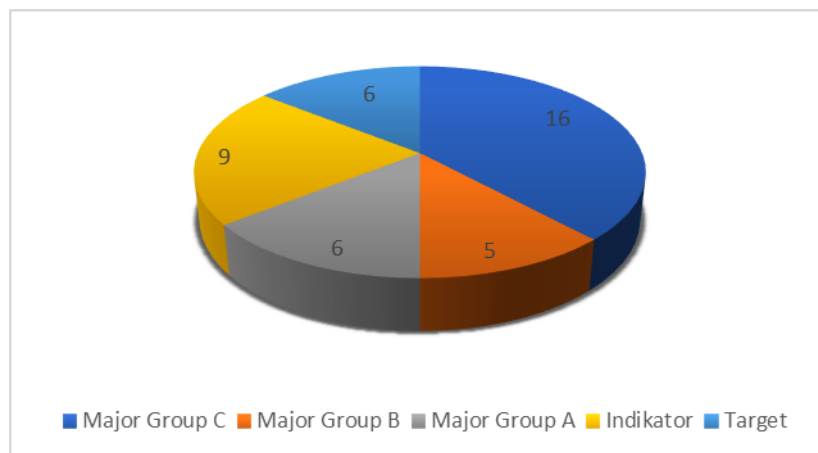


Diagram Lingkaran 1. Komposisi Kelompok Ikan Karang di Cagar Alam Pananjung Pangandaran Tahun 2018 Berdasarkan Perannya

Berdasarkan *feeding guild* didapatkan tujuh kelompok ikan karang, yaitu herbivora, karnivora, omnivora, koralifora, invertivora, planktivora dan detritivora. Berdasarkan *feeding guild* sebagian besar ikan karang pemakan invertebrata (invertivora) diikuti koralivora, herbivora, planktivora, detritivora, karnivora dan omnivora.

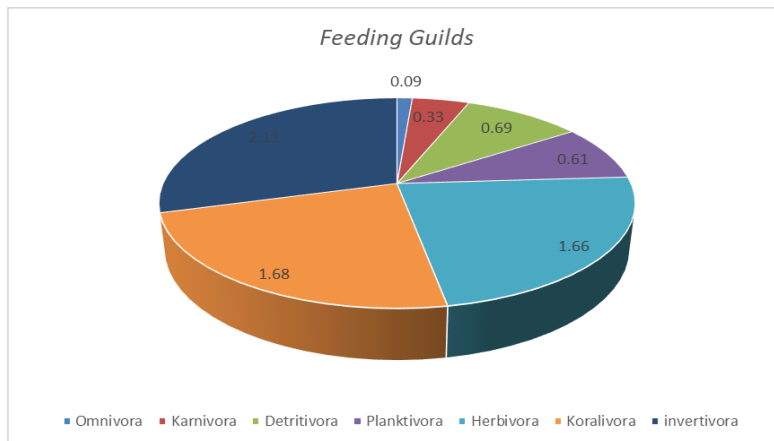
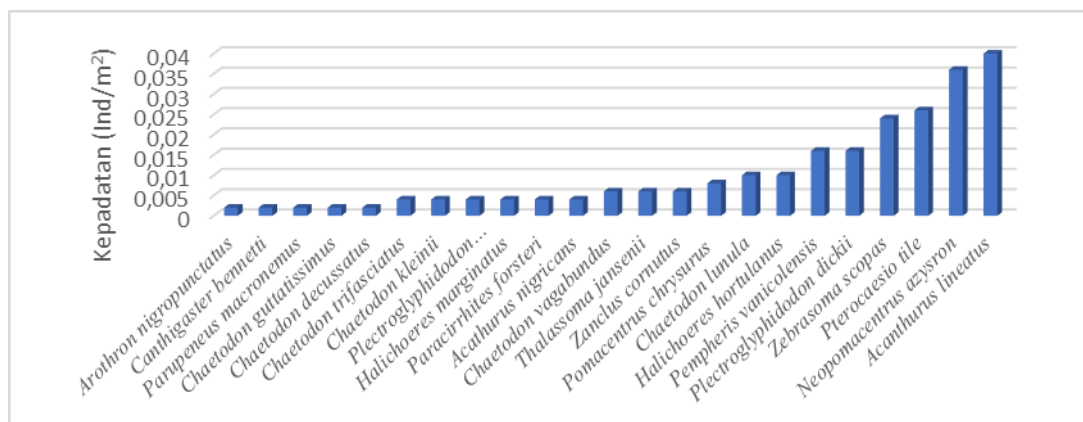


Diagram Lingkaran 2. Biomassa Ikan Karang di Cagar Alam Pananjung Pangandaran Tahun 2018 Berdasarkan *Feeding Guild*

Besarnya nilai kepadatan menunjukkan bahwa jenis ikan tersebut merupakan ikan dengan jumlah yang melimpah. Kategori penilaian untuk kepadatan (Density) dianalisis dengan analisis distribusi frekuensi (Sudjana, 2005) adalah sebagai berikut :

- D < 0.013% : rendah
- D 0.014-0.026% : sedang
- D 0.027-0.040% : tinggi

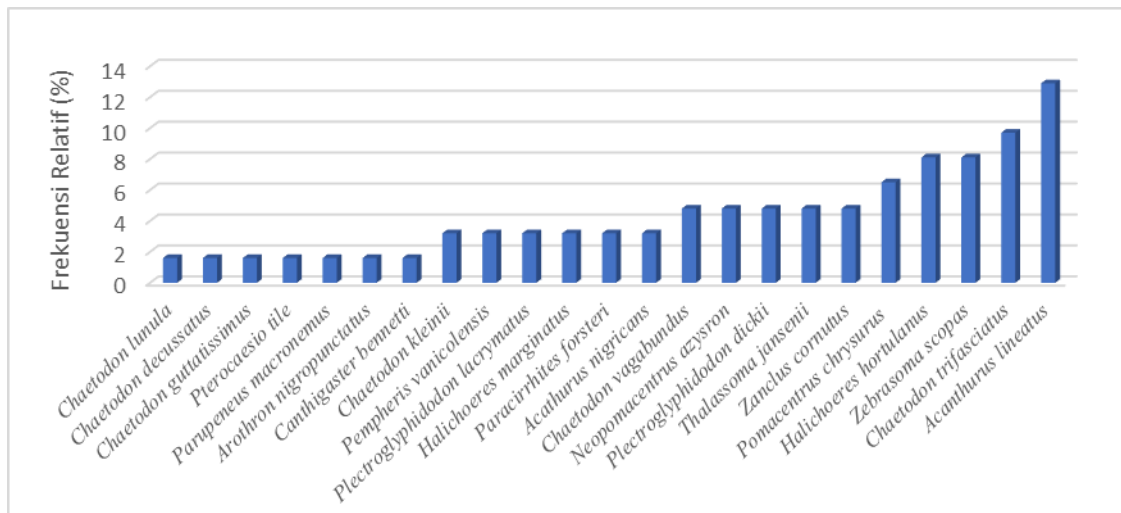
Kepadatan ikan karang hampir di semua terumbu karang di Indonesia masuk dalam kriteria sangat jarang dan jarang. Kepadatan ikan karang pada kriteria sangat jarang, yaitu kurang dari 1 ind/m² (Hartati, S.T & A. Rahman, 2016).



Histogram 2. Kepadatan (Density) Ikan Karang di Cagar Alam Pananjung Pangandaran Tahun 2018

Besarnya nilai frekuensi menunjukkan bahwa jenis ikan tersebut merupakan ikan yang paling sering dijumpai dan karena pengamatan dilakukan dengan berpindah tempat maka nilai frekuensi menunjukkan luas penyebaran. Kategori penilaian untuk frekuensi relatif dianalisis dengan analisis distribusi frekuensi (Sudjana, 2005) adalah sebagai berikut :

- FR < 4.3% : rendah
- FR 4.4-8.6% : sedang
- FR 8.7-12.9% : tinggi



Histogram 3. Frekuensi Relatif Ikan Karang di Cagar alam Pananjung Pangandaran Tahun 2018

Hasil yang didapat selama penelitian menunjukkan indeks keanekaragaman (H') berada pada kategori sedang (Krebs, 1989). Indeks kerataan termasuk tinggi dengan nilai sebesar 0.86. Tidak ada spesies ikan karang yang mendominasi dilihat dari indeks dominansi yang rendah sebesar 0.09.

No.	Indeks Ekologi	Pantai Barat Cagar Alam Pananjung Pangandaran
1.	Indeks Keragaman Shannon-Wiener (H')	2.69
2.	Indeks Dominansi Simpson (C')	0.09
3.	Indeks Kerataan Pielou (J')	0.86

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Yana selaku Kepala Resort BKSDA Cagar Alam Pananjung Pangandaran yang telah memberikan izin atas pelaksanaan Kuliah Kerja Lapangan dan memberikan bantuannya selama kegiatan berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, T.C. 2015. Herbivory and the resilience of Caribbean coral reefs: knowledge gaps and implications for management. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 520: 1-20.
- Allen, G.R. dan M. Adrim. 2003. Coral Reef Fishes of Indonesia. *Zoological Studies*. 42: 1-72.
- Cesar, H., L. Burke, L. Pet-Soede. 2003. *The Economics of Worldwide Coral Reef Degradation*. Cesar Environmental Economics Consulting. Arnhem.
- English, S., C. Wilkinson, V. Baker. 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Townsville.
- Green, A.L. dan D. R. Bellwood. 2009. *Monitoring Functional Groups of Herbivorous Reef Fishes as Indicators of Coral Reef Resilience – A Practical guide for Coral Reef Managers in the Asia Pasific Region*. IUCN working group on Climate Change and Coral Reefs. IUCN, Gland.
- Hartati, S.T dan A. Rahman. 2016. BAWAL WIDYA RISET PERIKANAN TANGKAP (BAWAL). Vol. 8 (1) April 2016: 37-48.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. New York: Harper and Row Publisher. 294–297, 361–368.
- Obura, D. dan G. Grimsditch. 2009. *Resilience Assessment of Coral Reefs – Assessment Protocols for Coral Reefs, Focusing on Coral Bleaching and Thermal Stress*. IUCN working group on Climate Change and Coral Reefs. IUCN, Gland.

KONTRIBUSI KELOMPOK WANITA TANI HUTAN REGISTER 45B DALAM PELESTARIAN HUTAN LINDUNG DI LAMPUNG BARAT

Rofika Wilyanuari*¹, Christine Wulandari^{1,2}, Wahyu Hidayat¹, Susni Herwanti¹

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia. Tel: +62-721-704946, Fax: +62-721-770347

^{1,2}Magister Ilmu Lingkungan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia. Tel: +62-721-704946, Fax: +62-721-770347

e-mail: *¹rofika.wilyanuari10700@students.unila.ac.id, ²christine.wulandari@fp.unila.ac.id,
³wahyu.hidayat@fp.unila.ac.id, ⁴susni.herwanti@fp.unila.ac.id

Abstrak. Hutan kemasyarakatan adalah salah satu program pemerintah yang berbasis pada manajemen masyarakat untuk mengurangi kerusakan hutan dan mendukung kesejahteraan masyarakat. Hutan Masyarakat Binawana di Lampung Barat adalah salah satu kelompok masyarakat yang berkontribusi dalam mengurangi kerusakan hutan, yang juga diikuti oleh Kelompok Wanita Tani Melati melalui peningkatan pendapatan. Meningkatkan pendapatan masyarakat akan mengurangi intensitas perambahan dan pembukaan hutan lindung sehingga pendapatan yang cukup akan dapat mendukung konservasi hutan. Total pendapatan per kapita adalah antara Rp.16.000.000/KK/th hingga Rp.25.000.000/KK/th yang berasal dari pendapatan dari hutan kemasyarakatan dan non hutan kemasyarakatan.

Kata Kunci: Hutan Kemasyarakatan, Kelompok Wanita Tani

PENDAHULUAN

Sebesar 28,47% dari total luas daratan kawasan hutan 1.004.735 ha di Provinsi Lampung, seluas 53,34% sudah dalam kondisi kritis (Dinas Kehutanan Provinsi Lampung, 2016). Hutan tersebut menjadi kritis antara lain karena kegiatan alih fungsi lahan yang diakibatkan pertumbuhan penduduk dan pola konsumsi masyarakat yang tinggal menetap di sekitar hutan (Ayudanti, 2017). Salah satu kawasan hutan di daerah Provinsi Lampung yang mengalami kondisi tersebut adalah Kampung (Pekon) Tribudi Syukur Kecamatan Kebun Tebu Kabupaten Lampung Barat. Keikutsertaan masyarakat pekon tersebut dalam mengelola Hkm adalah terbukti dapat menekan kerusakan yang terjadi di kawasan hutan.

Pekon Tribudi Syukur Kecamatan Kebun Tebu Kabupaten Lampung Barat memiliki kelompok HKM Binawana yang telah menjadi kelompok HKM percontohan skala Nasional. Kepioniran kelompok HKM Binawana diikuti juga oleh KWT Melati yang mayoritas adalah seorang istri/keluarga kelompok HKM Binawana yang mendapatkan Ijin Usaha Pengelolaan HKM (IUPHKM) pada tahun 2007. Pengelolaan HKM dikatakan sukses jika dapat mendukung tercapainya SFM, antara lain karena adanya partisipasi penuh dari anggotanya, termasuk anggota wanitanya seperti anggota yang tergabung di KWT Melati (Wulandari dan Inoue, 2018). Dengan demikian tidak hanya laki-laki tetapi wanita juga merupakan pelaku perubahan dan memberi pengaruh besar terhadap kelestarian lingkungan, pengelolaan lingkungan dan pembangunan (Saleh, 2014).

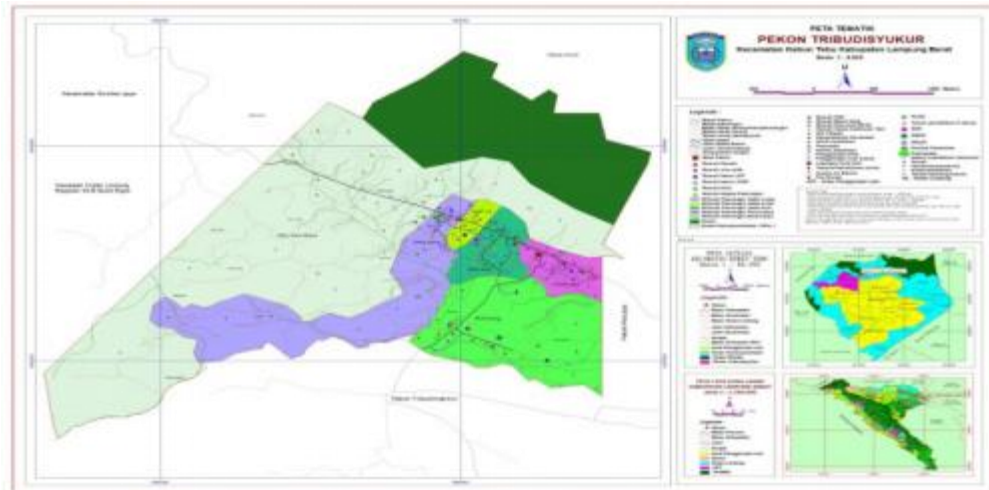
Data dan informasi kontribusi anggota terhadap kelembagaan KWT Melati sangat diperlukan untuk mendukung pengelolaan HKM yang berkelanjutan. Di TNBS, anggota banyak berperan dalam mendukung perekonomian rumah tangga (Banuwa et al., 2012). Kecukupan pendapatan masyarakat akan berpengaruh terhadap kelestarian hutan (Wulandari, 2015). Bentuk peran wanita yaitu kegiatan kepedulian dalam hal konservasi dan melestarikan fungsi lingkungan hidup/hutan, dengan mencegah perusakan yang dikarenakan eksplorasi dan eksploitasi sumber daya alam berlebih yang dimana kegiatan tersebut berdampak pada penurunan kualitas sumberdaya hutan (Saleh, 2014). Hal ini juga dijelaskan pada penelitian terdahulu mengenai peran wanita dalam pengaruh kerusakan Tahura di Indonesia (Mulyaningrum et al., 2010), dan pencegah kerusakan hutan lindung di gunung Tumpa (Elsye, 2010). Dengan demikian sangat penting untuk mengetahui peran wanita dalam pelestarian

Hutan Lindung register 45B dalam melestarikan fungsi hutan register 45b karena merupakan sumber air termasuk bagi PLTA sehingga wajib untuk dilestarikan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Pekon Tribudi Syukur Kecamatan Kebun Tebu Kabupaten Lampung Barat. Pengambilan data penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2018.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Profil Pekon Tribudi Syukur, 2014)

Alat dan Objek Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini digunakan adalah Tape recorder, buku tulis/catatan, panduan wawancara, kamera dan laptop. Objek yang digunakan adalah anggota KWT Melati yang berjumlah 93 orang, Ketua HKM dan 1 orang staf Penyuluh KPH Liwa.

Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data yang dikumpulkan sebagai data primer yaitu data kontribusi KWT Melati terhadap anggota kelompok dalam pelestarian hutan lindung di Lampung Barat yang terdiri dari pendapatan anggota dari HKM, pendapatan perkapita dan persentase pendapatan dari berbagai jenis tanaman yang diusahakan di HKM.

Data tersebut diperoleh dengan cara sebagai berikut:

a. Wawancara menggunakan kuesioner

Wawancara pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang disusun secara sistematis dengan jenis wawancara berstruktur dengan pelaksanaan dilakukan secara formal terbuka agar untuk didapatkan kontribusi KWT Melati terhadap anggota kelompok dalam pelestarian hutan lindung di Lampung Barat. Jumlah responden pada penelitian ini yaitu sebanyak 93 anggota KWT Melati. Jika jumlah populasi responden kurang dari 100 orang maka lebih baik mengambil semua subjek untuk mendapatkan suatu data dan informasi secara maksimal (Kiswanto, 2010).

b. Focus Group Discussion (FGD)

Focus Group Discussion (FGD) dilakukan untuk memvalidasi data dan informasi yang telah diperoleh berdasarkan hasil diskusi (Afiyanti, 2008). Teknik ini dilakukan dengan membuat suatu kelompok diskusi untuk mendiskusikan hasil wawancara/informasi yang didapatkan.

c. Observasi (pengamatan)

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan cara langsung terhadap responden untuk mendapatkan kegiatan yang dilakukan oleh objek/responden sesuai dengan unsur-unsur yang diteliti, yaitu antara lain: perilaku, tindakan dan proses kerja anggota KWT Melati (Sudaryono, 2017).

2. Data sekunder

Data sekunder didapatkan melalui studi pustaka dan monografi desa. Data sekunder berupa data statistik jumlah anggota KWT Melati dan laporan hasil usaha KWT Melati.

Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Teknik analisis data persepsi pengunjung, diolah melalui:

a. Tabulasi merupakan pengelompokan data untuk mempermudah proses analisis.

b. Formula Koswara (2006), yaitu sebagai berikut:

- Pendapatan dari HKm

$$IHKm = \sum RHKm - \sum CHKm$$

Keterangan :

IHKm = pendapatan total dari HKm (Rp)

RHKm = penerimaan dari HKm (Rp)

CHKm = biaya untuk pengelolaan usaha HKm (Rp)

- Pendapatan per kapita

$$IPK = Itrt/J$$

Keterangan:

IPK = pendapatan per kapita per tahun (Rp)

Itrt = pendapatan total rumah tangga yang berasal dari anggota KWT (Rp)

J = jumlah anggota keluarga dalam satu rumah tangga wanita (Rp)

- Persentase pendapatan dari suatu jenis tanaman yang diusahakan di HKm

$$Iusaha\% = Iusaha/Itrt \times 100\%$$

Keterangan :

Iusaha % = persentase pendapatan dari suatu jenis tanaman yang diusahakan (Rp)

Iusaha = pendapatan dari suatu bidang usaha (Rp)

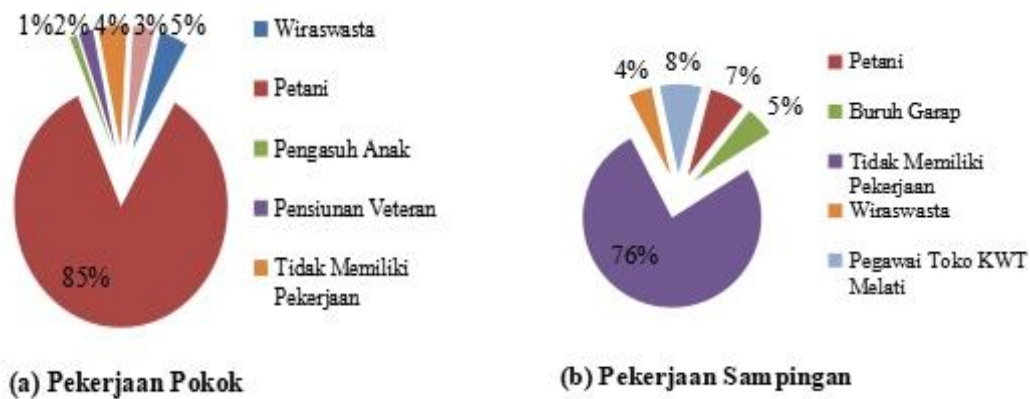
Itrt = pendapatan total rumah tangga KWT (Rp)

Data di atas dianalisis menggunakan teknik deskriptif dan statistik deskriptif. Teknik deskriptif untuk menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian secara umum dengan jelas (Sugiyono, 2009). Berkaitan dengan teknik deskriptif, statistik deskriptif digunakan untuk mengumpulkan, menjelaskan, menguraikan, meringkas, mereduksi, menyajikan data ke bentuk yang lebih teratur agar mudah dibaca, dipahami dan mudah untuk disimpulkan (Rasyad, 2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

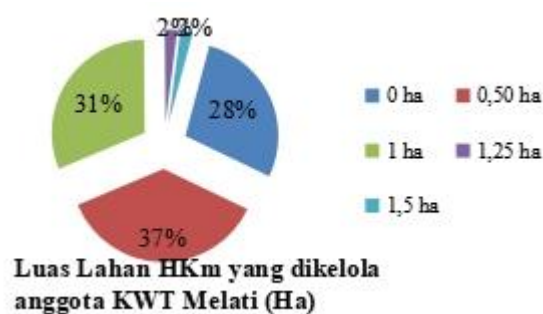
Tidak semua responden memiliki pekerjaan pokok sebagai petani bahkan ada pula responden yang tidak memiliki pekerjaan dan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, anggota KWT Melati memperoleh penghasilan dari tunjangan keluarga, pensiunan dan pekerjaan sampingan.



Gambar 2. Distribusi Pekerjaan pokok responden (a), dan Pekerjaan sampingan responden (b).

Sebanyak 85% responden memiliki pekerjaan pokok sebagai petani, 1% sebagai pengasuh anak, 2% sebagai pensiunan veteran, 5% sebagai wiraswasta, 3% sebagai guru paud dan 4% tidak memiliki pekerjaan. Responden lainnya yang memiliki pekerjaan sampingan sebanyak 76% responden tidak memiliki pekerjaan sampingan, 4% bekerja sebagai wiraswasta, 8% sebagai staff pekerja KWT Melati, 7% menjadikan tani sebagai pekerjaan sampingan dikarenakan memiliki pekerjaan tetap lainnya dan 5% sebagai buruh garap. Hal ini menunjukkan bahwa jika dibandingkan dengan jumlah responden yang memiliki pekerjaan sampingan lebih sedikit dibandingkan dengan yang tidak memiliki pekerjaan sampingan. Oleh karena itu didapatkan bahwa dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari sebanyak 71% responden tidak memerlukan pekerjaan sampingan.

Ketika pekerjaan pokok utamanya masyarakat adalah petani, maka petani yang bersangkutan harus memperhatikan luas lahan yang ideal untuk memenuhi kebutuhan keluarga. Luas lahan yang dikelola oleh petani akan mempengaruhi hasil yang didapatkan oleh petani (Astari, 2015). Winanrni et al. (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa semakin luas lahan yang diusahakan oleh responden maka akan semakin tinggi pendapatan yang diperoleh oleh responden tersebut. Pendapatan ini berasal dari tanaman pokok yang ditanami dilahan oleh responden yaitu kopi di lahan HKm (Nasution, 2008). Untuk mengetahui luas lahan yang dikelola petani pada lahan HKm dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Distribusi Luas lahan HKm

Mayoritas masyarakat mengelola lahan HKm dengan luas lahan sebesar 0,5 ha dengan sebanyak 37% responden dan luas lahan pengelolaan lahan HKm paling sedikit adalah 1,25 ha dan 1,5 ha dengan masing masing sebanyak 2% responden dari total keseluruhannya, sedangkan 28% responden tidak memiliki lahan kelola di Hkm. Hal ini berarti menunjukkan bahwa anggota KWT Melati lebih menyukai luas lahan 0,5 ha baik di lahan HKm.

Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian Mubyarto (2009) bahwa luas lahan menjamin hasil yang diperoleh oleh anggota KWT Melati, apabila luas lahan meningkat maka pendapatan akan ikut meningkat, demikian juga dengan sebaliknya karena luas lahan dengan pendapatan merupakan hubungan yang positif. Luas lahan adalah salah satu faktor produksi yang penting karena balas jasa yang diterima akan lebih tinggi, namun masih sering dijumpai juga bahwa luas lahan yang semakin

luas akan mempengaruhi efisiensi dari pengelolaan lahan sehingga kemudian mempengaruhi pendapatan responden (Mubyarto, 2009).

Kontribusi Kelompok Wanita Tani Hutan Melati terhadap Rumah Tangganya

Kontribusi KWT Melati melalui pendapatan rumah tangga anggota KWT melalui program HKm di Hutan Lindung register 45B Program HKm yang di terapkan di Pekon Tribudi Syukur adalah salah satu contoh HKm permodelan baik dari segi pengelolaan hingga pemberdayaan masyarakat, termasuk peran KWT di dalamnya untuk pelestarian hutan (Pahlawanti dan Suroso, 2009). Kelestarian hutan dapat dicapai melalui program HKm, hal ini sejalan dengan penelitian Puspasari et al. (2017) bahwa sistem penanaman dan pengelolaan suatu lahan dari program HKm ini menjadi suatu hal yang penting untuk memulihkan fungsi hutan dan berkontribusi nyata dalam meningkatkan pendapatan responden. Pendapatan yaitu selisih antara penerimaan dan total biaya yang telah dikeluarkan. Untuk mengetahui kontribusi KWT Melati terhadap pendapatan anggota KWT Melati dari HKm dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Distribusi pendapatan rumah tangga anggota KWT Melati dari HKm

Jenis Pendapatan	Pendapatan (Rp)	Jumlah Anggota	Persentase (%)	Luas Lahan (Ha)
Lahan HKm	900.000	45	48	0
	10.145.585	31	33	0,5
	13.705.698	13	14	1
	12.172.500	2	2	1,25
	11.212.500	2	2	1,5
Total	48.136.283	93	100	

Sumber: Data Primer (2018)

Distribusi pendapatan rata-rata dari pendapatan HKm yang diterima oleh responden terbesar dari pengelolaan lahan HKm yaitu dengan luas 1 ha sebesar Rp. 13.705.698/th sebanyak 13 orang. Sedangkan pendapatan terkecil responden yang diterima dari HKm adalah sebanyak 45 orang dengan tidak memiliki lahan HKm sebesar Rp. 900.000/th, pendapatan ini berasal dari pembagian SHU pada tahun 2018. Hal ini berarti bahwa KWT Melati telah dapat membantu menambah pemasukan keluarga anggota KWT Melati sebanyak 45 orang.

Pendapatan HKm ini merupakan salah satu faktor dalam menentukan pendapatan total yang diterima, karena 79 responden mengelola lahan HKm yang kemudian akan menentukan tingkat kesejahteraan responden. Kegiatan usaha dari HKm merupakan mata pencaharian utama yaitu diantaranya kegiatan usaha padi, kopi, lada, pisang, cengkeh, jengkol, nangka, mangga, alpukat, kemiri, jahe merah, vanili, durian, petai, cacao, jeruk, aren, pinang, kepayang, manggis dan kapuk. pada lahan HKm. Menurut Salminah et al. (2014) bahwa untuk mengetahui tingkat kesejahteraan petani dapat diukur melalui tingkat pendapatan perkapita responden yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Distribusi pendapatan/kapita anggota KWT Melati

Pendapatan/kapita (Rp)	Jumlah anggota	Persentase (%)
200.000- <6.000.000	80	86
6.000.000- <15.000.000	10	11
16.000.000-25.000.000	3	3
Total	93	100

Sumber: Data Primer, 2018

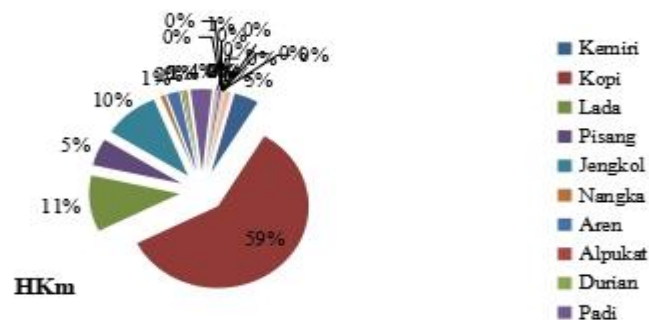
Jumlah pendapatan per kapita tertinggi sebanyak 80 responden berkisar antara Rp. 200.000-Rp. <6.000.000/ha/tahun dengan luasan lahan HKm sebesar 1 ha sebanyak 5 orang dan 0,50 ha sebanyak 5 orang, untuk luasan lahan milik sebesar 0,15 ha, 0,25 ha dan 0,50 ha masing-masing sebanyak 1 responden dan 1 responden yang mempunyai pekerjaan sampingan sebagai wirausaha.

Pendapatan KWT Melati Dari Berbagai Jenis Tanaman Yang Diusahakan Di Hkm

Struktur penggunaan lahan yang berbeda yaitu responden menggunakan jenis tanaman perkebunan, pertanian dan kehutanan. Pengelolaan lahan di areal HKm dengan memadukan berbagai jenis tanaman disebut agroforestri (Puspasari et al., 2017). Pengelolaan hasil yang kompleks, praktik pertanian dan pengelolaan lahan merupakan kunci untuk HKm yang berkelanjutan (Mbow et al., 2014). Pengelolaan lahan HKm oleh KWT Melati sebesar 575 ha dari luas kawasan HKm Binawana menerapkan sistem agroforestri pada lahan kelola, dengan luasan tersebut maka KWT Melati mampu menjaga dan meningkatkan pendapatan serta melestarikan HKm. Sejalan dengan penelitian Purwanti (2007) bahwa besar atau kecilnya pendapatan petani dari usaha taninya ditentukan oleh luas lahan kelolanya karena luas lahan yang dikelola akan mempengaruhi produksi per satuan luas kelola. Purwanti (2007) juga menyatakan bahwa dengan luas lahan kelola dan juga cara pengelolaan yang tepat maka akan memperbaiki hara dalam tanah sehingga meningkatkan produksi tanaman, maka petani tidak perlu lagi membuka areal hutan untuk dijadikan lagi usahatannya. Hal ini didukung oleh Wulandari et al. (2014) bahwa dengan menerapkan agroforestri berbasis kondisi sosial ekonomi masyarakat dapat mengoptimalkan lahan.

Responden yang menggunakan jenis tanaman pertanian, perkebunan dan kehutanan pada lahan Hkm sebesar 22%, penggunaan jenis tanaman perkebunan dan kehutanan sebesar 49%, serta jenis tanaman pertanian dan kehutanan sebesar 5% yang umumnya ditanami oleh padi, kopi, lada, pisang, cengkeh, jengkol, nangka, mangga, alpukat, kemiri, jahe merah, vanili, durian, petai, cacao, jeruk, aren, pinang, kepayang, manggis dan kapuk. Kopi, pisang, lada dan cengkeh merupakan komoditi unggulan dengan rata-rata produksi 1 kwintal hingga 22,4 ton/ha/tahun untuk kopi, 5 kg hingga 2 kwintal/ha/bulan untuk komoditi pisang, 3 kg hingga 4 ton/ha/th untuk lada dan 5kg- 20kg untuk produksi cengkeh.

Penggunaan jenis tanaman yang digunakan anggota KWT Melati dengan jenis tanaman pertanian, perkebunan dan kehutanan menunjukkan bahwa penggunaan lahan secara maksimal akan mendapatkan hasil produksi yang maksimal juga. Seperti pernyataan dari Kaskoyo et al. (2017) bahwa tujuan program HKm yaitu meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pemanfaatan SDH dengan optimal, adil dan berkelanjutan dengan tetap menjaga kelestarian fungsi hutan. Hasil yang maksimal dari lahan ini juga dapat menunjang pendapatan anggota KWT dengan meningkatnya pendidikan masyarakat khususnya keluarga dari anggota KWT Melati, setiap tahunnya pendapatan keluarga bertambah karena adanya pembagian SHU baik bagi yang mengelola lahan maupun yang tidak mengelola lahan, kepemilikan kendaraan serta terbantunya anggota KWT dalam pembayaran swadaya masyarakat dan pembayaran PBB. Hal tersebut dapat diketahui melalui persentase pendapatan dari suatu bidang usaha yang dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Persentase pendapatan KWT Melati dari berbagai jenis tanaman yang diusahakan di HKm

Sumber: Hasil olahan data Primer tahun 2018

Persentase terbesar dalam menunjang pendapatan anggota KWT untuk menunjang kebutuhan rumah tangga adalah usaha pada bidang HKm yaitu berkebun kopi. Sedangkan persentase terkecil dalam menunjang kebutuhan rumah tangga pada anggota KWT adalah dalam bidang HKm juga yaitu dalam HHBK kapuk. Oleh karena itu maka hasil hutan bukan kayu harus lebih ditingkatkan baik dalam pengelolaan lahan hingga pemasaran HHBK. Minimnya pengetahuan serta kurangnya

pengamanan terhadap hasil yang diproduksi menjadi salah satu faktor dalam pengaruhnya terhadap kecilnya persentase pendapatan rumah tangga.

Kecilnya pendapatan juga disebabkan kurangnya pemahaman dan pengamanan karena banyak terjadi pencurian hasil hutan bukan kayu dan penggunaan zat kimia pada tanaman dalam mengatasi beberapa gangguan hama dan penyakit. Menurut Damayanti et al. (2016) bahwa Penggunaan pestisida yang kurang tepat terhadap sasaran, jenis pestisida, dosis akan berdampak pada pencemaran tanah sehingga akan menghambat proses dekomposisi humus dalam tanah yang akan mengakibatkan berkurangnya unsur hara pada tanaman dan kemudian berpengaruh terhadap pendapatan anggota KWT. Damayanti et al. (2016) juga menyatakan bahwa penggunaan zat kimia dapat akan mempengaruhi cara petani dalam berladang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyanti, Y. (2008). Focus group discussion (diskusi kelompok terfokus) sebagai metode pengumpulan data penelitian kualitatif. *J. Keperawatan Indonesia*. 12(01): 58-62.
- Astari, T. N. N. (2015). Pengaruh Luas Lahan, Tenaga Kerja, dan pelatihan melalui Produksi Sebagai Variabel Intervening Terhadap Pendapatan Petani Asparagus di Desa Palaga Kecamatan Petang Kabupaten Bandung. *Tesis*. Program Pascasarjana. Universitas Udayana. Bali.
- Ayudanti, K. (2017). Analisis Efektivitas hutan Kemasyarakatan dalam Meningkatkan Pendapatan dan Tingkat Konsumsi Masyarakat Menurut Perspektif Ekonomi Islam. *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung. 120 p.
- Banuwa, I. S., Agus, S. Christine, W., Slamet, B.Y., Zainal, A., Pitojo, B., Kelik, I., dan Irfan, A. (2012). *Pengelolaan Hutan Dan Daerah Aliran Sungai Berbasis Masyarakat :Pembelajaran Dari Way Besai Lampung*. AURA:Lampung.
- Damayanti, R. Yusniar H. D. & Nikie, A. Y. D. (2016). Hubungan penggunaan dan penanganan pestisida pada petani bawang merah terhadap residu pestisida dalam tanah di lahan pertanian desa wanasari kecamatan wanasari kabupaten brebes. *J. Kesehatan Masyarakat*. 4(3). ISSN: 2356-3346.
- Dinas Kehutanan Provinsi Lampung. 2016. *Informasi Perhutanan Sosial di Provinsi Lampung*. Dinas Kehutanan Provinsi Lampung: Lampung.
- Elsye, N. W. (2010). Peranan wanita dalam pelestarian Hutan Lindung Gunung Tumpa suatu analisis gender. *J. Logos Spectrum*. 5(3):150-160.
- Kaskoyo, H., Mohammed, A., Inoue, M. (2017). Impact of community forest program in protection forest on livelihood outcomes: a case study of Lampung Province, Indonesia. *Journal of Sustainable Forestry*. 36: 250-263.
- Kiswanto, M. (2010). Pengaruh kepemimpinan dan komunikasi terhadap kinerja karyawan Kaltim Pos Samarinda. *J. Eksis*. 6(1):1267-1439.
- Koswara, E. 2006. Peranan Kontribusi Hutan Rakyat Terhadap Pendapatan Rumah Tangga Petani (Studi Kasus Pekon Pahmungan Kecamatan Pesisir Tengah Kabupaten Lampung Barat). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 62 hlm.
- Mbow, C., Smith, P., Skole, D., Duguma, L., Bustamante, M. 2014. Achieving Mitigation and Adaptation to climate change through sustainable agroforestry practices in Africa. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 6:8-14.
- Mubyarto. 2009. *Pengantar Ekonomi Pertanian*. LP3ES: Jakarta.
- Mulyaningrum, Rudianto, D. & Budi, A. P. (2010). Marginalisasi Peran Sosial Ekonomi Wanita Pada MasyarakatDesa Hutan (Suatu Kajian Dampak Dari Kerusakan Hutan Terhadap Sistem Kehidupan Sosial Ekonomi Masyarakat Desa Tahura). <https://mulyaningrum.files.wordpress.com/2013/09/marginalisasi-peran-wanita-kh-pskw-ui-2010.pdf>. diakses pada 12 November 2018.
- Nasution, R. (2008). Pengaruh Modal Kerja, Luas Lahan, dan Tenaga Kerja Terhadap Usahatani Nenas (Studi Kasus: Desa Purba Tua Baru, Kec. Slimaktua, Kab. Simalungan). *Skripsi*, Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Pahlawanti & Saroso, H. N. (2009). *Hutan Kemasyarakatan: Melestarikan Hutan Untuk Kesejahteraan Rakyat—Catatan 10 Tahun Program Hkm Di Provinsi Lampung*.

- Bandarlampung: Watala dan Partnership For Governance Reform in Indonesia (PGR Indonesia).*
- Purwanti, R. (2007). Pendapatan petani dataran tinggi Sub Das Malino (Studi Kasus: Kelurahan Gantarang, Kabupaten Gowa). *J. Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 4(3):257-269.
- Puspasari, E. Christine, W., Arief, D., Irwan, S.B. 2017. Aspek sosial ekonomi pada sistem agroforestri di areal kerja Hutan Kemasyarakatan (HKm) Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. *J. Sylva Lestari*. 5(3):95-103).
- Rasyad, R. (2003). *Metode Statistik Untuk Umum*. Grasindo: Jakarta.
- Saleh, M. (2014). Partisipasi perempuan dalam pengelolaan lingkungan hidup. *J. Musawa*. 6(02):236-259.
- Salminah, M., Iis, A. Dan Retno, M. 2014. Karakteristik ekologi dan sosial ekonomi lanskap hutan pada DAS kritis dan tidak kritis: Studi kasus di Das Baturusa dan Das Cidanau. *J. Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 11(2): 119-136.
- Sudaryono. (2017). *Metodologi Penelitian*. PT. Rajagrafindo Persada: Depok.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Alfabeta: Bandung.
- Winarni, S., Wiyono, S. B. & Hernawati, S. (2016). Struktur Pendapatan Tingkat Kesejahteraan dan Faktor Produksi Agroforestry Kopi Pada Kesatuan Pemangkuan Hutan Lindung (KPHL) Batu Tegi. *J. Sylva Lestari*. 4(1).1-10.
- Wulandari, C. (2015). *Predicting Sustainability of Agroforestry in Customary Forest (Hutan Marga) in Lampung Province, Indonesia*. SEARCA:Lampung.
- Wulandari, C., Budiono, P., Yuwono, S. B. & Herwanti, S. (2014). Adoption of agro-forestry patterns and crop systems around Register 19 Forest Park, Lampung Province, Indonesia. *J. Manajemen Hutan Tropika*. 20 (2): 86-93.
- Wulandari, C. & Inoue, N. (2018). The importance of social learning for development of community based forest management in Indonesia: the case of community forestry in Lampung Province. *J. Small Scale Forestry*. 17.

KEARIFAN LOKAL AGROFORESTRI KOPI DALAM MENDUKUNG KEBIJAKAN KONSERVASI TANAH DI TANGGAMUS

Lela Apriani*¹, Christine Wulandari^{1,2}, Rommy Qurniati¹, Slamet Budi Yuwono^{1,2}

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;

²Pascasarjana Ilmu Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

Jl Sumantri Brojonegoro, Gedong Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia,

Tel.: +62-721-704946, Fax.: +62-721-770347

e-mail: *lelaapriani0497@gmail.com.

Abstrak. Masyarakat Pekon Tekad melakukan pengolahan lahan agroforestri kopi dengan dipengaruhi oleh nilai budaya lokal yang diimplementasikan berdasarkan pengetahuan secara turun-temurun. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi kearifan lokal dan faktor yang mempengaruhi kearifan lokal pada teknik pengolahan lahannya. Penelitian yang dilaksanakan pada februari-maret 2019 di Pekon Tekad Tanggamus menunjukkan bahwa kearifan lokal berupa “koyor” (pupuk organik oleh suku Lampung), “kinjar” (alat pemanenan oleh suku Lampung), “ngoret” (kegiatan pembersihan lahan oleh suku Jawa). Kearifan lokal dipengaruhi oleh umur dan suku.

Kata Kunci: Masyarakat lokal, Pupuk Organik, Agroforestri kopi.

PENDAHULUAN

Kearifan lokal merupakan suatu pengetahuan yang dimiliki masyarakat berdasarkan kebudayaan yang mencakup semua model-model dan pengetahuan masyarakat yang digunakan dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya alam secara lestari (Ikrima, 2013). Pengetahuan berdasarkan pada prinsip pengolahan ekologi merupakan modal dalam pemanfaatan sumberdaya alam yang berkelanjutan (Aryanto et al., 2014). Kegiatan pemanfaatan dan pengelolaan lahan di Kec. Pulau Panggung Tanggamus menggunakan agroforestri kopi yang didasari oleh pengetahuan ekologi lokal masyarakatnya. Kec. Pulau Panggung Tanggamus termasuk kedalam kawasan (KPHL) Kota Agung Utara dengan lahan yang telah mengalami kerusakan sebesar 65%, dalam menunjang perekonomiannya Masyarakat Tanggamus banyak menerapkan sistem agroforestri berbasis kopi (BPS Tanggamus, 2015). Konservasi tanah dilakukan dalam mempertahankan dan meningkatkan produktivitas tanah serta menjaga tanah dari kerusakan (Harahap, 2013). Penelitian ini dilakukan karena belum adanya penelitian mengenai kearifan lokal agroforestri dan konservasi tanah pada lahan agroforestri yang dilakukan di Tanggamus sehingga perlu adanya penelitian ini agar informasi dan penerapan pengelolaan lahan serta upaya konservasi tanah di daerah tersebut dapat terdokumentasi.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa: (i) waktu dan tempat: penelitian ini dilakukan pada bulan Februari – Maret 2019, di Desa Tekad Kecamatan Pulau Panggung Kabupaten Tanggamus Lampung. Tempat dilakukan penelitian ini dipilih secara sengaja atau *Purposive* dengan pertimbangan Kec. Pulau Panggung merupakan penghasil kopi terbanyak ke dua setelah kec. Pugung. Responden pada penelitian ini merupakan masyarakat yang tinggal di desa Tekad Kec. Pulau Panggung Tanggamus. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dengan sampel yang ditentukan secara *purposive sampling* berdasarkan beberapa kriteria berupa: 1. Masyarakat yang tinggal di desa tekad kec. Pulau Panggung Tanggamus dan mengelola lahan agroforestri berbasis kopi, 2. Merupakan masyarakat dengan suku Jawa dan Lampung. (ii). Data yang diperoleh pada penelitian ini merupakan data primer berupa data yang diperoleh langsung dari responden dengan menggunakan metode wawancara secara langsung menggunakan kuisioner dan pertanyaan *deep interview*. Jumlah pengambilan sampel untuk wawancara menggunakan kuisioner ditentukan berdasarkan rumus *slovin* dengan ketentuan batas eror 15%. Berikut merupakan jumlah responden yang diwawancarai menggunakan kuisioner:

$$n = \frac{N}{N(e^2) + 1}$$

$$n = \frac{5047}{5047(15\%^2) + 1} = 44$$

Keterangan:

n = Jumlah responden

N = Jumlah total masyarakat yang tinggal di Desa Tekad

e = tingkat presisi 15%

penelitian berikut merupakan penelitian yang bersifat kualitatif dengan tujuan utama peneliti menemukan *key informan*(informan kunci). Data lain yang diperoleh pada penelitian ini merupakan data skunder berupa arsip atau dokumen dari penelitian terdahulu ataupun sumber lainnya. (iii). Pengolahan data dilakukan dengan menganalisis pengelolaan lahan yang diterapkan di Desa Tekad Kec. Pulau Panggung Tanggamus. Untuk data demografi responden diolah secara sederhana menggunakan aplikasi SPSS dengan tujuan mengetahui korelasi antara pengetahuan, umur, gender dan suku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data demografi responden yang berpartisipasi dalam pengelolaan lahan di Desa Tekad Kec. Pulau Panggung Tanggamus.

Data Korelasi

Tabel 1. Hasil uji korelasi antara umur, gender, suku dengan pengetahuan mengenai konservasi tanah di Desa Tekad Kec.Pulau Panggung Kab. Tanggamus.

		Correlations			
		Gender	Umur	Suku	Pengetahuan
Gender	Pearson Correlation	1	-,049	-,009	,099
	Sig. (2-tailed)		,756	,952	,529
	N	43	43	43	43
Umur	Pearson Correlation	-,049	1	-,193	,405**
	Sig. (2-tailed)	,756		,215	,007
	N	43	43	43	43
Suku	Pearson Correlation	-,009	-,193	1	,105
	Sig. (2-tailed)	,952	,215		,504
	N	43	43	43	43
Pengetahuan	Pearson Correlation	,099	,405**	,105	1
	Sig. (2-tailed)	,529	,007	,504	
	N	43	43	43	43

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

SD: sig. <0,05 maka berkorelasi >0,05 Maka tidak berkorelasi

Persen derajat hubungan: NPC 0,00-0,20= tidak ada korelasi

NPC 0,21-0,60= korelasi sedang

NPC 0,61-0,80= korelasi kuat

NPC 0,81-1,00= korelasi sempurna.

Umur Responden

Umur adalah salah satu variabel yang berpengaruh terhadap pengetahuan seseorang, Safira (2016) mengemukakan bahwa umur berpengaruh secara signifikan terhadap pengetahuan suatu masyarakat. Berdasarkan data yang diperoleh dari responden yaitu sebesar 0,007 maka umur

berpengaruh secara signifikan terhadap pengetahuan. Umur responden yang di wawancarai pada penelitian ini berkisar antara 25- >45.

Tabel 2. Umur Responden

Umur	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>
	2	27,3%
Valid	3	72,7%
Total	44	100,0%

Sumber: Data Primer (2019).

Ket: Umur = < 25 *1
25-45 *2
> 45 *3

Suku Responden

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan kelompok etnik (suku) memiliki beberapa kemampuan pola berfikir secara berkembang, teratur dan beraneka ragam mengenai pengetahuan, pengetahuan tersebut dapat berupa mengetahui mengenai cara bercocok tanam dan pengelolaan lahan seperti agroforestri (Iskandar, 2016). Data yang diperoleh berdasarkan analisis korelasi diatas di dapatkan hasil korelasi sebesar 0,504 yang mewakili hubungan korelasi yang sedang.

Gender responden

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Jayathilake (2013) mengemukakan bahwa laki-laki lebih berani mengambil resiko dan mengerjakan pekerjaan yang lebih berat sedangkan perempuan lebih banyak menghindari resiko. Berdasarkan data yang diperoleh dari responden data analisis signifikan menyatakan bahwa gender tidak berkorelasi sama sekali, dengan nilai korelasi sebesar 0,099. Hal tersebut menjelaskan bahwa pengambilan resiko yang lebih tidak mempengaruhi suatu pengetahuan dan dapat disimpulkan bahwa gender tidak berpengaruh terhadap pengetahuan seseorang.

Tabel 3. Gender Responden yang melakukan pengolahan lahan agroforestri di Desa Tekad Kec Pulau Panggang Tanggamus.

Gender	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>
1	38	86,4%
Valid	2	13,6%
Total	44	100,0%

Sumber: Data Primer (2019)

Ket:

Gender = Laki-laki *1
Perempuan *2

Jenis tanaman pada lahan agroforestri di Desa Tekad Kec. Pulau Panggang Tanggamus

Jenis tanaman pada lahan agroforestri merupakan tanaman yang biasanya memiliki sistem multikultur. Penerapan pola agroforestri merupakan salah satu cara dalam menunjang kebutuhan hidup (Lestari dan Prenomo, 2014). Tanaman yang ditanam oleh responden di lahan mereka merupakan tanaman yang biasanya memiliki manfaat untuk kebutuhan sehari – hari. Berikut merupakan jenis tanaman yang di tanam di lahan agroforestri milik warga di Desa Tekad Kec. Pulau Panggang Tanggamu.

Tabel 4. Jenis tanaman

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah
1	Kopi	<i>Coffea</i>
2	Johar	<i>Cassia siamea</i>
3	Lada	<i>Piper nigrum</i>
4	Sono keeling	<i>Dalbergia latifolia</i>
5	Pisang	<i>Musa</i>
6	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>
7	Mindi	<i>Melia azedarach</i>
8	Sengon	<i>Albizia chinensis</i>
9	jambe/pinang	<i>Areca catechu</i>
10	Pete	<i>Parkia speciosa</i>
11	Coklat	<i>Theobroma cacao</i>
12	Aren	<i>Arenga pinnata</i>
13	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>
14	Tales	<i>Colocasia esculenta</i>
15	Bayur	<i>Pterospermum</i>
16	Afrika	<i>Prunus Africana</i>
17	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>
18	Dadap	<i>Erythrina variegata</i>
19	cabai kecil	<i>Capsicum annuum 'Bird's Eye'</i>
20	Jarak	<i>Ricinus communis</i>
21	Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>
22	Jati	<i>Tectona grandis</i>
23	tanaman merah (puring)	<i>Codiaeum variegatum</i>
24	Alpukat	<i>Persea americana</i>
25	Kapuk	<i>Ceiba pentandra</i>

Sumber: Data Primer (2019)

Jenis kegiatan pada pengelolaan lahan agroforestri berdasarkan suku jawa dan lampung.

Kegiatan pengolaan dan pemanfaatan lahan yang telah dilakukan oleh masyarakat dapat didasari oleh pengetahuan ekologi lokal (Safira, 2016). Kearifan lokal dari suatu masyarakat juga dapat berupa pengenalan jenis-jenis botani, tumbuhan, pemanfaatan dan pengelolaannya, pengetahuan mengenai pertanian atau ekologi agroekosistem seperti pengelolaan berbagai jenis agroforestri tradisional (Iskandar, 2016).

Tabel 5. Kegiatan pengolahan lahan yang dilakukan suku jawa.

No	Jenis Kegiatan	Pengelolaan yang dilakukan
1	Pembukaan Lahan	Lahan yang akan dibuka biasanya dibakar dengan tujuan untuk mengeringkan tanaman dan membuat tanah menjadi lebih subur atau biasa disebut dengan permudaan. Sebelum ditanami oleh tanaman pokok biasanya lahan yang baru saja dibuka ditanami oleh tanaman selingan seperti sayur sayuran dan palawija berupa padi jagung, padi gogo hal tersebut dilakukan untuk mencegah kembali tumbuhnya rumput. Pembukaan lahan biasanya dilakukan secara bersama-sama atau biasa disebut borongan. Pembukaan lahan biasanya dilakukan pada waktu tertentu yang disebut dengan hari baik menurut masyarakat hari baik adalah hari rabu. Alat yang digunakan adalah cangkul.
2	Pengolahan tanah	Pengolahan tanah yang dilakukan biasa disebut dengan <i>ngoret</i> dengan tujuan menghilangkan gulma dan memperbaiki tekstur tanah, selain ngoret kegiatan lain yang dilakukan ialah pembuatan gulub pada tanah yaitu melakukan penumpukan tanah dengan tujuan agar air tidak menggenang pada lahan. Perlakuan lain yang dilakukan berupa pembersihan rumput pada lahan agroforestri. Pemupukan dilakukan pada setiap awal musim hujan dan akhir musim hujan dengan tujuan agar hasil pemupukan lebih maksimal. Pemupukan dilakukan menggunakan pupuk organik berupa pupuk kompos sebanyak 4 kg untuk 1 lubang tanam.
3	Persiapan bibit	Bibit yang peroleh didapat dari penyemaian biji sendiri alasannya pengambilan bibit langsung karena sudah turun temurun dari nenek moyang. Pengerjaan dilakukan oleh buruh upahan (orang yang bekerja saat dimintai tolong) dengan upah sebesar 50 ribu per hari untuk laki-laki sedangkan untuk wanita upah yang diperoleh lebih sedikit hal tersebut disebabkan karena tenaga lelaki lebih kuat menurut salah satu pemilik ladang agroforestri di desa tekad. Cara yang dilakukan dalam pembuatan semai ialah dengan pemilihan biji dengan memetik biji kemudian biji kopi tersebut tidak di jemur namun direndam selama beberapa jam agar biji mengelupas barulah biji dimasukan kedalam polibag. Selain memetik biji secara langsung masyarakat suku jawa biasanya menggunakan biji yang sudah jatuh ke tanah dengan melihat ciri-ciri biji yang baik yaitu biji yang mulai tumbuh daunnya. Alasan menggunakan bibit yang sudah jatuh ialah tidak perlu repot untuk membawa bibit ke kebun.
4	Penanaman	Cara yang dilakukan dalam penanaman oleh suku jawa di desa tekad kec. pulau panggung adalah dengan menentukan jarak tanam, untuk tanaman kopi jarak yang digunakan adalah 2x2m. Pengerjaan pada penanaman dilakukan oleh anggota keluarga karena lebih ekonomis. Sebelum melakukan penanaman biasanya dilakukan pelubangan pada lahan yang akan ditanami, kemudian bibit yang telah disemai dimasukan kedalam lubang dengan memotong bagian ujung akar, setelah itu di <i>uruk</i> (di tutup tanah) kemudian ditambahkan pupuk berupa pupuk kompos bekas kotoran ternak pemakaian pupuk ini digunakan dengan alasan lebih murah dan dapat mempertahankan unsur hara tanah secara terus-menerus.
5	Pemanenan	Pemanenan dilakukan sebanyak 3 kali yang pertama dipanen merupakan panen selang dengan mengambil biji yang tua lebih dahulu atau memiliki warna yang berbeda, setelah itu dilakukan pemanenan kedua yang merupakan pemanenan musim yaitu panen besar kemudian terakhir merupakan panen penghabisan.

Alat yang digunakan pada pemanenan berupa *ginjar* merupakan tempat yang digunakan untuk meletakkan biji kopi yang di panen, ginjar berbentuk seperti bakul namun berlubang agar hama berupa semut dapat keluar dari ginjar. Alat lain yang digunakan berupa keruntung yang berbentuk mirip ginjar namun lebih lonjong dari ginjar. Biji yang telah dipanen kemudian dijemur dalam waktu 20-30 hari jika musim panas namun dapat mencapai 30> di musim hujan. Tanaman pagar yang digunakan di lahan yang dikelola oleh suku Jawa berupa pohon jati dan mahoni.

Tabel 6. Kegiatan pengelolaan lahan yang dilakukan suku Lampung.

No	Jenis Kegiatan	Pengelolaan yang dilakukan
1	Pembukaan Lahan	Pembukaan lahan dengan cara <i>di cacar</i> atau ditebang untuk masyarakat Lampung yang tinggal di desa tekad. Tahapan untuk pembukaan lahan selanjutnya ialah dengan melakukan pembakaran sisa- sisa tunggul kayu yang tersisa pada lahan yang akan di buka, penanaman yang dilakukan pertama kali pada lahan yang baru mereka buka yaitu dengan menanam langsung tanaman pokok berupa kopi, tahapan selanjutnya ialah menanam tanaman selingan atau biasa disebut dengan tumpangsari dengan alasan hasil yang didapat akan lebih banyak dan merupakan kegiatan yang telah dilakukan secara turun-temurun. Alat yang digunakan dalam membuka lahan berupa kapak untuk menebang pohon dengan ukuran besar dan <i>parang</i> (golok) untuk menebang pohon dengan ukuran yang kecil. Persiapan dalam pembukaan lahan adalah melakukan do'a bersama yang biasanya dilakukan oleh keluarga yang akan membuka lahan dengan niat yang baik untuk membuka lahan tersebut.
2	Pengolahan tanah	Lahan yang dikelola pada lahan dengan mayoritas lahan miring, perlakuan yang diterapkan oleh suku Lampung ialah dengan melakukan <i>penggurahan tanah</i> (penggemburan tanah) dengan alat berupa tembilang untuk menggurah tanah, dan cangkul untuk menanam tanaman dilahan, hal tersebut dilakukan dengan alasan tanah yang ditanami harus tetap gembur agar dapat menyerap unsur hara secara maksimal. Pemupukan yang dilakukan berupa pemupukan secara organik berupa pupuk kompos dan <i>koyor</i> . Pupuk kompos merupakan pupuk dasar untuk lahan yang telah ditanami, pemupukan dengan menggunakan pupuk kompos biasanya dilakukan satu tahun sekali, pupuk <i>koyor</i> merupakan pupuk organik berbentuk cair dengan cara pembuatan berupa kotoran ternak yang direndam menggunakan air selama beberapa malam kemudian airnya di ambil untuk pupuk. Pupuk <i>koyor</i> ini biasanya dipakai untuk lahan yang jauh karena lebih efisien, tahapan pemupukan nya sendiri tidak berbeda jauh dengan pemupukan pada umumnya yaitu di siramkan pada tanah di sekitan tanaman yang akan dipupuk dengan takaran 1 gelas pupuk digunakan untuk 1 batang, pemupukan dengan pupuk <i>koyor</i> ini juga dilakukan secara tentatif tergantung kebutuhan lahannya.
3	Persiapan bibit	Bibit diperoleh dari lahan yang mereka kelola sendiri selanjutnya bibit tersebut di semai langsung ke lahan yang telah disiapkan kemudian bibit yang telah di tanam di tutupi oleh ilalang kering dan daun kelapa kering tujuannya ialah agar air dapat meresap ke tanah. Istilah yang digunakan untuk biji yang akan digunakan dalam pembibitan tersebut yaitu dengan di <i>plontos</i> . Alat yang digunakan pada pembibitan ini berupa cangkul untuk menanam bibit.

4	Penanaman	Semai yang sudah berumur beberapa bulan kemudian dimasukkan kedalam polybag sampai semai siap untuk di tanam pada lahan. Terdapat dua cara pada penanaman yaitudengan menanam langsung dengan polybagnya ikut tertanam dan dengan cara melepas polybag terlebih dahulu sehingga harus memotong akar tunjang dengan tujuan akar tidak terlalu paanjang dan akan menekuk.
5	Pemanenan	Pemanenan akan dilakukan pada 1 tahun sekali namun ada beberapa kali pengambilan biji per panennya, yaitu untuk pemanenan pertama disebut <i>nyemang</i> atau sebutan untuk pengambilan beberapa biji kopi yang sudah siap panen terlebih dahulu, kemudian satu bulan selanjutnya barulah panen besar selama 2 musim atau 2 kali pemanenan setelah itu tahapan terakhir pemanenan yaitu <i>lelesan</i> merupakan pemanenan kopi terakhir biasanya lelesan juga dilakukan dengan mengambil biji yang sudah jatuh di tanah sebelum diambil. Istilah yang digunakan pada pemanenan menurut suku lampung ialah <i>mutil</i> . Alat yang digunakan pada pemanenan berupa sarung tangan untuk mrlindungi tangan dari serangan hama, <i>kinjar/keroncong</i> yang merupakan alat untuk menampung kopi yang dipanen sebelum dimasukkan ke dalam karung alat ini dibuat dari bambu berbentuk mirip bakul namun lebih panjang.

Sumber: Data Primer (2019)

Masyarakat lokal merupakan suatu kelompok yang tinggal di suatu daerah dan menetap di tempat tersebut (Permana, 2011). Iskandar (2016) mengemukakan bahwa masyarakat lokal telah memiliki kemampuan berfikir sberkembang dan beraneka ragam dengan pola yang teratur mengetahui pengetahuan yang mereka terapkan dalam kehidupan sehari- hari. Dari data yang diperoleh diatas, terdapat beberapa perbedaan kegiatan yang dilakukan oleh dua suku (*etnik*) sebagai masyarakat lokal yang menetap di Pekon Tekad Tanggamus. Mulai dari pembukaan lahan hingga pemanenan. Perbedaan kegiatan tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diatas sehingga jenis pengelolaan yang dilakukan pun berbeda. Data diatas menjelaskan bagaimana proses yang dilakukan oleh masing-masing suku dalam mengolah lahannya. pengelolan lahan yang dilakukan merupakan suatu upaya untuk mempertahankan dan menjaga kondisi tanah sehingga produksi dari lahan yang mereka kelola dapat tetap berkelanjutan. Salah satu pengelolaan lahan yang mereka terapkan berupa pengolahan tanah seperti "*ngoret*" (pengolahan tanah pada suku jawa), "*uruk*" (istilah yang berarti menimbun pada waktu penanaman pada suku jawa), "*ginjar*" (alat pemanenan oleh suku jawa), pupuk organik atau biasa disebut "*koyor*" oleh suku Lampung, "*di cacar*" (istilah pembukaan lahan dengan cara ditebang oleh suku Lampung), "*nyemang*" (istilah dari tahap pengambilan biji kopi di awal musim oleh suku lampung), "*mutil*" (istilah pemanenan pada suku lampung), "*lelesan*" (istilah untuk pemanenan kopi tahap akhir oleh suku lampung), "*kinjar/keroncong*" (alat yang digunakan untuk menampung kopi oleh suku Lampung). Dari data yang diperoleh, masyarakat telah memahami bahwa dengan pengolaan lahan dan konservasi tanah yang baik maka lahan yang mereka kelola akan mempertahankan jumlah produksi yang diperoleh secara berkelanjutan. Namun kegiatan yang mereka lakukan belum dapat didukung oleh kebijakan yang ada karena belum adanya kebijakan daerah di Tanggamus yang menjelaskan langsung tentang pentingnya konservasi tanah untuk keberlanjutan lahan agroforestri yang mereka kelola. Sehingga diperlukannya suatu kebijakan mengenai pentingnya konservasi tanah di lahan agroforestri di tingkat kabupaten maupun provinsi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ini saya persembahkan kepada Tuhan yang Maha Esa Allah SWT , juga kepada kedua orang tua saya beserta kedua saudara laki-laki saya dan juga terimakasih kepada para dosen yang bersedia telah membimbing saya dalam mengerjakan tulisan ini dan tak lupa kepada saudara-saudara satu angkatan saya TWISTER yang telah menemani saya dari semester 1 hingga

sekarang, terakhir terimakasih kepada Universitas Lampung yang telah memberikan saya kesempatan untuk menimba ilmu yang insyaallah dapat bermanfaat bagi siapapun Amin.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto., Rachman, I. & Toknok, B. (2014). Kearifan masyarakat lokal dalam pengelolaan hutan di desa rano kecamatan balaesang tanjung kabupaten Donggala. *J. Warta Rimba*. 2(2) 84-91.
- Badan Pusat Statistik. (2015). Statistik Indonesia 2015. Buku. Badan Pusat Statistik. Kabupaten Tanggamus.
- Harahap, S. S. (2013). *Analisis Kritis Atas Laporan Keuangan Edisi 11*. Buku. Rajawali Pers, Jakarta.
- Ikrima, J. 2013. *Pengetahuan Masyarakat Dalam Pemanfaatan Hasil Hutan Bukan Kayu (Hhbk) Di Kawasan Cagar Alam Gunung Sibela*. IPB. Bogor.
- Iskandar, J. (2014). *Manusia dan Lingkungan dengan Berbagai Perubahannya*. Buku. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Iskandar, J. (2016). Etnobiologi dan Keragaman Budaya di Indonesia. *Indonesian J of Anthopology* eISSN 2528-1569 pISSN 2528-2115. 1 (1): 27-41.
- Lestari, S. dan B. T. Premono. 2014. Penguatan agroforestri dalam upaya mitigasi perubahan iklim: Kasus Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 11:1-12.
- Permana, R. C. E., Isman, P. N. & Jajang, G. (2011). Kearifan lokal tentang mitigasi bencana pada masyarakat baduy. *J. Makara, sosial humaniora*. 15(1): 67-76.
- Safira., G, Wulandari, C. & Kaskoyo, H. (2016). Kajian Pengetahuan Ekologi Lokal Dalam Konservasi Tanah Dan Air Di Sekitar Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman (Studi Kasus di Desa Bogorejo Kecamatan Gedong Tataan). *J. Sylva Lestari*. 5 (2): 23-29.

**PENGARUH PENDIDIKAN DAN PENGALAMAN PETANI TERHADAP KELESTARIAN
AGROFORESTRI KOPI CODOT DI HKM BERINGIN JAYA**

Deni Setiawan*¹, Christine Wulandari^{1,2}, Slamet Budi Yowono^{1,2}, Samsul Bakri^{1,3}

¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

²Magister Ilmu Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

³Magister Ilmu Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

Jl. Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia.

e-mail: *¹deni1996setiawan@gmail.com, ¹christine.wulandari@fp.unila.ac.id,

¹sbyuwoono_unila@yahoo.com, ¹samsul.bakri@fp.unila.ac.id

Abstrak. *Kelompok Hutan Kemasyarakatan Beringin Jaya memiliki jenis kopi unggulan yaitu kopi codot. Produksi kopi codot ini masih rendah berkisar antara 1-30 kg/tahun/ha. Diketahui bahwa harga kopi codot lebih mahal dibandingkan kopi biasa yaitu Rp. 30,000/kg. Salah satu permasalahan dalam pengelolaan kopi codot yaitu belum diketahuinya faktor-faktor yang mempengaruhi produksinya. Hasil analisis secara simultan menunjukkan bahwa variabel pendidikan formal, pendidikan nonformal, dan pengalaman berpengaruh nyata terhadap produksi namun secara parsial variabel yang menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap produksi hanya variabel pengalaman. Berdasarkan temuan tersebut, petani yang berpengalaman tentu akan memperoleh produksi yang lebih tinggi.*

Kata kunci: kopi codot, produksi, pendidikan, pengalaman

Abstract. *Beringin Jaya Community Forest Group has superior coffee types, namely codot coffee. This codot coffee production is still low between 1-30 kg/yr/ha. It's known that the price of codot coffee is more expensive than ordinary coffee, which is Rp. 30.000/kg. One problem in management of codot coffee is that the factors that influence its production are not yet known. The results of the analysis simultaneously show that the variables of formal education, non-formal education, and experience have a significant effect on production, but partially the variables that show a significant effect on production are only experience variables. Based on these findings, experienced farmers will certainly get higher production.*

Kata Kunci: community forestry, women farmers group

PENDAHULUAN

Hutan kemasyarakatan merupakan salah satu program pemerintah dalam pengelolaan hutan di Indonesia yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan pengembalian fungsi kawasan hutan sehingga kelestariannya terjaga. Berdasarkan Peraturan P83/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2016 tentang Perhutanan Sosial, pemberian akses pemanfaatan hutan kepada masyarakat melalui pemberian Izin Usaha Pemanfaatan Hutan Kemasyarakatan (IUPHKm). Izin ini juga harus didapatkan oleh Kelompok HKm Beringin Jaya. Berdasarkan surat keputusan bupati tanggamus No B.465/34/II/2014 HKm beringin jaya terletak di KPHL Kota Agung merupakan salah satu HKm yang telah mendapat IUPHKm pada 30 Desember 2014.

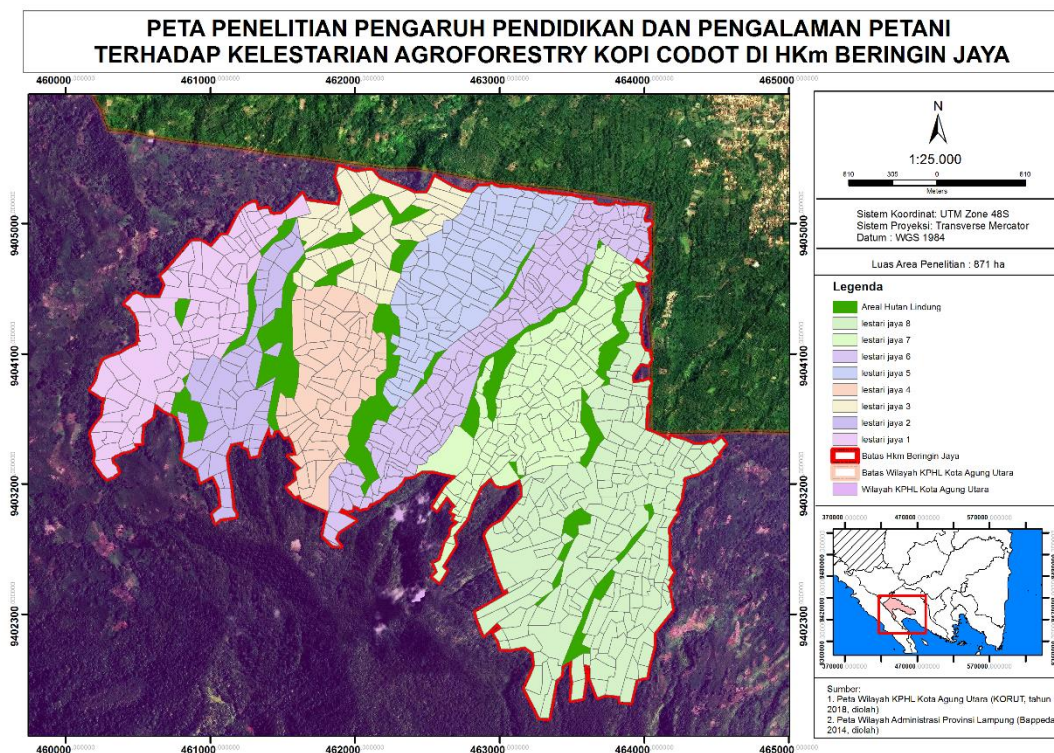
Pengelolaan hutan yang dilakukan oleh HKm beringin jaya menggunakan sistem agroforestri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Anwar & Hakim (2010), yang menyatakan bahwa salah satu komponen utama dalam keberhasilan program perhutanan sosial adalah penyelenggaraan teknik agroforestri. Sistem agroforestri dapat diartikan sebagai suatu sistem pemanfaatan lahan dikombinasikan secara simultan dan sekuensial, sehingga dapat meningkatkan total produksi tanaman atau ternak atau perikanan dan usaha ternak madunya (Wulandari, 2015). Sistem agroforestry yang diterapkan di HKm Beringin Jaya merupakan perpaduan antara tanaman kopi dengan tanaman kehutanan. Sebagian besar pepohonan di HKm beringin jaya menghasilkan buah seperti pohon alpukat (*Persea americana*), pala (*Myristica fragrans*), jambu biji (*Psidium guajava*) dan jambu air (*Syzygium aqueum*). Pepohonan tersebut membuat beberapa satwa hinggap salah satunya adalah codot. Banyak

populasi cocot yang ditemukan di areal HKm Beringin Jaya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sandriani (2015), bahwa cocot memiliki perilaku selalu hinggap pada pohon yang memiliki buah. Banyaknya populasi cocot pada areal HKm menjadikan kelompok HKm beringin jaya menghasilkan kopi yang unik yaitu kopi cocot.

Kopi cocot merupakan kopi yang dihasilkan dari dari sisa makanan cocot dan memiliki rasa yang khas dikarenakan sisa-sisa makanan cocot biasanya diserap cairan daun maupun buahnya (Suyanto, 2002). Selain rasanya yang khas juga memiliki harga yang lebih tinggi dibandingkan kopi robusta lainnya hal ini dapat dilihat dalam salah satu situs penjualan online Bukalapak.com. Kopi cocot untuk kemasan 200 gram di jual dengan harga Rp 90,000 sedangkan untuk kopi robusta lampung 200 gram di jual dengan harga Rp 40,000. Salah satu permasalahan dalam pengelolaan kopi cocot yaitu belum diketahuinya faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produksinya. Menurut Hutaeruk (2009), produksi tanaman kopi yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh pengetahuan petani yang diperoleh dari pendidikan dan pengalaman petani. Hal tersebut dikarenakan pendidikan dan pengalaman akan membuat pengelolaan kopi cocot menjadi lebih baik hal tersebut sesuai dengan pernyataan Harimurti (2016), rendahnya pendidikan formal dan non formal yang rendah menyebabkan pengelolaan yang tidak optimal. Pengelolaan yang baik akan akan membuat tanah menjadi subur yang selanjutnya berdampak pada produksi kopi dan kelestarian hutan. Atas permasalahan tersebut peneliti ingin meneliti berapa besar pengaruh pendidikan dan pengalaman terhadap produksi kopi cocot di HKm Beringin Jaya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 sampai Januari 2019 di HKm beringin jaya yang terletak di KPH model Kota Agung utara kabupaten tanggamus provinsi lampung. Berikut merupakan peta penelitian



Gambar 1. Peta Penelitian

Populasi Petani kopi pada HKm beringin jaya berjumlah 561 responden sehingga jika dihitung menggunakan rumus slovin dengan tingkat *error* 15% maka didapat sampel dengan jumlah 41 responden. Hal tersebut sesuai dengan Arikunto (2011) mengatakan jika populasi lebih dari 100 maka batas *error* yang dapat digunakan adalah 10—15%. Pengambilan responden dilakukan secara

purposive sampling dengan kriteria peneliti dikarenakan tidak semua petani pada HKM beringin jaya sebagai petani kopi codot sehingga tidak dapat dijadikan sebagai responden.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode wawancara pada respnden secara langsung. Data yang di butuhkan semuanya merupakan data primer yang didapat dilapangan. Data tersebut terdiri atas produksi kopi codot, pendidikan formal, Non formal dan pengalaman petani kopi codot. Data yang telah terkumpul selanjutnya dianalisi menggunakan alisis regresi linear berganda dengan tingkat kepercayaan 95%. Adapun formulasinya dapat di tulis sebagai berikut :

$$[Y]_i = \alpha_0 + \alpha_1.[FRML]_i + \alpha_2.[N_FRML]_i + \alpha_3.[PNGLMN]_i$$

Keterangan:

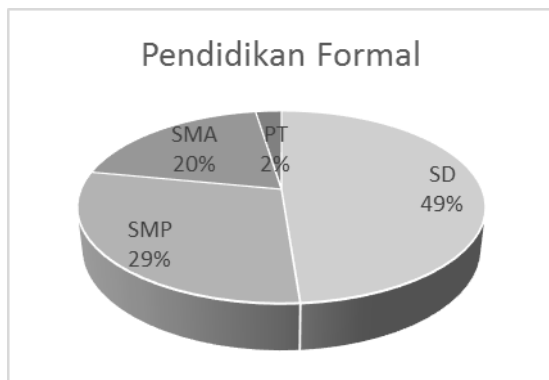
- [Y] = Produksi Kopi Codot
- [FRML] = Pendidikan Formal
- [N_FRML] = Pendidikan Non Formal
- [PNGLMN] = Pengalaman Petani

Analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh pendidikan formal, Non formal dan pengalaman petani kopi codot terhadap produksi kopi codot baik secara simultan (Uji F) maupun secara parsial (Uji t-student).

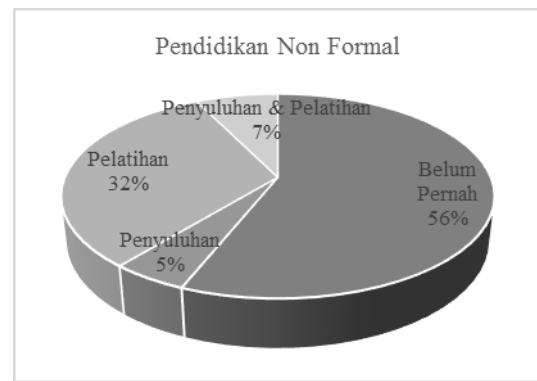
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Pendidikan petani kopi codot di golongan menjadi dua yaitu pendidikan formal dan pendidikan formal. Menurut Cahyono (2011) tingkat pendidikan akan mempengaruhi pola pikir dan prilaku petani terhadap hutan .sehingga dengan tingkat pendidikan petani kopi codot yang berbeda akan berbeda pula dalam pengelolaan kopi codotnya. Persentase pendidikan petani kopi codot dapat dilihat pada diagram lingkaran dibawah ini.



Gambar 2. Diagram pendidikan formal



Gambar 3. Diagram pendidikan non formal

Pengalaman petani kopi codot dalam mengelola kopi codot berkisar 2-7 tahun. Awalnya masyarakat mengelola kopi codot hanya untuk di konsumsi sendiri karena rasanya yang khas dan belum ada pedagang yang membeli kopi codot. Proses jual beli kopi codot dilakukan 2 tahun yang lalu sehingga membuat beberapa petani kopi mengembangkan kopi codot karena harganya lebih mahal.

Analisis Faktor Produksi Kopi Codot

Persamaan regresi linier berganda pengaruh pendidikan dan pengalaman terhadap produksi kopi codot dapat di sajikan dalam persamaan sebagai berikut:

$$[PRDKS] = - 9,04 + 0,098 [FRML] + 0,80 [N_FRML] + 3,89 [PNGLMN]$$

Persamaan regresi linier berganda tersebut dapat di artikan :

1. Konstanta (b0) sebesar - 9,04 artinya jika tidak terdapat pengaruh dari pendidikan formal, pendidikan non formal dan pengalaman maka produktifitas tanaman kopi akan tetap turun sebesar 9,04 kg/ha.
2. Koefisien regresi X^1 [FRML] menunjukkan bahwa pendidikan formal berpengaruh positif terhadap produktifitas tanaman kopi codot. Jika setiap petani kopi codot mendapat pendidikan non formal maka produktifitas tanaman kopi codot akan bertambah sebesar 0,098 kg/ha.
3. Koefisien regresi X^2 [N_FRML] menunjukkan bahwa pendidikan formal berpengaruh positif terhadap produktifitas tanaman kopi codot. Jika setiap petani kopi codot mendapat pendidikan non formal maka produktifitas tanaman kopi codot akan bertambah sebesar 0,098 kg/ha.
4. Koefisien regresi X^3 [PNGLMN] menunjukkan bahwa pengalaman berpengaruh positif terhadap produktifitas tanaman kopi codot. Jika pengalaman petani kopi codot meningkat 1 (satu) tahun maka produktifitas tanaman kopi codot bertambah sebesar 3,89 kg/ha.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa jika pendidikan formal, pendidikan non formal dan pengalaman tidak diterapkan dalam pengelolaan agroforestri kopi codot menunjukkan hasil yang negatif terhadap produksi kopi codot. Hal ini berbanding terbalik jika pendidikan formal, pendidikan non formal dan pengalaman tidak diterapkan dalam pengelolaan agroforestri kopi codot menunjukkan pengaruh yang positif terhadap produktifitas tanaman kopi. Hal itu berarti bahwa semakin tinggi pendidikan non formal dan pengalaman petani kopi codot maka semakin tinggi produkti kopi codot yang dihasilkan petani kopi codot.

Tabel 1. Hasil Uji F pengaruh pendidikan terhadap produksi kopi codot.

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	1614,52	538,17	21,14	0,004
Residual Error	37	941,87	25,46		
Total	40	2556,39			

Pengaruh secara simultan antara diartikan variabel pendidikan formal, pendidikan non formal dan pengalaman terhadap dapat dijelaskan dengan nilai signifikansi dan nilai F. Tabel diatas menjelaskan bahwa model regresi ini memiliki nilai signifikansi sebesar 0,004 nilai tersebut lebih kecil dari 0,05. Nilai F-hitung sebesar 21,14 sedangkan nilai F-tabel sebesar 2,85 dimana nilai F-hitung lebih besar dibandingkan nilai F-tabel. Hal tersebut dapat diartikan variabel pendidikan formal, pendidikan non formal dan pengalaman secara simultan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap produksi kopi codot. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hutaeruk (2009) yang menyatakan variabel pendidikan formal, pendidikan non formal dan pengalaman secara simultan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produksi kopi.

Tabel 2. Hasil Uji t-student pengaruh pendidikan terhadap produksi kopi codot.

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-9,044	3,167	-2,86	0,007
[FRML]	0,0981	0,9626	0,1	0,919
[N_FRML]	0,797	1,32	0,6	0,550
[PNGLMN]	3,8863	0,5001	7,77	0,004 *

*)

S = 5,04538

R-Sq = 63,2%

R-Sq(adj) = 60,2%

Untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel produktifitas tanaman kopi maka dapat dilihat dari nilai koefisien determinasinya (R-Sq) Hasil analisis menunjukkan bahwa koefisien determinasi untuk model ini adalah 63,2% produktifitas tanaman kopi dipengaruhi oleh faktor pengalaman, pendidikan formal dan pendidikan non formal. Sedangkan 36,8 % dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang tidak dapat dijelaskan dalam model ini.

1. Pendidikan Formal

Variabel pendidikan formal memiliki nilai signifikan 0,919 dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga diartikan pendidikan formal memiliki pengaruh yang tidak nyata terhadap produksi

kopi codot. Hal tersebut juga di jelakan dengan nilai F-hitung 0,1 lebih kecil dari F-tabel 2,02. Pengaruh yang tidak nyata di sebabkan karena kopi codot bukan merupakan komoditas utama melainkan hanya hasil sampingan dari pengelolaan kopi sehingga masyarakat yang memiliki tingkat pendidikan yang tinggi tidak akan sempat mengelola kopi codot karena memiliki waktu yang lebih sedikit karena pekerjaan lain. Selain itu, cara mengambil kopi codot yang memakan waktu karena terdapat di tanah. Kurangnya pengetahuan masyarakat juga merupakan salah satu alasannya karena jarang dilakukannya penyuluhan dan pelatihan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Qurniati dkk.(2017) menjelaskan pendidikan formal yang rendah perlu ditunjang dengan pendidikan non formal berupa penyuluhan dan pelatihan agar dalam pengelolaan dapat maksimal.

2. Pendidikan Non Formal

Variabel pendidikan non formal memiliki nilai signifikan 0,550 nilai tersebut lebih besar dari 0,05. Selain itu, F-hitung 0,6 memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai F-tabel 2,02 sehingga dapat di artikan pendidikan non formal memiliki pengaruh yang tidak nyata terhadap produksi kopi codot. Pendidikan non formal yang dilakukan berupa kegiatan penyuluhan dan pelatihan kepada masyarakat petani kopi. Pengaruh yang tidak nyata di sebabkan karena penyuluhan dan pelatihan yang dilakukan tidak dilakukan secara berkesinambungan. Selain kegiatan penyuluhan dan pelatihan yang tidak dilakukan secara terus menerus hal tersebut juga dikarenakan tidak semua petani mendapat kesempatan untuk ikut dalam penyuluhan dan pelatihan tersebut. Terkadang juga ada beberapa petani yang enggan mengikuti kegiatan tersebut. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Rohana 2016 Penyuluh sebagai komunikator pembangunan diharapkan dapat bermain multiperan, sebagai guru, pembimbing, penasehat, penyampai informasi dan mitrapetani sehingga jika pendidikan non formal tidak dilakukan dengan baik maka memiliki pengaruh yang tidak nyata terhadap produksi kopi codot.

3. Variabel Pengalaman

Variabel pengalaman merupakan variabel yang memiliki pengaruh yang nyata terhadap produksi kopi codot. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai signifikan variabel pengalaman sebesar 0,004 dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan 0,05. Selain itu, nilai F-hitung 7,77 memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai F tabel. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Hutaeruk (2009), yang menyatakan bahwa pengalaman memiliki pengaruh yang nyata terhadap suatu produksi kopi. Pengaruh yang nyata dikarenakan petani yang lebih berpengalaman mengetahui cara memperoleh kopi codot dengan jumlah yang lebih banyak. Selain itu petani yang berpengalaman sudah merasakan nilai ekonomi kopi codot yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa syukur saya panjatkan pada Allah SWT, terimakasih kepada pengelola KPHL Kota Agung Utara dan Kelompok HKm Beringin Jaya yang telah memberikan informasi dan membantu dalam pengambilan penelitian. Kepada Ibu/Bapak Dosen yang telah membimbing dalam penulisan maupun pemikiran sampai selesainya penelitian ini dan teman-teman di Jurusan Kehutanan yang telah membantu terselesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S. dan Hakim, I. 2010. *Social forestry menuju restorasi pembangunan kehutanan Berkelanjutan*. Buku. Pusat penelitian dan pengembangan perubahan iklim dan Kebijakan.
- Arikunto, S. 2011. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Cahyono, A. S. 2011. Faktor-faktor yang mempengaruhi petani menyadap pinus di kawasan hutan dengan tujuan khusus (KHDTK) gombang. *J.Teno Hutan Tanaman*.4(2):51—52.
- Harimurti,C.S. 2016. Analisis pengetahuan kognitif petani hutan dalam melaksanakan program pengelolaan hutan bersama masyarakat (phbm) di desa jomblang kecamatan jepon kabupaten blora. *Skripsi*. Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Semarang.

- Hutauruk, E.H. 2009. Pengaruh pendidikan dan pengalaman petani terhadap tingkat produktivitas tanaman kopi dan kontribusinya terhadap pengembangan wilayah di kabupaten tapanuli utara. *Tesis*. Universitas Sumatera Utara Medan.
- Nurrani, I dan Tabba, S. 2013. Persepsi dan tingkat ketergantungan masyarakat terhadap Sumberdaya alam taman nasional aketajawa lolobata di prov.insi Maluku Utara. *Jurnal penelitian sosial dan ekonomi kehutanan*. 10(1): 61-73.
- Peraturan Menteri P. 83 tahun 2016. *Perhutanan sosial*. Kantor Menteri Negara Sekretaris Negara Republik Indonesia. Jakarta.
- Peraturan Menteri Nomor P.88 tahun 2014. *Tentang Hutan kemasyarakatan*. Kantor Menteri Negara Sekretaris Negara Republik Indonesia. Jakarta.
- Qurniati R, Hidayat W, Kaskoyo H, Firdasari, Inoue, M. 2017. Social capital in mangrove Management: a case study in Lampung province, Indonesia. *Journal of forest and Environmental science*. 33(1): 8-21.
- Rohana, S. Wulandari, C. dan Yuwono, S.B. 2016. Peningkatan kualitas dan kuantitas sumberdaya manusia Pada kesatuan pengelolaan hutan lindung (kphl) batutegei dan Kota Agung utara di provinsi Lampung. *Jurnal sylvia lestari*. 4 (1) 31-40.
- Sandriani, G. Erianto dan Siahaan, S. 2015. Keanekaragaman jenis kelelawar (*chiroptera*) dalam Kawasan hutan lindung gunung Ambawang kecamatan Kubu kabupaten Kubu Raya. *Jurnal hutan lestari*. 4 (2) : 228 – 238.
- Sirojuzilam, 2005. *Beberapa Aspek Pembangunan Regional*. Ikatan Sarjana Ekonom Indonesia (ISEI). Bandung
- Suyanto, A. 2002. Perilaku Makan Codot *Cynopterus* Spp. (Chiroptera: Pteropooioae) di Kebun Raya Bogor. *Jurnal Zoo Indonesia*. 29:59-65.
- Vitayala, S. 2007. Motivasi, kepuasan kerja dan produktivitas penyuluh pertanian lapangan: kasus kabupaten Sukabumi. *Jurnal penyuluhan*. 3(7):90-99.
- Wulandari, C. 2015. Studi persepsi masyarakat tentang pengelolaan landscape agroforestri di sekitar sub Das Way Besai, Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 15:137-140.

KARAKTERISTIK SOSIAL EKONOMI YANG BERPENGARUH TERHADAP PENDAPATAN KELOMPOK HUTAN KEMASYARAKATAN PANCA TUNGGAL

Prila Idayanti*¹, Samsul Bakri^{1,2}, Christine Wulandari^{1,3}, Slamet Budi Yuwono^{1,3}

¹ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;

² Magister Ilmu Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

³ Pascasarjana Ilmu Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

Jl Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia.

e-mail: *¹prilaidayanti03@gmail.com, ²samsul.bakri@fp.unila.ac.id, ³chs.wulandari@gmail.com,
⁴sbyuwono_unila@yahoo.com

Abstrak. Peningkatan kesejahteraan petani sekitar hutan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya faktor sosial ekonomi termasuk pendapatan dan karakteristik masyarakatnya. Permasalahan yang diangkat yaitu belum diketahuinya karakteristik sosial ekonomi yang dapat mempengaruhi pendapatan kelompok Hutan Kemasyarakatan Panca Tunggal. Hasil optimasi parameter menggunakan analisis regresi linier berganda menunjukkan nilai uji F 10,37 dengan nilai P-Value 0,000. Karakteristik sosial ekonomi yang berpengaruh nyata terhadap pendapatan yaitu variabel jumlah jenis tanaman, status keanggotaan, pendidikan dan luas garapan. Secara keseluruhan, variabel sosial ekonomi berpengaruh sangat nyata terhadap pendapatan kelompok Hutan Kemasyarakatan tersebut.

Kata Kunci : Pendapatan, Peningkatan Kesejahteraan, sosial ekonomi

PENDAHULUAN

Hutan merupakan sumberdaya alam yang mampu menyediakan bahan-bahan kebutuhan dasar dan dimanfaatkan sebagai sumber pendapatan bagi masyarakat disekitar hutan, serta dapat meningkatkan kesejahteraan suatu bangsa (Fauzi, 2006; Sanjaya, 2016). Peningkatan kesejahteraan harus diikuti dengan adanya pengelolaan dan pembangunan yang baik. Pengelolaan sumberdaya hutan tidak terlepas dari adanya masyarakat di sekitar hutan yang ikut serta dalam pembangunan (Hamid et al. 2011). Hal ini menjadi penting karena kelestarian sumberdaya hutan kini semakin menurun yang akan berakibat pada kesejahteraan masyarakat (Adalina et al. 2015).

Melalui PermenLHK No P.83 tahun 2016, melibatkan masyarakat dalam mengelola hutan dapat dituangkan dalam kegiatan Perhutanan Sosial berupa Hutan Kemasyarakatan (HKm) (Wulandari et al. 2016). HKm memberikan hak kelola atas lahan hutan negara kepada masyarakat untuk mengelola lahan sesuai dengan tujuan peningkatan kesejahteraan masyarakat tanpa melupakan kelestarian hutannya. Namun, petani masih belum mampu mengolah lahan dengan baik sehingga HKm dinilai hanya dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan subsisten (Maryudi dan Krott, 2012). Disisi lain, HKm di Desa Tanjung Alai, Riau, menanam tanaman sela berupa karet, sungkai dan durian yang dapat dijadikan sebagai sumber pendapatan utama (Rochmayanto dan Sasmita, 2005). Sementara Sanudin et al. (2016) mengatakan HKm di Lampung dominan terhadap tanaman kopi, dan buah-buahan.

Kabupaten Way Kanan merupakan salah satu Kabupaten di Lampung yang memiliki kelompok HKm yang berada di kawasan KPH III Bukit Punggur dengan komoditas utamanya adalah karet, salah satunya yaitu HKm Panca Tunggal. Hasil getah dari tanaman karet menjadi pendapatan utama bagi petani di HKm tersebut. Besarnya pendapatan dipengaruhi oleh faktor-faktor sosial ekonomi yang dimiliki oleh petani (Zega et al., 2013, Adalina et al., 2015). Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan faktor sosial ekonomi yang dapat mempengaruhi pendapatan dan besarnya pengaruh yang diberikan terhadap petani di HKm Panca Tunggal.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Oktober 2018 di HKm Panca Tunggal, KPH III Bukit Punggur, Kabupaten Way Kanan, Lampung. HKm Panca Tunggal. Alat dan bahan yang digunakan

dalam penelitian ini adalah lembar kuisioner, kamera, *Microsoft Excel 2010* dan *Software Minitab 16* untuk mengolah data. Objek penelitian yaitu petani yang tergabung dalam kelompok HKm Panca Tunggal. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara dan studi pustaka.

Metode pengambilan sampel dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode *purposive sampling* dengan pertimbangan tertentu (Arikunto, 2006). Untuk hasil yang lebih baik dan akurat, sampel dapat diambil sebanyak 10-25% dari total subjek jika subjek ≥ 100 orang. Menurut data yang diperoleh dari data KPH, HKm Panca Tunggal beranggotakan 192 orang. Dengan demikian, sampel yang digunakan yaitu sebanyak 20 subjek atau 10% dari total populasi seperti penelitian yang dilakukan oleh Yudischa et al. (2014), dengan pertimbangan sebanyak 20 subjek telah dapat mewakili seluruh anggota HKm tersebut.\

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dan regresi linier berganda (Winata dan Yuliana, 2012). Analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis karakteristik petani hutan menggunakan *microsoft excel 2010*, sedangkan regresi linier berganda digunakan untuk menganalisis pengaruh karakteristik sosial ekonomi terhadap pendapatan. Analisis regresi linier berganda menggunakan *Software Minitab 16* dengan selang kepercayaan 95%, artinya kesalahan yang dapat ditoleransi yaitu sebesar 5% (0,05). Bentuk umum analisis ini yaitu menghubungkan variabel dependen (Y) dengan satu atau lebih variabel bebas. Variabel dependen (Y) dalam penelitian ini adalah pendapatan petani yang diperoleh dari mengolah lahan berupa hasil dari getah karet dan tanaman lain yang sudah berproduksi dilahannya, seperti kopi dan cengkeh. Variabel X yang digunakan yaitu umur responden, tingkat pendidikan, jumlah tanggungan, status keanggotaan HKm, jumlah jenis tanaman dan luas lahan.

Penentuan variabel ini berdasarkan atas penelitian yang dilakukan oleh Adalina et al. (2015) yang melakukan penelitian menggunakan variabel umur, tingkat pendidikan, jumlah tanggungan, dan luas lahan sebagai variabel independen sosial ekonomi yang telah memberikan pengaruh terhadap besarnya pendapatan. Selanjutnya ditambahkan variabel jumlah jenis tanaman dari penelitian yang dilakukan oleh Zega et al. (2013) dan status keanggotaan HKm sebagai variabel pelengkap sosial ekonomi. Model regresi yang digunakan untuk mengetahui pengaruh besarnya pendapatan petani dari adanya faktor sosial ekonomi adalah persamaan berikut.

$$[Y]_i = \alpha_0 + \alpha_1[UMR]_i + \alpha_2[J-TNMN]_i + \alpha_3[S-KAGT]_i + \alpha_4[JTG]_i + \alpha_5[D1_SD]_i + \alpha_6[D1_SMP]_i + \alpha_7[D1_SLTA]_i + \alpha_8[LG]_i + \varepsilon_i$$

Keterangan:

Y	= pendapatan petani penggarap lahan HKm (rupiah perbulan),
$\alpha_0 - \alpha_8$	= parameter model untuk kinerja peningkatan pendapatan,
UMR	= umur petani (tahun),
J-TNMN	= jumlah/jenis tanaman,
S-KAGT	= status dalam HKm,
JTG	= jumlah tanggungan,
D1_SD	= jika pendidikan tamat SD (0),
D1_SMP	= jika pendidikan taman SMP (1),
D1_SLTA	= jika pendidikan taman SLTA (1),
LG	= luas lahan garapan (ha),
$Y \varepsilon_i$	= error (sisaan) model untuk kinerja peningkatan pendapatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Hasil penelitian pada Tabel 1. menunjukkan bahwa umur responden yang diambil sebanyak 20 orang di HKm Panca Tunggal berkisar dari umur 26 tahun sampai dengan 66 tahun. Median atau nilai tengah dari variabel umur 20 responden yaitu 40 tahun. Angka yang sering muncul (modus) atau umur responden yang paling banyak yaitu pada umur 40 tahun. Usia tersebut merupakan usia produktif seseorang dalam melakukan sebuah pekerjaan agar dapat memperoleh hasil yang maksimal. Tingkat pendidikan petani HKm tersebar dalam tingkat SD, SMP, dan SMA/SLTA. Dengan kata lain, semua petani di HKm tersebut menempuh jenjang pendidikan dengan baik walaupun banyak dari mereka yang hanya selesai pada tingkat SD.

Tabel 1. Identitas responden (kepala keluarga)

No	Statistik deskriptif	Umur (tahun)	Pendidikan
1	Max	66	SLTA
2	Min	26	SD
3	Median	40	0
4	Modus	40	0

Pengelompokkan karakteristik umur responden terbagi ke dalam empat kelompok yang dapat dijelaskan melalui Gambar 1.



Gambar 1. Frekuensi kelompok umur responden

Frekuensi terbanyak yaitu pada kelompok umur 36 – 45 tahun, dimana umur tersebut termasuk ke dalam kelas umur dewasa pertengahan (Winata dan Yuliana, 2012) dan berada dalam tingkat umur produktif seseorang dalam bekerja (Adalina et al. 2015). Pada tingkat umur tersebut, petani telah memiliki cukup bekal dan pengalaman dalam bertani, sehingga petani dapat mengolah lahan dengan baik. Terdapat 15% petani yang berada pada kelompok umur 56 – 66 tahun. Keadaan umur tersebut dapat mempengaruhi tingkat produktif dalam bertani, artinya semangat bertani dapat mulai berkurang sehingga pendapatan dapat kurang maksimal. Andini et al. (2013) dalam penelitiannya mengatakan bahwa mereka masih terus bekerja karena tidak ada regenerasi dan tunjangan di hari tuanya.

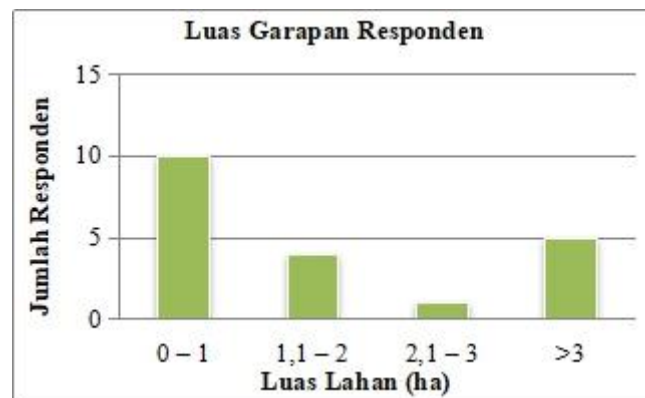
Selain umur, pendidikan juga menjadi faktor pendorong pengetahuan seseorang dalam melakukan pekerjaan dan informasi yang dapat diserap petani (Manyamsari dan Mujiburrahmad, 2014). Semakin tinggi tingkat pendidikan yang ditempuh oleh seseorang, maka akan semakin mudah seseorang memahami pengolahan lahan yang baik agar mendapatkan produksi yang lebih baik dengan tetap menjaga kelestarian hutan. Frekuensi tingkat pendidikan yang ditempuh petani responden dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram tingkat pendidikan

Diagram tersebut menunjukkan bahwa sekitar 80 % petani berada pada jenjang pendidikan SD. Dimana pendidikan yang rendah tersebut akan berdampak pada tata cara bertani maupun kurangnya pengetahuan petani dibandingkan dengan responden yang memiliki pendidikan lebih tinggi.

Dari hasil penelitian, responden memiliki lahan garapan di dalam lahan konsesi HKm dan ada juga yang memiliki lahan di luar lahan konsesi HKm (lahan marga). Luasan lahan yang dikelola oleh petani dapat memberikan pengaruh yang positif terhadap pendapatannya. Semakin luas lahan yang dikelola petani, maka akan semakin besar pendapatan yang diperoleh dari tanaman yang sudah berproduksi (Winarni et al. 2016). Luas garapan petani yang didalamnya termasuk lahan HKm dan lahan marga dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Luas lahan garapan responden (ha)

Grafik menunjukkan bahwa luas garapan petani cukup minim yaitu frekuensi paling banyak pada luasan 0-1 ha. Rata-rata petani yang memiliki luas lahan tersebut memiliki pendapatan sebesar Rp 960.000,00 /bulan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup keluarganya.

Pengaruh Variabel Sosial Ekonomi

Hasil uji kecocokan model pengaruh variabel karakteristik sosial ekonomi terhadap pendapatan menggunakan Uji F dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji F

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	7	6,12578	0,87511	10,37	0,000
Residual Error	12	1,01222	0,08435		
Total	19	7,138			

Hasil analisis regresi linier berganda dapat dilihat pada Tabel 2. yang menunjukkan optimasi parameter sebanyak 7,138 menggunakan Uji Simultan atau Uji F 10,37 dengan nilai *P-Value* 0,000. Nilai *P-Value* yang dihasilkan menunjukkan nilai $P < 0,05$ yang artinya bahwa secara keseluruhan, semua variabel X tersebut memiliki pengaruh yang nyata terhadap variabel Y (pendapatan) secara signifikan. Maknanya bahwa jika ada 10.000 petani atau responden yang diwawancarai dengan menggunakan 8 variabel X tersebut untuk menduga Y, maka sebanyak 9.996 responden yang diprediksi secara tepat dan hanya sebanyak 4 responden yang meleset.

Variabel-variabel sosial ekonomi dapat mempengaruhi pendapatan responden baik positif maupun negatif. Hasil uji masing-masing parameter model (Uji T) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh variabel-variabel sosial ekonomi menggunakan Uji T

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-1,1482	0,4700	-2,44	0,031
[UMR]	0,012089	0,006421	1,88	0,084
[S-KAGT]	0,6484	0,1773	3,66	0,003
[JTG]	0,06243	0,09732	0,64	0,533

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
[D1_SMP]	0,7298	0,2601	2,81	0,016
[D1_SLTA]	0,8018	0,2299	3,49	0,004
[J-TNMN]	0,6608	0,1300	5,08	0,000
[LG]	0,20959	0,04533	4,62	0,001

Pengaruh variabel karakteristik sosial ekonomi menggunakan Uji T terhadap pendapatan petani HKm pada Tabel 3. dapat dijelaskan menggunakan variabel X sebesar 85,8%, sisanya sebanyak 14,2% dipengaruhi oleh variabel lain. Hal ini dapat ditunjukkan dengan variabel penjelas pada Tabel 4.

Tabel 4. Variabel penjelas Uji T

S = 0,290433	R-Sq = 85,8%	R-Sq(adj) = 77,5%
--------------	--------------	-------------------

Sehubungan dengan hasil uji diatas, maka model pendapatan berdasarkan faktor sosial ekonomi bagi masyarakat HKm Panca Tunggal dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$[Y] = -1,15 + 0,0121[UMR] + 0,661[J-TNMN] + 0,648[S-KAGT] + 0,0624[JTG] + 0,730[D1_SMP] + 0,802[D1_SLTA] + 0,210[LG]$$

Pada Tabel 3. menunjukkan nilai *P-value* yang berbeda antar variabel sosial ekonomi maupun dengan variabel bebas lainnya. Terdapat lima variabel yang berpengaruh nyata terhadap pendapatan yaitu status keanggotaan HKm [S-KAGT], variabel pendidikan yang dijelaskan melalui tingkat pendidikan SMP dan SLTA, jumlah tanaman yang dibudidayakan [J-TNMN], serta luas garapan [LG].

a. Umur

Variabel umur memiliki nilai $P = 0,084$ atau sama dengan 8,4% ($P > 5\%$) maksudnya bahwa variabel umur ini tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap pendapatan yang dihasilkan responden pada penelitian ini. Nilai koefisien yang dihasilkan dari variabel umur yaitu 0,012089 yang artinya pendapatan responden akan bertambah sebesar 0,012089 juta/orang/tahun jika usia responden semakin produktif setiap tahunnya. Hal ini berarti variabel umur memiliki pengaruh terhadap pendapatan keluarga meskipun tidak nyata.

b. Status Keanggotaan HKm

Variabel status responden dalam keanggotaan HKm memiliki koefisien 0,6484 bernilai positif, yang berarti menaikkan pandangan positif petani terhadap program HKm. Petani yang menjadi pengurus dalam keanggotaan HKm lebih leluasa mengemukakan pendapat di dalam forum HKm dan dapat memperoleh informasi yang lebih daripada yang hanya anggota biasa. Hal ini juga didukung dengan nilai P yang berpengaruh nyata terhadap pendapatan yaitu 0,003 atau 0,3% ($P < 5\%$).

c. Jumlah Tanggungan

Pengaruh jumlah tanggungan tidak berhubungan nyata terhadap pendapatan dilihat dari nilai P 0,533 (53,3% atau $P > 5\%$). Akan tetapi, pendapatan akan bertambah sebesar 0,06243 juta/ orang/tahun jika jumlah tanggungan responden berkurang sebanyak satu orang. Kondisi tersebut menerangkan bahwa bertambahnya jumlah tanggungan akan menambah pengeluaran yang berarti akan mengurangi pendapatan dikarenakan akan semakin banyaknya kebutuhan yang harus dipenuhi. Hal ini dibuktikan dengan koefisien 0,06243 yang bernilai positif.

d. Tingkat Pendidikan

Pengaruh tingkat pendidikan responden yang menyelesaikan pendidikan wajib belajar 9 tahun atau tingkat SMP memberikan berpengaruh nyata terhadap pendapatan dengan nilai P 0,016 atau 1,6% ($P < 5\%$). Hal ini didukung dengan nilai koefisien variabel ini yaitu 0,7298 bernilai positif, artinya pendapatan akan bertambah sebesar 0,7298 juta/orang/tahun dibandingkan dengan responden yang hanya menempuh pendidikan sampai dengan tingkat SD saja.

Sama halnya dengan pendidikan tingkat SMP, tingkat pendidikan SLTA juga memiliki pengaruh yang nyata terhadap pendapatan keluarga dengan nilai P 0,004 (0,4% atau $P < 5\%$). Pendapatan juga dapat bertambah seperti responden yang berpendidikan SMP bahkan lebih besar jumlahnya. Pendapatan akan bertambah sebesar 0,8018 juta/orang/tahun dibandingkan dengan responden yang hanya berpendidikan SD, lebih besar 0,720 juta/orang/tahun dari tingkat pendidikan SMP. Hal ini dibuktikan dengan nilai koefisien yang bernilai positif yaitu 0,7647. Artinya bahwa tingkat pendidikan yang lebih tinggi akan berperan penting dalam pendapatan dan pekerjaan. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Widyasworo (2014) bahwa pendapatan yang diterima dipengaruhi oleh pendidikan yang ditempuh seseorang.

e. Jumlah Jenis Tanaman

Variabel berikutnya merupakan jumlah jenis tanaman yang menjadi salah satu variabel yang berpengaruh sangat nyata terhadap pendapatan petani. Jumlah jenis tanaman mempunyai nilai P 0,000 (0% atau $P < 5\%$). Nilai koefisien 0,6608 yang bernilai positif memiliki arti bahwa variabel jumlah jenis tanaman berbanding positif dengan pendapatan petani dimana pendapatan setiap responden akan bertambah sebesar 0,6608 juta/orang/tahun pada setiap penambahan satu jenis tanaman yang dibudidayakan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Winarni et al. (2016) menyatakan bahwa kesejahteraan petani dapat dilihat dari banyaknya jenis tanaman yang ditanam dalam agroforestri.

f. Luas Garapan

Variabel luas garapan memberikan pengaruh yang nyata terhadap pendapatan keluarga. Nilai *P-Value* luas lahan garapan menunjukkan nilai 0,001 (0,1%) yang artinya variabel ini berpengaruh nyata terhadap pendapatan keluarga dikarenakan nilai $P < 5\%$. Didukung dengan nilai koefisien yang bernilai positif yaitu 0,20959 artinya bahwa pendapatan akan meningkat sebesar 0,20959 juta/orang/tahun setiap penambahan 1 (satu) hektare luas lahan garapannya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Patty (2010) yang menyatakan bahwa luas garapan berpengaruh nyata terhadap pendapatan petani. Semakin besar luasan lahan yang digarap oleh petani, maka akan semakin besar pendapatan yang diperoleh oleh seseorang.

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan menggunakan analisis regresi linier berganda, karakteristik sosial ekonomi secara simultan (Uji F) berpengaruh sangat nyata terhadap pendapatan kelompok HKm Panca Tunggal. Secara Uji T, variabel yang berpengaruh nyata yaitu variabel jenis tanaman, status keanggotaan HKm, tingkat pendidikan dan luas garapan lahan marga. Besarnya pengaruh masing-masing variabel memberikan pengaruh yang positif dengan jumlah yang berbeda-beda. Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan padapenelitian berikutnya mengenai pengaruh faktor sosial ekonomi maupun sosial demografi pada program perhutanan sosial di tempat lain.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat, karunia, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan paper ini tepat pada waktunya. Terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si selaku pembimbing I dan Ibu Dr. Ir. Christine Wulandari, M.P selaku pembimbing II yang telah membimbing dan keduanya membantu membiayai penelitian ini, serta Bapak Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S selaku penguji yang juga memberikan masukan yang baik. Tak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada pihak KPH III Bukit Punggur dan HKm Panca Tunggal yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian di sana, serta rekan-rekan yang terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adalina, Y., Nurrochman, R. R., Darusman, D. & Sundawati, L. (2015). Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat di Sekitar Taman Nasional Gunung Halimun Salak. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 12(2) : 105-118.
- Andini, N.K., Nilakusmawati, D.P.E. & Susilawati, M. (2013). Faktor-faktor yang memengaruhi penduduk lanjut usia masih bekerja. *Piramida Jurnal Kependudukan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia*. 9(1) : 44-49.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Buku. Jakarta: Rineka Cipta.
- Fauzi, A. (2006). *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungannya*. Buku. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hamid, R., Zulkarnaini, & Saam, Z. (2011). Analisis sosial ekonomi masyarakat desa hutan pasca kegiatan HPH PT Siak Raya Timber di Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 5(2) : 130- 148.
- Manyamsari, I. & Mujiburrahmad. (2014). Karakteristik petani dan hubungannya dengan kompetensi petani lahan sempit. *Jurnal Agrisept*. 15(2) : 58-74.
- Maryudi, A. & Krott, M. (2012). Local struggle for accessing state forest property in a Montane Forest Village in Java, Indonesia. *Journal of Sustainable Development*. 5(7) : 62-68.
- Patty, Z. (2010). Kontribusi komoditi kopra terhadap pendapatan rumah tangga tani di Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Agroforestri*. 3(3) : 51-57.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). PermenLHK No.P.83/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2016 tentang Perhutanan Sosial.
- Rochmayanto, Y. & Sasmita, T. (2005). Peluang dan hambatan pengembangan HKm di Koto Panjang, Riau : Pendekatan sosiologis. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 2(3) : 279-289.
- Sanjaya, R. (2016). *Evaluasi Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (HKm) pada Gabungan Kelompok Tani Rukun Lestari Sejahtera di Desa Sindang Pagar Kecamatan Sumberjaya Kabupaten Lampung Barat*. *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung.
- Sanudin, Awang, S. A., Sadono, R. & Purwanto, R. H. (2016). Perkembangan hutan kemasyarakatan di Provinsi Lampung. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 23(6) : 276-283.
- Widyasworo, R. (2014). Analisis pengaruh pendidikan, kesehatan, dan angkatan kerja wanita terhadap kemiskinan di Kabupaten Gresik (Studi Kasus 2008-2012). *Jurnal Agrika*. 161-170.
- Winarni, S., Yuwono, S. B. & Herwanti, S. (2016). Struktur pendapatan, tingkat kesejahteraan dan faktor produksi agroforestri kopi pada kesatuan pengelolaan hutan lindung batutegei (studi di Gabungan Kelompok Tani Karya Tani Mandiri). *Jurnal Sylva Lestari*. 4(1) : 1-10.
- Winata, A. dan Yuliana, E. (2012). Tingkat partisipasi petani hutan dalam program pengelolaan hutan bersama masyarakat (phbm) perhutani. *Mimbar*. XXVIII(1): 65-76.
- Wulandari, C., Budiono, P. & Nurrochmat, D. R. (2016). Kesiapan daerah dalam implementasikan program perhutanan sosial pasca terbitnya UU 23/2014 tentang pemerintahan daerah. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 3(2) : 108-116.
- Yudischa, R., Wulandari, C. & Hilmanto, R. (2014). Dampak Partisipasi Wanita dan Faktor Demografi dalam Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (HKm) terhadap Pendapatan Keluarga di Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Sylva Lestari*. 2(3) : 59-72.
- Zega, S.B., Agus, P. & Martial, T. (2013). Analisis pengelolaan agroforestry dan kontribusinya terhadap perekonomian masyarakat. *Jurnal Peronema Forestry Science*. 2(2) : 152-162.

PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT TERHADAP PRODUKSI GETAH KARET HUTAN KEMASYARAKATAN DI KABUPATEN WAY KANAN

Ghina Zhafira*¹, Christine Wulandari ^{1,2}, Rusita¹, Samsul Bakri^{1,3}

¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

²Pascasarjana Ilmu Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

³Magister Ilmu Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

Jl Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia.

e-mail: *¹gnazhfr@gmail.com, ²chs.wulandari@gmail.com, ³rusitaunila@gmail.com

⁴samsul.bakri@fp.unila.ac.id

Abstrak. Karet merupakan jenis tanaman yang menghasilkan getah yang dapat dimanfaatkan para petani sebagai mata pencaharian guna untuk mensejahterakan perekonomian termasuk petani anggota Hutan Kemasyarakatan. Produksi getah karet dapat mengalami penurunan dikarenakan ketinggian tempat yang tumbuh di hutan kemasyarakatan Mangga Mulyo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap produksi getah karet, karena dapat dilihat dari nilai signifikansi sebesar 0,001. Semakin tinggi tempat tumbuh pohon karet maka pendapatan masyarakat semakin bertambah.

Kata Kunci: Karet, Ketinggian Tempat, Hutan Kemasyarakatan, Produksi

PENDAHULUAN

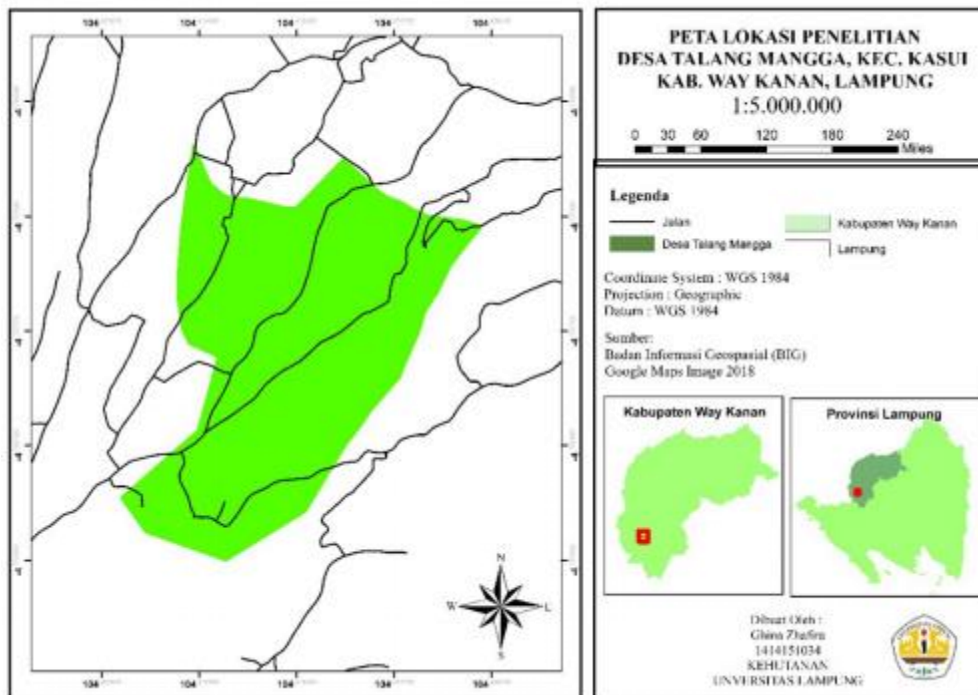
Kondisi hutan di Provinsi Lampung telah tercatat 53,34% mengalami kerusakan dengan bertambahnya jumlah penduduk (Dinas Kehutanan Provinsi Lampung, 2016). Menurut Dewi dan Sarjana (2015), menurunnya luas kawasan hutan disebabkan oleh rendahnya pendapatan usahatani, pemilik lahan yang bekerja di bidang lain dan harga lahan yang mahal sehingga masyarakat dapat melakukan pengalihan fungsi lahan dengan cara membakar hutan, membuat perkebunan agrikultur dan menebang kayu secara ilegal. Hal tersebut perlu adanya tindakan penanggulangan dengan cara pemanfaatan, pelesatarian kawasan hutan sesuai dengan fungsinya yaitu memberikan kegiatan perhutanan sosial melalui program hutan kemasyarakatan di lahan hutan negara.

Menurut Badan Pusat Statistik (2017) Kabupaten Way Kanan memproduksi getah karet sebanyak 43.465 ton pada tahun 2017, sedangkan pada tahun 2015 sebanyak 72.936. Perubahan yang dapat membuat produksi getah karet mengalami peningkatan maupun penurunan hal tersebut ada nya faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produksi getah karet. Oleh sebab itu tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh ketinggian tempat terhadap produksi getah karet yang ada di HKM Mangga Mulyo.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di HKM Mangga Mulyo, Kecamatan Kasui, Kabupaten Way Kanan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember – Januari 2019. Alat yang digunakan penelitian ini adalah kuesioner, kamera, alat tulis, laptop, GPS. Sedangkan objek penelitian yaitu petani di HKM Mangga Mulyo yang memiliki lahan di areal sekitar hutan berjumlah 75 responden dimana responden dihitung dengan menggunakan rumus slovin. Metode Pengambilan Data berupa observasi, dokumentasi dan studi literatur. Observasi merupakan teknik dalam mengumpulkan data dengan cara pengamatan secara langsung terhadap kegiatan-kegiatan yang sedang dilakukan dan aktivitas yang dilakukan oleh responden (Sudaryono, 2017). Lalu Dokumentasi merupakan metode yang dilakukan dengan cara membuat foto-foto dokumentasi kegiatan penelitian (Sudaryono, 2017). Sedangkan studi literatur merupakan metode yang digunakan untuk memperkuat dan menyempurnakan data dengan menelusuri sumber-sumber tulisan yang pernah dibuat oleh peneliti-peneliti sebelumnya (Siyoto dan Sodik., 2015). Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan langsung, pengisian kuisisioner dan wawancara terhadap

responden petani di areal HKm Mangga Mulyo. Sedangkan data sekunder berupa studi literatur. Setelah data didapat data dianalisis menggunakan analisis regresi linier.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karet merupakan tanaman agroforestri yang berada di HKm Mangga Mulyo yang disampingkan dengan tanaman kehutanan berupa akasia (*Acacia sp*), mahoni (*Swetenia maagoni*), nangka (*Artocarpus heterophylus*), durian (*Durio zibenthinus*), alpukat (*Parsea americana*), pulai (*Alstonia scholaris*). Menurut Smith, (2013) menyatakan bahwa karet merupakan tanaman agroforestri dimana karet dapat menghasilkan berupa buah-buahan, kayu, getah dan tanaman obat, disamping getah sebagai penghasil utama. Tanaman karet yang berada di HKm Mangga Mulyo dapat menghasilkan getah dengan jumlah yang cukup banyak, dimana salah satu yaitu faktor yang mempengaruhi yaitu ketinggian tempat. Selain ketinggian tempat, faktor lain yang mempengaruhi produksi getah karet yaitu umur tanaman, usaha tani, dan jumlah tanaman (Simamora et al., 2017).

Data ketinggian tempat (m dpl) yang didapat diambil langsung dari lapangan menggunakan GPS, dari data ketinggian tempat yang diambil didapatkan hasil bahwa ketinggian tempat tertinggi yaitu 1,039 m dpl dan yang terendah adalah 415 m dpl. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Produktivitas karet tertinggi di HKm Mangga Mulyo mencapai Rp. 13.920.000 perbulan dengan ketinggian tempat 964 – 1039 mdpl. Data tersebut didapatkan dari hasil wawancara bersama 75 responden masyarakat di HKm Mangga Mulyo. Menurut Supriyadi & Marpaung (2014) menyatakan bahwa ketinggian tempat berpengaruh terhadap produktivitas karet namun tidak signifikan. Sedangkan pada penelitian ini ketinggian tempat sangat berpengaruh terhadap produktivitas karet dimana mempengaruhi jumlah pendapatan petani karet di HKm Mangga Mulyo.

Hasil pengamatan ketinggian tempat terhadap produksi getah karet di HKM Mangga Mulyo kemudian di analisis dengan uji regresi linier menggunakan *software* Minitab17. Hasil regresi linier ketinggian tempat dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil regresi linier ketinggian tempat di HKm Mangga Mulyo

Sumber Keragaman	DF	P- Value	Keterangan
Ketinggian Tempat	1	0,001	Berpengaruh nyata
Eror	73		
Total	74		

Hasil analisis pada tabel 2 menunjukkan bahwa ketinggian tempat sangat berpengaruh terhadap produksi getah karet di HKm Mangga Mulyo. Ketinggian tempat terhadap produktivitas hasil karet dapat dilihat dari P-Value (0,001) lebih kecil dari 0,005. Sedangkan data ketinggian tempat tumbuh karet terhadap pendapatan dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Data ketinggian tempat tumbuh karet dan pendapatan masyarakat di HKm Mangga Mulyo

No	Ketinggian Tempat tumbuh karet	Pendapatan
1.	514 – 588	Rp. 4.64.0000 – Rp. 2.32.0000
2.	589 – 669	Rp. 928.000 – Rp. 2.32.0000
3.	664 – 738	Rp. 812.000 – Rp. 2.320.000
4.	739 – 813	Rp. 1.160.000 – Rp. 2.320.000
5.	814 – 888	-
6.	889 – 963	-
7.	964 - 1039	Rp. 44.0000 – Rp. 13.920.000

Pada tabel 2 didapatkan hasil bahwa pada ketinggian 664-738 mdpl pendapatan petani mendapatkan hasil yang paling kecil yaitu Rp. 812.000 – Rp. 2.320.000. Pada ketinggian 964 - 1039 mdpl menghasilkan pendapatan Rp. 44.0000– Rp. 13.920.000. Hal tersebut bertentangan dengan pernyataan Nazaruddin dan Paimin (2006) bahwa pada ketinggian >600 m mengakibatkan tanaman karet tidak dapat tumbuh secara baik dan bertentangan pula dengan pendapat Budiman (2012) yang menyatakan bahwa tanaman karet tumbuh optimal di dataran rendah, yakni pada ketinggian sampai 200 meter di atas permukaan laut. Makin tinggi letak tempat, pertumbuhannya makin lambat dan hasilnya lebih rendah. Ketinggian tempat lebih dari 600 meter di atas permukaan laut tidak cocok lagi untuk tanaman karet. Namun pada penelitian ini pada ketinggian >964 mdpl merupakan ketinggian yang paling ideal untuk mendapatkan hasil yang optimal untuk produktivitas getah karet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Christine Wulandari selaku pembimbing I dan membantu dalam membiayai penelitian tersebut, bu Rusita, selaku Pembimbing II atas segala masukan, motivasi, waktu dan bimbingannya dalam penelitian ilmiah ini. Terimakasih untuk Bapak Samsul Bakri, selaku dosen pembahas atas segala masukan bagi jurnal penelitian ilmiah ini, serta membantu dana dalam penelitian tersebut, dan Ketua kelompok HKm Mangga Mulyo Kabupaten Way Kanan yang telah memberikan waktu, wawasan dan pengalamannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Supriadi. A. & Marpaung, P. (2014). *Pengaruh Ketinggian Tempat dan Kemiringan Lereng terhadap Produksi Karet (Hevea Brasiliensis Muell. Arg.) di Kebun Hapesong PTPN III Tapanuli Selatan*. Jurnal Online Agroekoteknologi. Vol.2, No.3 : 981 – 989.
- Badan Pusat Statistik. (2017). <https://waykanankab.bps.go.id/dynamictable/2017/02/23/104/luas-areal-dan-produksi-tanaman-perkebunan-karet-di-kabupaten-way-kanan-2014.html>. diakses pada tanggal 18 Desember 2018.
- Dewi, I. A. L. & Sarjana, M. (2015). *Faktor-faktor pendorong alihfungsi lahan sawah menjadi lahan non-pertanian (kasus: Subak Kerdang Kecamatan Denpasar Selatan)*. J. Manajemen Agribisnis. 3(2): 2355-0759.

- Dinas Kehutanan Provinsi Lampung. (2016). Buku Informasi Perhutanan Sosial di Provinsi Lampung.
- Nazarudin & Paimin. 2006. *Strategi Pemasaran dan Pengolahan Karet*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Smith, C. P. (2013). *Agroforestri karet benarkah kaya akan imbal jasa lingkungan*. Kenya. Buku. World Agroforestry Centre.
- Simamora, D. I. S. (2017). *Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi usahatani karet di kecamatan pangkalan kuras kabupaten pelalawan*. *JOM FAPERTA*. Vol 4. No 2.
- Siyoto, Sandu. & Sodik, A. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing.
- Sudaryono. (2017). *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

ANALISIS SPASIAL SEBARAN KOPI CODOT MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Dedi Riyanto*¹, Christine Wulandari², Arief Darmawan³, Agus Setiawan⁴

*^{1,2,3,4}Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

²Magister Ilmu Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

Jl Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia.

Telp: +62-721-704946, fax: +62-721-770347

e-mail: *¹dedyriyanto1923@gmail.com, ²chs.wulandari@gmail.com, ³arief.darmawan@fp.unila.ac.id,
⁴aslulila@yahoo.com

Abstrak. Fenomena adanya kopi codot menjadi hal yang menarik apabila dilihat dari aspek spasial. Hubungan antara kopi dan codot merupakan interaksi dalam suatu ekosistem terestrial yang spesifik. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kopi codot ditemukan pada ketinggian 500-700 Mdpl (84 titik) dan 700-900 Mdpl (46 titik). Hasil Analisis lainnya diketahui bahwa kopi codot paling banyak ditemukan pada kelerengan 15-30 %. Kopi Codot tidak ditemukan pada kelerengan 70-140 % dan >140 %. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa kopi codot memiliki karakteristik spasial berada pada ketinggian dan kelerengan tertentu.

Kata Kunci: kopi codot, ketinggian, kelerengan, spasial.

PENDAHULUAN

Hutan Lindung merupakan kawasan yang memiliki fungsi pelindung suatu sistem penyangga kehidupan untuk mencegah banjir, pengaturan tata air, pencegahan intrusi air laut dan untuk memelihara kesuburan tanah (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Kehutanan). Kawasan hutan lindung saat ini menjadi areal yang dapat dikelola oleh masyarakat melalui sistem perhutanan sosial salah satunya dengan skema Hutan Kemasyarakatan (Hkm).

Menurut Maryudi, et al. (2012) Kehutanan Masyarakat adalah suatu penghubung dalam upaya mengurangi garis kemiskinan, pemberdayaan masyarakat sekitar hutan dan perbaikan kondisi hutan dan salah satu skema kehutanan masyarakat adalah Hkm. Hutan Kemasyarakatan (HKM) merupakan hutan negara yang sistem pemanfaatan utamanya dengan tujuan untuk memberdayakan masyarakat setempat (Permenlhk Nomor P.83/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2016).

Pemegang Izin Hkm diharapkan mampu mewujudkan ekonomi kreatif. Salah satu Hkm yang mampu memunculkan ekonomi kreatif adalah Hkm Beringin Jaya Tanggamus yaitu adanya produk hasil sistem agoroforestri yaitu kopi codot. Kopi codot memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi, dimedia penjualan *online* kopi codot dijual dengan harga Rp. 90.000,-/200 gram. Kopi codot merupakan kopi yang dihasilkan akibat adanya pola perilaku makan codot. Codot merupakan satwa yang memiliki habitat khusus dan menjadi satwa yang berperan penting munculnya jenis kopi baru yaitu kopi codot. Codot merupakan satwa yang termasuk kedalam kelompok kelelawar pemakan buah atau *Megachiroptera (frugivorous bats)* (Nowak, 1994).

Kopi codot merupakan fenomena yang saat ini menjadi komoditas kopi baru. Kopi codot menjadi hal yang menarik apabila dilihat dari aspek spasial yaitu pada variabel topografis (ketinggian dan kelerengan). Menurut Maryanto (1993) codot atau kelelawar pemakan buah berada pada suatu ketinggian tertentu. Hubungan antara kopi dan codot merupakan interaksi dalam suatu ekosistem. Interaksi ini dapat dipelajari menggunakan sistem informasi geografis. Penelitian terkait dengan kopi codot masih sangat terbatas dan perlu diketahui karakteristik spasial berdasarkan variabel topografis (ketinggian dan kelerengan) sebaran kopi codot pada lahan garapan masyarakat Hkm Beringin Jaya sebagai data dasar pengembangan kopi codot.

BAHAN DAN METODE

Bahan dalam penelitian ini adalah berupa titik sebaran kopi codot dan Data Raster *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) SRTM. Pengambilan data primer berupa sampel titik koordinat kopi codot dilakukan dengan menggunakan metode jelajah/*cruising* hanya pada areal Hutan Kemasyarakatan Beringin Jaya, Kecamatan Gunung Batu Kabupaten Tanggamus.

Pembuatan Peta ketinggian dan kelerengan

1. Pemotongan Data DEM dengan areal wilayah penelitian yaitu Hutan Kemasyarakatan (Hkm) Beringin Jaya menggunakan Tools *clip* di ArcMap.
2. Pembuatan peta ketinggian dilakukan dengan diawali transformasi format citra DEM menjadi format *Universal Transversal Mercator (UTM)*. Selanjutnya dilakukan klasifikasi kelas ketinggian yang telah ditentukan dengan *tools reclassify*. Klasifikasi kelas ketinggian pengembangan hasil penelitian dari Maryanto (1993).
3. Pembuatan Peta Kelerengan dilakukan dengan menggunakan data citra DEM seperti pembuatan peta ketinggian. Tools yang digunakan untuk pembuatan peta kelerengan adalah dengan menggunakan *tools slope*. Kemudian ditentukan kelas kelerengannya berdasarkan Van Zuidam (1985).

Analisis Data

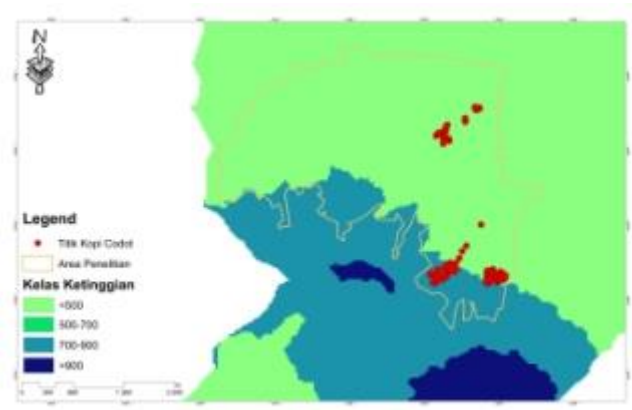
1. *Overlay*
Arctoll ini digunakan untuk mengumpulkan data menjadi satu bentuk informasi, sehingga akan diperoleh suatu informasi secara grafis. Data yang dijadikan satu yaitu peta ketinggian dengan sebaran titik kopi codot dan peta kelerengan dengan sebaran kopi codot. Sehingga akan diperoleh dua informasi mengenai sebaran kopi codot.
2. *Extract Values to Point*
Setelah data dioverlay selanjutnya dilakukan analisis jumlah sebaran kopi codot yang berada pada ketinggian dan kelerengan dengan menggunakan *tolls extract values to point*. *tolls extract values to point* dimaksudkan agar dapat diperoleh preferensi atau kecenderungan sebaran kopi codot terhadap kelas ketinggian dan kelerengan.
3. Analisis Deskriptif
Analisis deskriptif dilakukan untuk menjelaskan lebih spesifik terkait karakteristik spasial sebaran kopi codot. Analisis deskriptif dilakukan dengan melakukan pemahaman pada hasil pengolahan data menjadi peta dan tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preferensi Sebaran Kopi Codot terhadap Ketinggian

Ketinggian suatu tempat dapat berdampak terhadap adanya aktifitas satwa. Kecenderungan satwa dalam memilih habitat merupakan kondisi alami mereka. Habitat merupakan tempat tinggal dan tempat mencari makan bagi suatu satwa. Satwa yang menyebabkan adanya kopi codot berdasarkan informasi masyarakat adalah codot atau kelelawar pemakan buah. Kelelawar hidup pada beberapa tipe habitat seperti goa, hutan alami, hutan buatan, dan perkebunan. Kelelawar mempunyai banyak alternatif dalam memilih tempat bertengger. Aktifitas kelelawar bertengger biasanya pada tegakan yang rimbun dan terdapat pakan. Menurut masyarakat codot atau kelelawar biasanya menyukai tanaman yang rimbun.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kopi codot paling banyak ditemukan pada wilayah dengan ketinggian 500-700 Mdpl dengan jumlah titik 84 titik . pada kelas ketinggian 700-900 Mdpl ditemukan 46 titik kopi codot. Sebaran kopi codot tidak ditemukan pada areal dibawah 500 Mdpl dan diatas 900 Mdpl, hal ini disebabkan karena aktifitas codot atau kelelawar yang menyukai tempat dengan suhu dan kelembaban stabil tidak terlalu ekstrim. Menurut Sanches dan Cordero (2001) persebaran kelelawar dapat dipengaruhi oleh ketinggian, suhu dan kelembaban. Hasil dari pengolahan data dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Preferensi Sebaran Titik Kopi Codot terhadap Ketinggian

Kopi codot ditemukan dibawah tegakan kopi yang memiliki ciri-ciri kopi menumpuk dibawah tegakan kopi, contoh kopi codot dapat dilihat pada gambar 2. Menurut petani kopi codot, kopi hasil dari makan kelelawar memiliki perbedaan dengan kopi hasil makan dari satwa lain. Kopi bekas makan codot akan menumpuk dibawah tegakan kopi.



Gambar 2. Kopi Codot

Setelah dilakukan analisis *extract values to point* diperoleh klasifikasi dengan data atribut seperti pada tabel 1. Kelas ketinggian diperoleh dari pengembangan kelas ketinggian ditemukannya kelelawar menurut Maryanto (1993).

Tabel 1. Preferensi Sebaran Kopi Codot terhadap Ketinggian

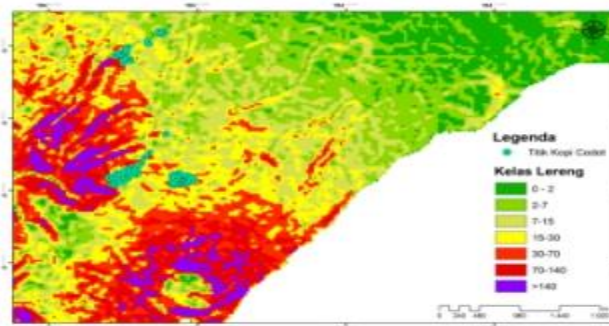
No	Kelas Ketinggian (Mdpl)	Jumlah Titik	Presentase (%)
1	0-500	0	0
2	500-700	84	64,62
3	700-900	46	35,38
4	>900	0	0

Sumber : Data Pribadi 2019

Berdasarkan tabel 1 presentase sebaran kopi codot terbesar ditemukan pada kelas ketinggian 500-700 Mdpl. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Maharadatunkamsi (2012) yang menyatakan bahwa kelelawar pemakan buah banyak ditemukan pada ketinggian 500-600 Mdpl. Ketinggian tempat suatu areal dapat berpengaruh terhadap kondisi kelembaban udara, suhu dan kecepatan angin, sehingga kelelawar akan memiliki kecenderungan berada pada ketinggian tertentu dalam aktifitas mencari makan.

Preferensi Sebaran Kopi Codot terhadap Kemiringan lahan

Menurut Anggrita (2017) kelerengan atau kemiringan lahan dapat dijadikan indikator habitat satwa tertentu dalam melakukan aktifitas hariannya. Kemiringan suatu lahan juga akan mempengaruhi tingkat keseringan satwa melakukan aktifitas mencari makan. Hasil pengolahan data sebaran kopi codot dan data kemiringan lahan setelah dilakukan teknik *overlay* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Preferensi Sebaran Titik Kopi Codot terhadap Kemiringan Lahan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kelas lereng datar dan landai hanya ditemukan sebaran kopi codot sebesar 4,16 % (6 titik). Paling banyak ditemukan pada kelas kelerengan Lahan yang memiliki kemiringan lereng yang curam yaitu sebanyak 68 titik (52,31 %). Berdasarkan hasil survei lapangan tanaman kopi yang memiliki buah lebat berada kelas lereng yang mendekati curam sampai mendekati terjal. Codot memang menyukai tanaman kopi yang memiliki buah lebat. Menurut masyarakat petani kopi codot, masyarakat kesulitan dalam memanen kopi codot adalah kopi codot banyak ditemukan diareal dengan kemiringan yang curam. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa kopi codot berada pada kelerengan landai sampai curam.

Hasil lainnya menunjukkan bahwa kopi codot tidak ditemukan pada kelas kelereng 70-140 % dan >140 % atau pada kelas lereng terjal. Faktor yang menyebabkan tidak ditemukannya kopi codot pada kelas lereng tersebut adalah pada kelas lereng yang terjal tanaman kopi memiliki jarak yang tidak terlalu rapat. Sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat kerapatan vegetasi diareal kelas lereng terjal rendah. Hasil pengolahan data atribut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Preferensi Sebaran Kopi Codot terhadap Kemiringan Lahan.

Kelas Lereng	Proses, Karakteristik dan Kondisi lahan	Simbol warna	Jumlah titik	Persentase (%)
00 - 20 (0 - 2 %)	Datar atau hampir datar.	Hijau tua	6	4,16
20 - 40 (2 - 7 %)	Lahan memiliki kemiringan lereng landai.	Hijau Muda	6	4,16
40 - 80 (7 - 15 %)	Lahan memiliki kemiringan lereng landai sampai curam,	Kuning Muda	23	17,69
80-160 (15-30 %)	Lahan memiliki kemiringan lereng yang curam	Kuning Tua	68	52,31
160 - 350 (30 - 70 %)	Lahan memiliki kemiringan lereng yang curam sampai terjal,	Merah Muda	27	20,77
350 - 550 (70 - 140 %)	Lahan memiliki kemiringan lereng yang terjal,	Merah Tua	0	0
> 550 (> 140%)	Lahan memiliki kemiringan lereng yang terjal,	Ungu Tua	0	0

Sumber : Data Pribadi 2019

Codot atau kelelawar pemakan buah beraktifitas pada malam hari, dan dalam aktifitasnya menempati suatu habitat tertentu (Fatem et al., 2006). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan bahwa tidak semua kelas kelerengan ditemukan sebaran kopi codot. Tabel 2 menunjukkan bahwa kecenderungan codot untuk memilih tempat bertengger dan mencari makan menempati areal yang khas. Codot atau Kelelawar memiliki karakter tersendiri untuk dapat hidup dalam habitatnya (Piter et al., 2015). Suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya dan kecepatan angin menjadi faktor penting bagi keberlangsungan hidup populasi kelelawar. Populasi kelelawar terutama codot secara langsung akan mempengaruhi kopi codot yang dijadikan masyarakat Hkm Beringin Jaya sebagai tambahan nilai ekonomi.

Penelitian ini hanya difokuskan pada areal lahan garapan masyarakat Hkm Beringin Jaya. Kesimpulan dari penelitian ini adalah kopi codot ditemukan pada ketinggian tertentu dan kelerengan tertentu artinya tidak ditemukan pada semua kelas ketinggian dan kelerengan. Lansekap alami seperti ketinggian dan kelerengan dapat mempengaruhi adanya sebaran codot sebagai satwa penghasil kopi codot. Peneliti menyarankan bahwa penelitian selanjutnya dilakukan tidak hanya di Hkm Beringin Jaya akan tetapi diseluruh areal lahan garapan Hkm Lampung.

UCAPAN TERIMAKASIH

Rasa Syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT. Terimakasih kepada kepala KPH Kota Agung Utara dan pengelola Hkm Beringin Jaya yang telah memberikan bantuan informasi dan pendampingan lapangan. Terimakasih kepada bapak/ibu dosen serta teman-teman yang telah memberikan dukungan serta sumbangsih pemikiran sehingga penelitian yang dilakukan dapat selesai sesuai yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrita,. Nasihin, I. & Nendrayana, Y. (2017). Keanekaragaman Jenis dan Karakteristik Habitat Mamalia Besar Di Kawasan Hutan Bukit Bahohor Desa Citapen Kecamatan Hantara Kabupaten Kuningan. *Wanaraksa* 11(1) : 21-29.
- Fatem, M.S., Bumbut, I.P. & Ungirwalu, A.(2006). Habitat Kelelawar Buah (*Dobsonia Minor*) di Hutan Tropis Dataran Rendah Nuni Pantai Utara Manokwari. *Media Konservasi* 9(1) : 17–20.
- Maharadatunkamsi.(2012). Pengaruh Habitat dan Ketinggian Tempat Terhadap Sebaran Kelelawar di Taman Nasional Gunung Ciremai, Jawa Barat. *Jurnal Biologi Indonesia* 8(2): 355-365
- Maryanto, I. (1993). Kecenderungan Jenis-Jenis Kelelawar dalam memilih tempat Bertengger pada beberapa Gua di Kabupaten Sumbawa, Pulau Sumbawa. *Media Konservasi* 3(3) : 29-34.
- Maryudi, A., Devkota, R.R., Schusser, C., Yufanyi, C., Rotchanaphatharawit, R. & Salla, M. (2012). *Consideration in Evaluating The Outcomes of Community Forestry. Journal of Forest Policy and Economics* 14(2) : 1-5
- Nowak, R. M. (1995). *Bats of the world*. The John Hopkins University Prss. Baltimore & London. Permenlhk Nomor P.83/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2016).
- Piter, F., Setyawati, R. T. & Lovadi, I. (2015). Karakteristik Populasi dan Habitat Kelelawar *Hipposideros cervinus* Kabupaten Landak. *Jurnal Protobiont* Vol. 4 (1) :77-83.
- Sanches, V. & Cordero. (2001). Elevational Gradients of Diversity for Rodents and Bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and biogeography* 1 (10): 63-76
- Van Zuidam, R. A. (1985). *Consideration on Systematic Medium Scale Geomorphological Mapping. Geomorphology*. 2(20).

POTENSI PENGEMBANGAN HUTAN KOTA BUKIT PANGONAN PRINGSEWU BERDASARKAN KARAKTERISTIK RESPONDEN

Khusnul Khotimah^{*1}, Susni Herwanti², Indra Gumay Febryano³, Slamet Budi Yuwono⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung; Jl Sumantri Brojonegoro,
Lampung 35145, Lampung, Indonesia, Tel.: +62-721-704946, Fax.: +62-721-770347
e-mail: ¹kkhusnul110@gmail.com, ²sh4nt@gmail.com, ³indragumay@gmail.com,
⁴sbyuwono_unila@yahoo.com

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi pengembangan hutan kota Bukit Pangonan berdasarkan karakteristik pengunjung. Pengambilan data dilakukan dengan wawancara melalui kuisioner kepada pengunjung dengan tehnik accidental sampling. Berdasarkan hasil analisis penelitian, pengembangan hutan kota harus berfungsi sebagai tempat peneduh dan penyejuk serta dapat menjadi pusat interaksi dan komunikasi masyarakat. Selain itu hutan kota tersebut lebih baik dikembangkan lagi sebagai sarana rekreasi dan dapat memberikan kenyamanan dengan menyediakan fasilitas yang memadai. Pengelola hutan kota diharapkan dapat menjadikan hasil penelitian ini sebagai salah satu referensi acuan bagi perancangan wisata alam Hutan Kota Bukit Pangonan kedepan.

Kata Kunci: hutan kota, Bukit Pangonan, karakteristik responden

PENDAHULUAN

Wisata alam merupakan objek dan kegiatan yang berkaitan dengan rekreasi dan pariwisata yang memanfaatkan potensi sumberdaya alam dan ekosistemnya baik dalam bentuk asli (alami) maupun perpaduan dengan hasil karya manusia. Potensi yang melimpah ini dapat dikembangkan secara optimal bagi pertumbuhan ekonomi khususnya dalam pengelolaan sumber daya melalui wisata alam hutan kota. Hutan kota di Indonesia saat ini telah tumbuh dan berkembang seiring berjalannya waktu, salah satu pemanfaatannya dapat digunakan sebagai wisata alam. Hal tersebut menjadi peluang besar yang dapat dimanfaatkan oleh penduduk setempat dalam rangka memperoleh penghasilan melalui objek wisata baik wisata alam maupun wisata buatan manusia (Halim dan Saharuddin, 2017).

Kenyamanan wisatawan merupakan hal penting yang perlu diperhatikan oleh pengelola kawasan wisata. Jumlah fasilitas, kondisi fisik dan kebersihan menjadi pengaruh tingkat kenyamanan pengunjung (Marcelina et al., 2015). Daya dukung juga menentukan kenyamanan dan kepuasan pengunjung dalam menikmati aktivitas wisata di area wisata yang dikunjungi, karena berkaitan erat dengan jumlah wisatawan yang mengunjungi objek wisata (Lucyanti et al., 2013). Menurut Sari (2015) penilaian daya dukung akan menjadi suatu rambu bagi pengelola dalam mengembangkan objek wisata. Pengelolaan yang tepat dari suatu obyek wisata memerlukan strategi manajemen agar tempat wisata tersebut memberikan kepuasan kepada pengunjung sehingga pengunjung berkeinginan untuk datang kembali.

Salah satu tempat yang memiliki aset wisata dengan berlandaskan pemanfaatan sumber daya alam yaitu wisata alam Hutan Kota Bukit Pangonan yang terdapat di Kelurahan Pajarisuk, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung. Objek wisata tersebut merupakan salah satu objek wisata unggulan di Pringsewu yang banyak diminati oleh pengunjung baik pengunjung dari dalam kabupaten maupun luar kabupaten. Wisata alam Hutan Kota Bukit Pangonan berpengaruh terhadap peningkatan ekonomi masyarakat setempat yang merupakan pengelola dari objek wisata tersebut (Pangestuti, 2018). Menurut penelitian yang dilakukan Wati (2018), secara swadaya dan gotong royong, warga yang tergabung dalam kelompok sadar wisata Kelurahan Pajaresuk, berupaya merubah suasana ala kadarnya menjadi lokasi nyaman dan aman. Mereka merawat panorama keindahan daerah sekitar agar tetap terus terjaga keasriannya dan menjadi daya tarik tersendiri bagi para calon pengunjung untuk berwisata di wilayahnya.

Namun dengan potensi-potensi dan keunikan yang dimiliki oleh daya tarik wisata alam Hutan Kota Bukit Pangonan seharusnya bisa menarik minat wisatawan lebih banyak lagi, karena pada saat ini

jumlah wisatawan yang berkunjung ke objek wisata tersebut masih sedikit dan hanya ramai dikunjungi pada saat-saat tertentu seperti hari raya Idul Fitri dan hari-hari libur nasional. Kegiatan kepariwisataan di objek wisata tersebut dirasakan masyarakat lokal di sekitar belum memberikan pendapatan yang maksimal bagi mereka. Tentu hal ini perlu mendapat perhatian dari pihak pengelola agar dapat meningkatkan daya tarik objek wisata tersebut. Berdasarkan hal tersebut maka perlu adanya pembenahan yang dilakukan oleh pengelola daya tarik wisata dengan mengetahui terlebih dahulu bagaimana karakteristik wisatawan yang berkunjung ke wisata alam Hutan Kota Bukit Pongonan, sehingga dari data tersebut pihak pengelola dapat menganalisa target pasar yang dituju dan dapat mempermudah dalam mengambil keputusan pengembangan yang akan dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi pengembangan hutan kota Bukit Pongonan berdasarkan karakteristik pengunjung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2018 – Januari 2019 di wisata alam Hutan Kota Bukit Pongonan, Kelurahan Pajarisuk, Kecamatan Pringsewu Selatan, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Pengambilan data dilakukan dengan cara wawancara langsung dengan responden melalui kuesioner. Data yang dikumpulkan terdiri dari karakteristik pengunjung meliputi daerah asal, tujuan berkunjung, motivasi kunjungan, frekuensi kunjungan dan kondisi sosial ekonomi yang meliputi: umur, jenis kelamin, pendidikan, pekerjaan, pendapatan, waktu luang, jumlah tanggungan dan status perkawinan. Penentuan responden dilakukan secara *accidental sampling* yaitu sampel yang diambil karena kebetulan ditemui (Bouwman et al., 2012) dengan ketentuan responden tidak melakukan *multitrip* atau hanya melakukan perjalanan tunggal di wisata alam Hutan Kota Bukit Pongonan serta berada pada rentang usia dewasa (18 - 55 tahun). Rentang usia dewasa 18 - 55 tahun dipilih karena individu yang berada pada tahap perkembangan dewasa sudah memiliki identitas diri yang terintegrasi dengan baik (Miller, 1993).

Jumlah pengunjung wisata alam Hutan Kota Bukit Pongonan selama 1 tahun yakni pada tahun 2016-2017 mencapai 38.160 pengunjung sehingga berdasarkan rumus slovin maka diperoleh sampel sebanyak 100 orang. Data sekunder diperoleh dari pengelola wisata alam Hutan Kota Bukit Pongonan, data yang diperoleh dari hasil publikasi pihak lain seperti data jumlah pengunjung, harga tiket masuk dan kebijakan- kebijakan demi pengembangan objek wisata tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Wisata alam Hutan Kota Bukit Pongonan berdiri pada tahun 2006 pada kawasan taman hutan kota milik Pemerintah Daerah Kabupaten Pringsewu. Pada tanggal 23 Oktober 2016 wisata tersebut diresmikan dan dilanjutkan dengan menata lingkungan, membuat prasarana dan sarana yang sederhana serta melakukan kerjasama antara pihak pengelola dan masyarakat sekitar. Setelah itu wisata alam Hutan Kota Bukit Pongonan mulai dibuka untuk umum. Keberadaan wisata tersebut menjadi fasilitas rekreasi masyarakat Pringsewu khususnya dan masyarakat Provinsi Lampung umumnya. Nama Pongonan sendiri berasal dari kata angon, diambil oleh masyarakat setempat atas dasar kebiasaan yang selalu dilakukan sejak dulu yakni mengangon kambing maupun sapi di bukit tersebut. Namun kini tempat tersebut telah diolah menjadi tempat wisata hutan kota di Pringsewu.

Menurut Peraturan Daerah No 02 Tahun 2012 pasal 38 ayat (2) poin c tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pringsewu Tahun 2011 – 2031 menyatakan bahwa pengembangan kawasan pariwisata sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dengan luas lebih kurang 800 ha meliputi salah satu diantaranya adalah hutan kota terpadu di Kecamatan Pringsewu. Wisata alam Hutan Kota Bukit Pongonan terletak di Kelurahan Pajarisuk, Kecamatan Pringsewu Selatan, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung.

Hutan kota tersebut memiliki luas 8 ha dan jumlah pohon sebanyak 3200 dengan jenis bibit yaitu kayu dan MPTS. Tanaman kayu berupa tanaman Akasia (*Acacia auriculiformis*) dan Mahoni (*Swietenia mahagoni*), tanaman MPTS berupa tanaman Duren (*Durio zibenthinus*), Jambu Jamaika (*Syzygium malaccense*) dan tanaman Alpukat (*Persea americana*). Wisatawan yang berkunjung tidak hanya mendapatkan pemandangan agrowisata dan spot foto serta fasilitas penunjang lainnya, namun

dapat ikut serta melestarikan lingkungan berupa penanaman pohon dan pemungutan sampah bersama.

Karakteristik Pengunjung

Karakteristik pengunjung, mayoritas pengunjung berasal dari Kabupaten Pringsewu sebesar(55%), berjenis kelamin laki-laki (57%), kelompok umur 18-37 (75%), tingkat pendidikan dengan lulusan SLTA (38%), mayoritas pengunjung belum memiliki pekerjaan karena masih berstatus pelajar/mahasiswa (47%) dan pekerjaan terbanyak yaitu pegawai swasta (15%), tingkat pendapatan Rp 500.000-Rp 2 500.000 (50%), pengunjung dominan yang sudah menikah (55%), jumlah tanggungan belum ada (45%), waktu luang terbesar adalah 2 hari (48%), hari kunjungan lebih banyak pada libur tahun baru (36%), frekuensi kunjungan sebanyak 2 kali (66%), motivasi kunjungan yaitu rekreasi (94%), jenis kendaraan yaitu kendaraan pribadi (94%) dan pengunjung paling banyak dengan jarak tempuh 6-15 km (30%). Karakteristik pengunjung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik pengunjung wisata alam Hutan Kota Bukit Pانونان.

Karakteristik Pengunjung	Jumlah (orang)	Persentase (%)	
Asal Pengunjung	Pringsewu	55	55
	Tanggamus	9	9
	Lampung Selatan	4	4
	Lampung Tengah	3	3
	Bandar Lampung	16	16
	Metro	3	3
	Pesawaran	10	10
Jenis Kelamin	Laki-laki	57	57
	Perempuan	43	43
Kelompok Umur	18-37	75	75
	37-55	23	23
	>55	2	2
Tingkat Pendidikan	SD	11	11
	SLTP	34	34
	SLTA	38	38
	PT	17	20
Jenis Pekerjaan	Pelajar/Mahasiswa	47	47
	Pegawai Negeri Sipil	13	13
	TNI/Polri	7	7
	Pegawai Swasta	15	15
	Petani	10	10
	Lain- lainnya	8	8
Tingkat Pendapatan	Tidak Ada	27	27
	Rp<500.000	2	2
	Rp 500.000-Rp 2 500.000	50	50
	Rp 2.600.000-Rp 4.500.000	13	13
	Rp 4.600.000-Rp 6.500.000	6	6
	Rp 6.600.000-Rp 8.500.000	2	2
Status Menikah	Menikah	55	55
	Belum Menikah	45	45
	Tidak ada	45	45
Jumlah Tanggungan	1	22	22
	2	17	17
	3	9	9
	4	5	5
	>4	2	2
	Waktu Luang	1 hari	42	42
2 hari		48	48
3 hari		10	10

Tabel 1. (Lanjutan)

Karakteristik Pengunjung		Jumlah (orang)	Persentase (%)	
Waktu Berkunjung	Hari Biasa/Hari Kerja	12	12	
	Hari Libur/Akhir Pekan	30	30	
	Libur Natal	22	22	
	Libur Tahun Baru	36	36	
Frekuensi Berkunjung	1	15	15	
	2	66	66	
	>2	19	19	
Tujuan Berkunjung	Rekreasi	94	94	
	Pendidikan	6	6	
Jenis Kendaraan	Pribadi	Mobil	45	45
		Motor	49	49
	Umum	Ojek	6	6
Jarak Rumah/Km	<5	22	22	
	6-15	30	30	
	16-25	9	9	
	26-35	4	4	
	36-45	11	11	
	>45	24	24	

Analisis Potensi Pengembangan Hutan Kota Bukit Pongonan

Analisis terkait fungsi dan kriteria pengembangan Hutan Kota Bukit Pongonan disesuaikan dengan karakteristik pengguna. Sebagian besar pengunjung berasal dari kabupaten Pringsewu, oleh karena itu perlu dilakukan penyebaran informasi/promosi terkait objek wisata tersebut baik melalui media cetak maupun elektronik agar jumlah pengunjung dari luar kabupaten meningkat. Pengunjung yang datang rata-rata berusia 18-37 tahun dengan tingkat pendidikan sudah lulus SLTA atau sedang menempuh pendidikan Perguruan Tinggi, oleh karena itu lokasi tersebut perlu adanya penambahan fasilitas khususnya bagi kaum muda seperti sarana olahraga dan kegiatan/acara hiburan yang mampu menarik minat kaum muda untuk menikmati objek wisata Hutan Kota Bukit Pongonan. Rata-rata pengunjung berpenghasilan Rp 500.000-Rp 2.500.000 sehingga tiket masuk lebih disesuaikan dengan tingkat pendapatan pengunjung yang mayoritas berpenghasilan ditingkat standar. Pihak pengelola lebih merawat pohon-pohon yang ada pada Hutan Kota Bukit Pongonan mengingat banyak pengunjung yang dominan sudah berkeluarga dan lebih suka bersantai duduk berkumpul di bawah pepohonan yang ada bersama dengan keluarga. Waktu luang pengunjung terbanyak yakni 2 hari pada hari Sabtu dan Minggu, pada hari tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengadakan kegiatan berupa penanaman pohon dan pemungutan sampah bersama, sehingga dapat meningkatkan dan menjaga kelestarian lingkungan. Kegiatan tersebut dapat juga dilaksanakan pada libur tahun baru mengingat kunjungan terbesar yaitu pada libur tahun baru.

Frekuensi kunjungan dapat lebih ditingkatkan dengan perbaikan/penambahan fasilitas, menjaga kebersihan dan kenyamanan pengunjung sehingga pengunjung akan merasa puas dan kembali berkunjung dilain waktu. Hutan Kota Bukit Pongonan dapat menjadi sektor ekonomi bagi masyarakat apabila masyarakat tersebut menyediakan biro perjalanan wisata, karena sulitnya ketersediaan angkutan umum yang melewati lokasi tersebut dan hampir seluruh pengunjung menggunakan kendaraan pribadi.

Keberadaan wisata alam Hutan Kota Bukit Pongonan memiliki dampak positif terhadap peningkatan ekonomi masyarakat setempat. Masyarakat yang mendapatkan penghasilan baik langsung maupun tidak langsung dari sektor pariwisata seperti, pedagang penjual souvenir, warung makan serta para pekerja yang berasal dari masyarakat setempat. Peningkatan pengunjung terus dapat dilakukan dengan pengembangan objek wisata guna menambah daya tarik wisata alam Hutan Kota Bukit Pongonan sebagai objek wisata seperti penambahan fasilitas, perbaikan infrastruktur, melakukan promosi serta mengadakan event-event sosial budaya sebagai pelestarian lingkungan, sehingga pengunjung akan merasa puas akan pelayanan dan kembali berkunjung di lain waktu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Singgih Arkan selaku pengelola wisata alam Hutan Kota Bukit Panggonan yang telah membantu dan memberikan informasi-informasi yang terkait dalam penelitian dan terima kasih kepada teman-teman penulis di Jurusan Kehutanan Unila yang telah membantu penulis selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bouwman, C. A. M., Rutten, F. F. H. & Roijen, L. H. (2012). Update of The Dutch Manual For Costing In Economic Evaluations. *Journal of Technology Assessment in Health Care* 28(2) : : 152-158.
- Halim, M. dan Saharuddin. (2017). Analisis Potensi Objek Wisata Alam di Kelurahan Kambo Kecamatan Mungkajang Palopo. *Jurnal Akutansi* 3(1) : 1-11.
- Lucyanti, S., B. Hendrarto & Izzati, M. (2013). Penilaian Daya Dukung Wisata di Obyek Wisata Bumi Perkemahan Palutungan Taman Nasional Gunung Ciremai Propinsi Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Undip. Semarang. Hlm 232 – 240.
- Marcelina, S. D. Febryano, I. G. & Yuwono, S. B. (2015). Persepsi Wisatawan Terhadap Fasilitas Wisata di Pusat Latihan Gajah Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Belantara* 1(2) : 45–53.
- Miller, D. (1993). In Devence of Nationality. *Journal of Applied Philosophy* 10(1) : 1-14.
- Pangestuti, R. I. (2018). Respon Masyarakat terhadap Perkembangan Tempat Wisata Hutan Kota Bukit Panggonan. *Skripsi*. Fakultas Ilmu Sosialilmu Politik. Universitas Lampung.
- Sari, Y. (2015). Analisis potensi daya dukung kawasan sepanjang jalur ekowisata hutan mangrove di Pantai Sari Ringgung, Kabupaten Pesawaran, Lampung. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Wati, A. (2018). Analisis Peranan Objek Wisata Talang Indah Terhadap Peningkatan Pendapatan Masyarakat Menurut Perspektif Ekonomi Islam. *Skripsi*. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam Universitas Negeri Raden Intan Lampung.

**PENGGUNAAN ZONASI HABITAT GAJAH SUMATERA (*Elephas maximus sumatranus*)
DITAMAN NASIONAL WAY KAMBAS**

Rudi Pramana^{*1}, Arief Darmawan², Gunardi Djoko Winarno³, Sugeng P. Harianto⁴

^{1,2,3,4}Universitas Lampung; Jl. Prof.Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung,35145

^{1,2,3,4}Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

e-mail: ^{*1}rudipramana1933@gmail.com, ²arief.darmawan@fp.unila.ac.id, ³gundowino@gmail.com

Abstrak. Gajah sumatera populasi nya mengalami penurunan sehingga International Union for Conservation of Nature memasukan dalam status terancam punah. Gajah memiliki peranan penting dalam ekosistem sebagai salah satu spesies kunci di Taman Nasional Way Kambas. Zonasi kawasan ini dibagi menjadi lima yakni zona rimba, zona pemanfaatan intensif, zona khusus konservasi, zona inti, dan zona pemanfaatan khusus. Hasil analisis dapat dilihat bahwa pada satwa gajah dominan aktivitas pada zona inti dengan ketinggian lahan (0-50 mdpl), jarak sumber air <500 m, menempati hutan sekunder dimana hutan sekunder banyak menyediakan kebutuhan pakan gajah.

Kata Kunci : Gajah sumatera, Habitat, Taman Nasional Way Kambas.

PENDAHULUAN

Taman Nasional Way Kambas yang sering disebut TNWK merupakan kawasan konservasi yang berfungsi sebagai perlindungan dan pengawetan keanekaragaman hayati tumbuhan dan satwa serta ekosistem didalamnya dengan sistem pengelolaan zonasi yang ada. TNWK berlokasi di Kabupaten Lampung Timur dan disahkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan Nomor 670/KPTS-II/1990 tanggal 26 Agustus dengan luas wilayah kerja 125.621,30 ha.

Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) tergolong dalam mamalia besar yang memiliki peranan penting dalam keberlangsungan ekosistem dan menjadi salah satu spesies kunci di Taman Nasional Way Kambas. Spesies ini menduduki spesies tingkat atas dengan posisi yang tidak dapat digantikan peranannya dalam ekosistem. Keberadaan Gajah Sumatera mengalami penurunan populasi sehingga oleh IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) termasuk dalam status terancam punah (*endangered species*). Keberadaan Gajah Sumatera di TNWK Kambas dipengaruhi oleh keberadaan dan kualitas faktor habitatnya. Secara umum habitat ini memiliki fungsi sebagai tempat hidup dan pemenuh kebutuhan Gajah Sumatera.

Karakteristik penggunaan habitat yang sering digunakan oleh gajah beraktivitas diberbagai zonasi yang ada mengalami perubahan baik dari segi perubahan tutupan lahan maupun tekanan dari faktor manusia. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa penggunaan zonasi habitat gajah sumatera dalam penggunaan lahan di TNWK yang berbasis sistem informasi geografis. Menurut Maulana (2014), sistem informasi geografis salah satu nya menggunakan metode penginderaan jauh dengan mengidentifikasi objek dipermukaan bumi tanpa kontak langsung dengan objeknya, sehingga erat kaitannya dengan pemantauan karakteristik penggunaan habitat gajah sumatera yang tepat dan akurat bahkan untuk area yang luas.

Kelangsungan hidup gajah sumatera dimasa mendatang belum banyak diungkapkan karena perubahan yang terjadi dalam beberapa kurun waktu tertentu menemui masalah keterbatasan informasi tentang kesesuaian habitat gajah sumatera yang mempertimbangkan faktor fisik dan biologis habitat gajah di Taman Nasional Way Kambas dalam pengelolaan gajah sumatera di kawasan tersebut. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan zonasi habitat gajah sumatera berdasarkan dalam penggunaan lahan di TNWK, dimana TNWK sebagai salah satu kawasan yang dirancang sebagai kawasan Taman Nasional dengan pengelolaan daya tarik sesies kuncinya yaitu gajah sumatera dan menjadi bahan pertimbangan yang akan dianalisa lebih lanjut serta perlu diketahui perubahan terbaru agar membantu memberikan tambahan informasi dalam menentukan pengelolaan Taman Nasional Way Kambas kearah yang lebih baik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dikawasan Taman Nasional Way Kambas dan dilaksanakan tanggal 1-20 Maret 2019. Adapun metode yang digunakan yaitu metode tidak langsung yaitu dengan GIS dengan terlebih dahulu mengetahui peta distribusi gajah dan peta zonasi taman nasional. Langkah selanjutnya melakukan geokoreksi menggunakan citra SPOT 7 sebagai validasi karakteristik penggunaan zonasi habitat sesuai data titik homerange gajah sumatera di TNWK. Titik homerange gajah dan peta kawasan taman nasional didapatkan dari study pustaka dan wawancara mulai dari wawancara dengan akademik kampus, penggiat lingkungan, instansi pemerintah BPKH provinsi Lampung dan pengelola Taman Nasional Way Kambas. Data spasial terdiri dari citra SPOT 7 dan google earth sebagai koreksi dari data hasil georeferencing dan digitasi data peta distribusi gajah sumatera di TNWK yang kemudian dilakukan metode near dan buffer dalam arctool box di Arcgis untuk menentukan radius titik tagging gajah ke parameter habitatnya baik kesumber air maupun kesumber gangguan. Analisis dilakukan dengan mendeskripsikan hasil data atribut data spasial yang telah diolah yang kemudian dibuat tabel dan diintegrasikan dalam bentuk grafik maupun peta.

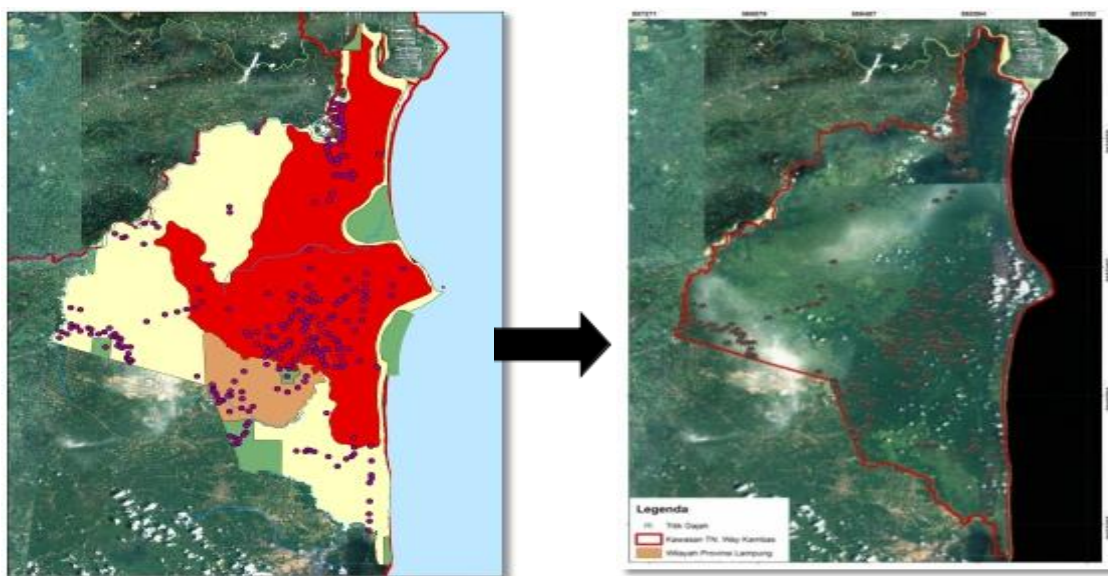
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan habitat sebagai tempat hidup dan berkembang biak satwa liar tidak terlepas dari ketersediaan komponen habitat nya, baik komponen abiotik maupun biotik. Komponen habitat ini dikelola dengan potensi keanekaragaman sumberdaya alam yang ada didalam suatu zonasi. Sistem zonasi yang dimaksud diatas bahwa taman nasional di pergunakan untuk memberi batas dalam pengelolaan sebagai taman nasional (Mukhtar, 2004).

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia nomor 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, pengukuhan kawasan hutan dilakukan untuk memberikan kepastian hukum atas kawasan hutan. Pengukuhan kawasan hutan meliputi penunjukan, penataan batas dan penetapan kawasan hutan (Desmiwati dan Surati, 2017). Pada umumnya kondisi topografi TN Way Kambas relatif datar ampai dengan bergelombang dibagian timur utara kawasan dengan ketinggian 0 – 50 m di atas permukaan laut. Daerah dengan ketinggian 50 meter adalah sekitar wilayah RPTN Susukan Baru dan RPTN Plang Hijau. Pada bagian timur kawasan merupakan daerah lembah yang terpotong oleh sungai-sungai yang menyebabkan terbentuknya topografi bergelombang (BTNWK, 2018).

Distribusi Sebaran Tagging Gajah Sumatera di Taman Nasional Way Kambas (*Homerange*)

Berdasarkan hasil georeferencing dan digitasi peta distribusi sebaran gajah sumatera di Taman Nasional Way Kambas dapat dilihat pada Gambar 1.



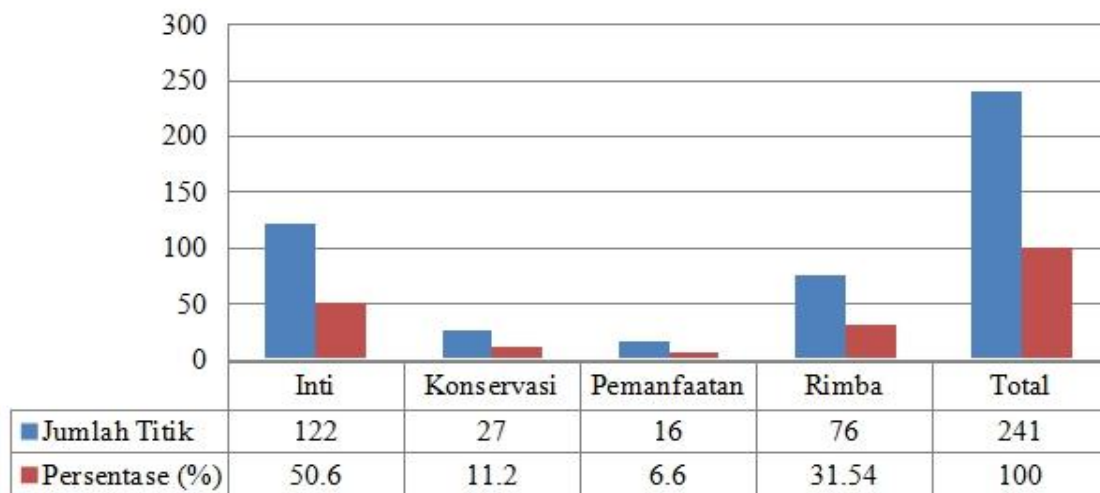
Gambar 1. Peta Distribusi Sebaran Gajah di Taman Nasional Way Kambas

Habitat satwa di taman nasional memenuhi berbagai zonasi yang ada, zonasi TNWK dibagi menjadi lima yakni zona rimba, zona pemanfaatan intensif, zona khusus konservasi, zona inti, dan zona pemanfaatan khusus. Penetapan zonasi ditentukan berdasarkan potensi alam hayati dan ekosistem, tingkat interaksi dengan masyarakat sekitar, kepentingan dan efektifitas pengelolaan kawasan Taman Nasional Way Kambas (BBTNWK, 2011).

Tabel 1. Prefensi Penggunaan Zonasi Habitat Gajah Sumatera

Zona	Jumlah Titik	Persentase (%)
Inti	122	50,6
Konservasi	27	11,2
Pemanfaatan	16	6,6
Rimba	76	31,54
Total	241	100

Sumber : Data Olah, 2019.

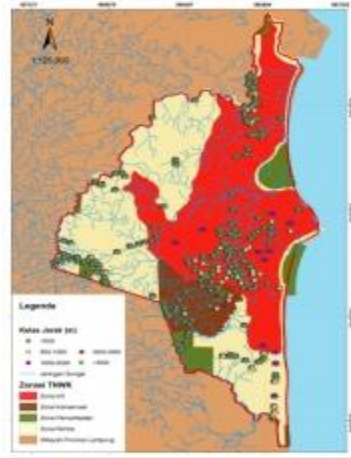


Gambar 2. Grafik penggunaan zonasi habitat gajah sumatera di TNWK

Hasil penelitian menggambarkan penggunaan zonasi di area zona inti sangat dominan dengan ditemukannya titik distribusi gajah sebanyak 122, dengan nilai persentase 50,6 % dari zonasi lain seperti zona konservasi 27 titik (11,2 %), zona pemanfaatan 16 titik (6,6%), dan zona rimba 76 titik dengan persentase 31,54%. Zona inti lebih banyak digunakan gajah beraktivitas dan menetap dikarenakan ancaman terbesarnya yaitu manusia sangat minim hampir tidak ada hal ini dilihat dari jarak sebaran titik gajah di zona inti dengan perbatasan kawasan yang jauh dari pemukiman.

Hal lain penggunaan zona inti lebih dominan digunakan gajah untuk menetap dan berkembang biak yaitu kondisi alam dan ekosistemnya masih asli dan stabil yang menyediakan pakan gajah dengan kuantitas dan kualitas baik tanpa ada gangguan dari gangguan dari faktor manusia. Menurut Maulana (2014) Zona inti merupakan bagian taman nasional yang mempunyai kondisi alam yang asli dan belum terganggu oleh manusia. Berfungsi sebagai perlindungan ekosistem, pengawetan flora dan fauna beserta habitatnya dan sumber plasma nutfah dari jenis tumbuhan dan satwa liar. Penutupan lahan yang mendominasi pada zona inti adalah hutan, semak, dan alang-alang.

Jarak Ke Sumber Air (Sungai)

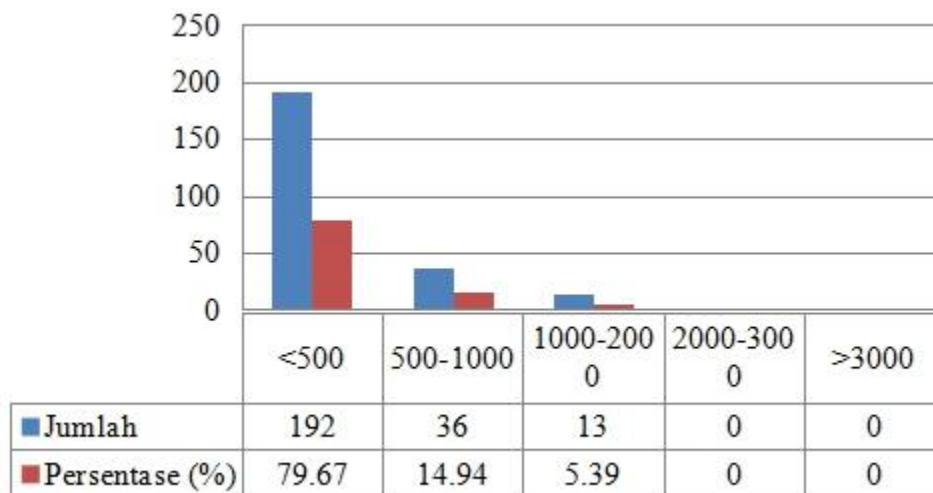


Gambar 3. Peta Jarak Kesumber Air

Tabel 2. Parameter Habitat Jarak Kesumber Air

Kelas (m)	Jumlah	Persentase (%)
<500	192	79,67
500-1000	36	14,94
1000-2000	13	5,39
2000-3000	0	0
>3000	0	0
total	241	100

Sumber: Data Olah, 2019.



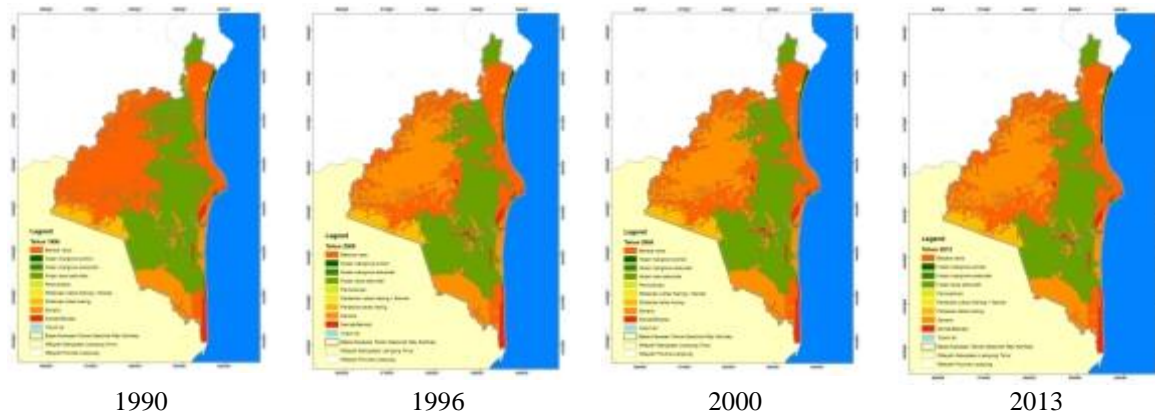
Gambar 4. Grafik Jarak Kesumber Air

Parameter jarak titik gajah di TNWK ke sumber air dengan menggunakan sungai sebagai pendekatan habitat kebutuhan akan air, hal ini dapat dilihat pada gambar 4, dengan persentase terbesar 79,67% pada range nilai <500 m dengan jumlah titik 192, hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan gajah akan air sangat besar. Kebutuhan untuk minum 20-50 liter per hari sehingga gajah memilih habitat nya yang berdekatan dengan sumber air seperti sungai atau rawa.

Sejarah iklim di kawasan sekitar TNWK, menunjukkan bahwa pada periode antara 1975 –1984 menunjukkan rata-rata curah hujan adalah 2.496 mm per tahun. Curah hujan maksimum adalah 3.448 mm dan minimum adalah 1,548 mm pada tahun 1977. rata-rata dalam satu periode, musim kemarau adalah 6 bulan, dan musim penghujan adalah 6 bulan. Bulan Agustus dan September adalah musim kemarau terburuk. Berdasarkan klasifikasi Schmidt and Ferguson, kawasan TNWK dan sekitarnya

termasuk dalam tipe iklim B dengan musim kemarau secara umum berlangsung selama enam bulan (dapat berlangsung sampai delapan bulan, yang biasanya terjadi sekali dalam dua puluh tahun). Curah hujan di musim kemarau dari April / Mei - Oktober / Nopember sangat bervariasi, sedangkan di musim penghujan hanya sedikit variasinya. Selama musim kemarau, seluruh kawasan menerima curah hujan rata-rata sekitar 2,000 mm per tahun, yang berarti dibawah rata-rata curah hujan dikawasan pegunungan Sumatera yang berkisar 4.500 – 5.000 mm per tahun (BTNWK, 2018).

Perubahan Penutupan Lahan



Gambar 5. Timeseries Perubahan Tutupan Lahan TNWK

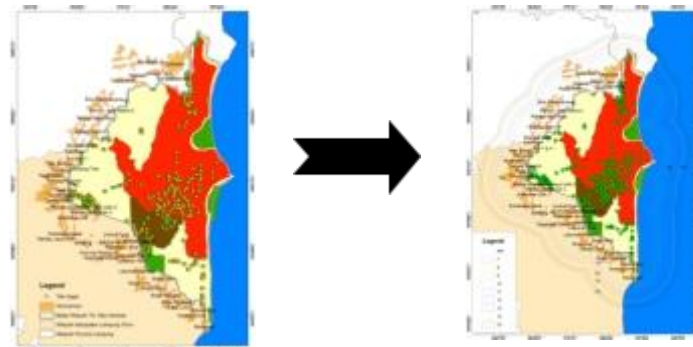
Perubahan pada tutupan lahan pada Gambar 2, pada tahun 1990-2000 terjadi perubahan yang signifikan karena pada tahun ini terjadi krisis moneter dan masyarakat di sekitar mengambil hasil hutan seperti kayu untuk memenuhi kebutuhan hidupnya hal ini terjadi pada tahun 1999. Tahun 2000-2013 tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap perubahan tutupan lahan yang ada. Masuk tahun 2013 penutupan lahan mengalami perubahan hal ini disebabkan adanya kebakaran hutan yang terjadi.

Menurut Maulana (2014) Penutupan lahan di Taman Nasional Way Kambas dikelompokkan menjadi 9 (sembilan) kelas yaitu hutan, hutan lahan basah, semak, alang-alang, lahan terbuka, lahan basah, ladang, badan air, dan no data. Pada tahun 1996-2002 penutupan lahan hutan mengalami perubahan terbesar menjadi semak sebesar 4.454,02 ha sedangkan pada tahun 2002-2010 penutupan lahan hutan mengalami perubahan terbesar menjadi hutan lahan basah sebesar 2.163,81 ha. Penutupan lahan pada zona rimba dan zona pemanfaatan intensif didominasi oleh alang-alang, sedangkan zona khusus konservasi dan zona inti didominasi berupa hutan. Penutupan lahan pada zona rimba dan zona pemanfaatan intensif didominasi oleh alang-alang sedangkan zona khusus konservasi dan zona inti didominasi berupa hutan.

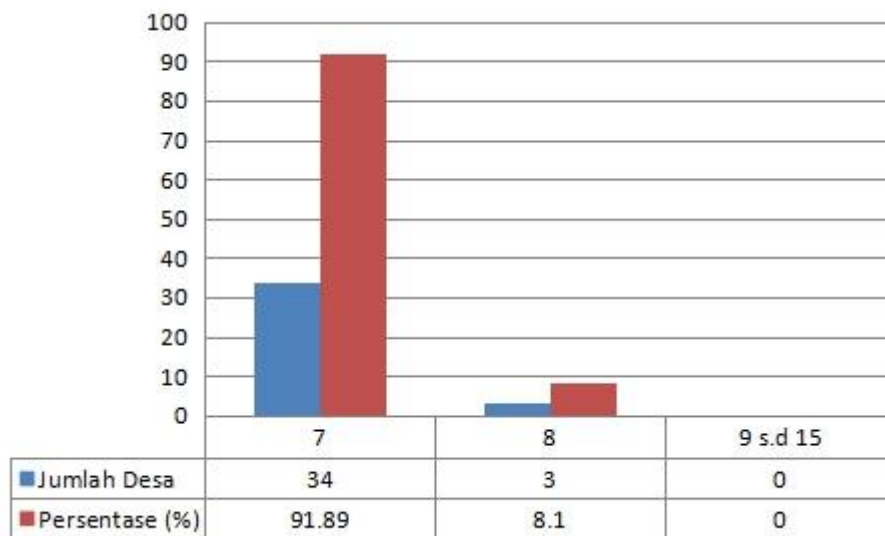
Perubahan tutupan lahan akan mempengaruhi pola sebaran satwa liar dalam melakukan aktivitas untuk memenuhi kebutuhan hidup dan berkembang biak untuk jangka waktu yang lama akan menjadi tempat hidup dan menetap sebagai habitat satwa liar salah satunya gajah sumatera. Menurut Alikodra, (2010) Habitat mempunyai peran penting untuk mendukung kehidupan satwa liar. Kuantitas dan kualitasnya perlu dijaga kelestariannya, sehingga tetap berfungsi sebagai tempat mencari makan, minum, tidur, berlindung dan berkembang biak. Pertumbuhan dan perkembangan populasi manusia seringkali mendesak habitat satwa liar, yang pada akhirnya memberikan dampak negatif bagi kehidupan mereka.

Jarak Ke sumber Gangguan (Pemukiman)

Pola aktivitas Gajah berdasarkan wilayah jelajah harian individu atau berkelompok yang ada di TNWK berdasarkan jarak pemukiman dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 6. Jarak Tagging Gajah ke Sumber Gangguan (Pemukiman)



Gambar 7. Grafik Jarak Radius Titik Gajah ke Pemukiman

Hasil penelitian dari parameter radius jarak titik gajah terluar yang berbatasan dengan pemukiman menjadi gangguan untuk gajah dapat hidup dan berkembang biak dapat dilihat pada Tabel 2. Pada jarak radius 7 km terdapat setidaknya 34 desa yang masuk dalam wilayah jelajah gajah sumatera, hal ini memungkinkan terjadinya konflik antara gajah dan manusia karena titik gajah yang ada ditaman nasional sering kali mengalami perubahan pola pergerakan seiring dengan adaptasi terhadap ketersediaan kebutuhan primer gajah.

Pendataan jarak terdekat antara habitat gajah dengan pemukiman masyarakat sebagai langkah upaya tambahan informasi pola pencegahan mitigasi konflik yang ada di TNWK. Menurut Zazuli (2016) tercatat KMG sebanyak 43 kasus terdiri dari 37 kasus terjadi di Desa Tegal Yoso dan enam kasus di Desa Tanjung Tirto. Kasus KMG 98% gajah datang berkelompok dan 2% gajah datang soliter. Tiga jenis tanaman yang sering dirusak adalah singkong (*Manihot utilissima*) 40 kasus, jagung (*Zea mays*) 27 kasus dan padi (*Oryza sativa*) 13 kasus serta 98% gajah datang pada pukul 18.00-00.00 WIB.

Perilaku sosial gajah sumatera merupakan hewan sosial yang hidup berkelompok. Kelompok berperan penting dalam menjaga kelangsungan hidup gajah. Jumlah anggota kelompok sangat bervariasi. Tergantung pada kondisi sumber daya alam dan luas habitat. Gajah sumatera bisa ditemukan dalam kelompok yang terdiri dari 20-35 ekor. Gajah termasuk binatang nokturnal yang aktif di malam hari. Hewan ini hanya membutuhkan waktu tidur selama 4 jam per hari dan terus bergerak selama 16 jam untuk menjelajah dan mencari makanan. Sisanya digunakan untuk berkubang dan bermain. Pergerakan gajah dalam sehari bisa mencapai areal seluas 20 km². Idealnya kebutuhan luas areal untuk habitat gajah liar minimal 250 km² berupa hamparan hutan yang tidak terputus.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penggunaan zonasi pada kawasan Taman Nasional Way Kambas lebih banyak pada zona inti untuk menetap dan beraktivitas dengan persentase penggunaan area kawasan sebesar 50,6%. Hal ini berpengaruh terhadap langkah upaya konservasi

yang harus dilakukan oleh Balai Taman Nasional Way Kambas agar intensif mempertahankan dan menjaga perlindungan serta pengawetan di area zona inti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah saya panjatkan pada Allah swt, Penulis mengucapkan rasa terimakasih pada dosen jurusan kehutanan yang sudah membantu dalam penelitian ini. Pada kepala Balai Taman Nasional Way Kambas Bapak Subakir dan bapak Isnin selaku pegawai bidang pemetaan TNWK, serta teman-teman yang telah membantu dalam pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H. S. (2010). Teknik Pengelolaan Satwa Liar. Buku. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 296 p.
- Balai Besar Taman Nasional Way Kambas. 2011. *Rencana Strategis Taman Nasional Way Kambas 2004-2010*. Lampung.
- Balai Taman Nasional Way Kambas. (2018). *Laporan Inventarisasi Taman Nasional Way Kambas*. Lampung. (tidak dipublikasi).
- Desmiwati & Surati. (2017). *Upaya penyelesaian masalah pemantapan kawasan hutan pada taman Nasional di pulau sumatera*. J.Penelitian Kehutanan Wallacea.VI (2):135-146.
- Mukhtar. (2004). *Taman Nasional Way Kambas Merupakan Daya Tarik Kepariwisataaan Lampung*. E-USU Repository Universitas Sumatera Utara
- Maulana. D. A & Darmawan A. (2014). *Perubahan Penutupan Lahan Di Taman Nasional Way Kambas (Land Cover Changes In Way Kambas National Park)*. Jurnal Sylva Lestari Vol. 2 No. 1. Januari 2014 (87—94).
- Undang Undang. (1999). Kehutanan Kantor Menteri Negara Sekretaris Negara Republik Indonesia, Jakarta.
- Zazuli. (2016). Mitigasi Konflik Manusia-Gajah Oleh Elephant Response Unit Di Resort Toto Projo Taman Nasional Way Kambas (Studi Kasus di Desa Tanjung Tirto dan Desa Tegal Yoso). J.Sylva Lestari. 3 (4): 70.

CADANGAN KARBON PADA TEGAKAN KARET DI KESATUAN PENGELOLAAN HUTAN BUKIT PUNGGUR

Yanfa Ghiyats Ghifari*¹, Christine Wulandari^{1,2}, Rudi Hilmanto¹, Samsul Bakri^{1,3}

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

²Pascasarjana Pertanian, Universitas Lampung;

³Pascasarjana Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Lampung;

Jl. Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia

email: *¹yanfa.ghiyats10790@students.unila.ac.id, ²chs.wulandari@gmail.com,

³rudihilmanto@gmail.com, ⁴samsul.bakri@fp.unila.ac.id

Abstrak. *Tingginya kandungan karbon dioksida di atmosfer adalah salah satu faktor penyebab perubahan iklim. Peningkatan penyerapan karbon dioksida oleh vegetasi, misal tanaman karet, diharapkan dapat menurunkan kandungan gas karbon dioksida dari atmosfer. Hutan kemasyarakatan di Kesatuan Pengelolaan Hutan Bukit Punggur berorientasi pada nilai ekonomi produksi terutama dari hasil lateks karetnya. Tanaman ini berperan besar dalam penyerapan karbon dioksida dilihat dari kanopi yang lebar dan permukaan hijau daun yang luas. Berdasarkan hasil analisis, cadangan karbon yang ditemukan di lokasi tersebut adalah 698,26 ton, atau rata-rata 43,64 ton/Ha. Artinya hutan yang dikelola secara agroforestri dengan mayoritas karet belum mampu menghasilkan karbon yang optimal.*

Kata Kunci: *Karet, karbon, biomassa, allometrik*

PENDAHULUAN

Tingginya kandungan karbon dioksida di atmosfer adalah salah satu faktor penyebab perubahan iklim. Penggunaan bahan bakar fosil yang berlebih, penebangan dan perusakan pohon yang tidak terkendali menyebabkan kondisi lingkungan dan sumber daya alam yang semakin buruk (Saragih, 2016). Dalam hal ini sektor kehutanan menjadi sangat berpotensi besar dalam penyerapan karbon melalui penanaman, meningkatkan pertumbuhan hutan, mengurangi laju deforestasi dan kebakaran hutan (Setiawan, 2015).

Hutan merupakan sumber daya yang memiliki nilai sangat penting serta bermanfaat untuk kehidupan, diantaranya sebagai jasa lingkungan, pengatur tata air, estetika, penyedia oksigen dan penyerap karbon (Rahayu et al., 2010). Penyerapan karbon dioksida oleh vegetasi, salah satunya tanaman karet, menunjukkan upaya untuk menurunkan kandungan gas karbon dioksida dari atmosfer. Pasalnya di Indonesia ada 3,4 juta hektar (Ha) perkebunan karet, termasuk di dalamnya milik negara dan swasta. Sumatera dan Kalimantan merupakan penghasil karet terbesar (ICRAF, 2013).

Terdapat skema pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (HKm) oleh Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) Jaya Lestari di Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Bukit Punggur Kabupaten Way Kanan dengan sistem pengelolaan agroforestri yang didominasi oleh tegakan karet. Masyarakat pengelola berorientasi pada nilai ekonomi produksi terutama dari lateks karetnya. Sejauh ini belum adanya perhatian masyarakat terkait peranan karet sebagai tanaman penyerap karbon. Tanaman ini berperan besar dalam penyerapan karbon dioksida dilihat dari kanopi yang lebar dan permukaan hijau daun yang luas (Saragih, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cadangan karbon pada tegakan karet di HKm Jaya Lestari KPH Bukit Punggur, Kabupaten Way Kanan. Luas area yang didominasi tanaman karet di KPH tersebut seluas 1.295 Ha. Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi manfaat bagi pemerintah dan pihak terkait sehingga dapat mengambil kebijakan dalam pemeliharaan hutan yang salah satu fungsinya adalah sebagai penyerap dan penyimpan karbon.

BAHAN DAN METODE

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil pada penelitian ini mencakup data jenis pohon, tinggi pohon dan diameter pohon untuk pengukuran. Data sekunder didapat dari studi literatur tentang penelitian-penelitian karbon tersimpan terkait yang pernah dilakukan dan data pendukung lain dari instansi pemerintah daerah seperti profil dan kondisi umum lokasi penelitian.

Petak ukur ditentukan dengan menggunakan metode *Stratified Sampling* yang dikelompokkan berdasarkan kelas ketinggian tempat (*altitude*) (Bhaskara, 2018). Penentuan kisaran ketinggian tempat didapat dari perhitungan berikut:

$$\frac{\text{Ketinggian tempat}}{\text{Jumlah kelas}} = \frac{950 - 550 \text{ mdpl}}{4 \text{ kelas}} = 100 \text{ mdpl}$$

Luas HKm Jaya Lestari (N) : 1.295 Ha = 12.950.000 m²

Intensitas sampling yang digunakan (IS) : 0,05% = 0,0005

Luas tiap petak contoh (n) : 20 m x 20 m = 400 m²

Maka, didapat luas seluruh petak contoh:

$$IS \times N = 0,0005 \times 12.950.000 \text{ m}^2 = 6.475 \text{ m}^2$$

Jumlah petak ukur yang dibuat adalah:

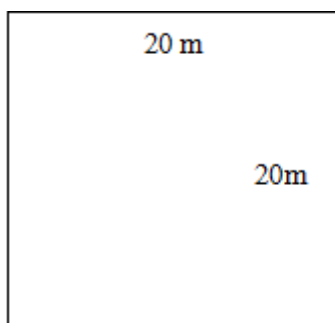
$$\text{Jumlah plot yang dibuat} = \frac{\text{Luas seluruh petak contoh}}{\text{Luas tiap petak contoh}} = \frac{6.475 \text{ m}^2}{400 \text{ m}^2} = 16,2 \sim 16 \text{ plot}$$

Pembagian plot dibagi secara proporsional untuk masing-masing kelas ketinggian tempat dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah petak ukur berdasarkan ketinggian tempat di HKm Jaya Lestari

Kelas Ketinggian	Ketinggian	Jumlah Petak Ukur
1	550 – 650 m dpl	4
2	651 – 750 m dpl	4
3	751 – 850 m dpl	4
4	851 – 950 m dpl	4
Jumlah		16

Plot contoh berbentuk bujur sangkar berukuran 20 m x 20 m digunakan untuk pengambilan data biomassa pohon (Bhaskara, 2018) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Petak ukur untuk pengambilan data biomassa.

Pengambilan data dilakukan dengan metode *non-destructive* (tidak merusak/memanen) untuk setiap pohon yang berada di dalam plot 20 m x 20 m. Data yang diambil dari setiap pohon untuk dihitung biomasanya adalah data jenis pohon, diameter dan tinggi pohon tersebut.

Hasil pengukuran diameter pohon dan tinggi pohon dianalisis dengan menggunakan persamaan allometrik yang telah ada untuk menduga biomassa pohon pada Tabel 2.

Tabel 2. Model persamaan allometrik

No	Jenis Tegakan	Persamaan Allometrik	Sumber
1	Akasia	$BK = 0,077 (D^2H)^{0,90}$	(Tim Arupa, 2014)
2	Pohon-pohon bercabang	$BK = 0,11 \rho(D)^{2,62}$	(Ketterings, 2001)
3	Pohon tidak bercabang	$BK = \pi \rho D^2 H / 40$	(Hairiah et al., 2001)
4	Karet	$BK = 3,42 D^{1,15}$	(Saragih et al, 2016)

Keterangan:

BK = Berat kering (kg/pohon)

H = Tinggi total tanaman (m)

D = Diameter setinggi dada (cm)

BA = Basal area (cm²)

ρ = Berat Jenis kayu (0,7 g/m³) dan berat jenis kayu mati (0,4 g/m³).

Biomassa yang didapat kemudian dikonversi ke dalam karbon dengan dikalikan 0,47 (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2011) dalam rumus berikut.

$$C = \text{Biomassa total} \times 0,47$$

Perhitungan potensi penyerapan gas CO² didapat melalui perkalian kandungan karbon terhadap besarnya serapan CO². Perhitungan dilakukan berdasarkan 1 juta *metrik* ton karbon ekuivalen dengan 3,67 juta *metric* ton CO² yang diserap dari atmosfer. Perhitungan serapan CO² dilakukan dengan menggunakan rumus berikut (Hardjana, 2010).

$$W_{CO_2} = W_{tc} \times 3,67$$

Keterangan :

W_{CO_2} : banyaknya CO² yang diserap (ton)

W_{tc} : berat total unsur karbon ke CO² [massa atom C = 12 dan O = 16, CO² = (1 x 12) + (2 x 16) = 44; konversinya = (44:12) = 3,67

HASIL DAN PEMBAHASAN

HKm Jaya Lestari KPH Bukit Punggur Way Kanan memiliki luas 1.295 Ha dengan pengelolaan lahan dengan pola agroforestri. Penyusun dari pola tanam agroforestri terdiri dari tanaman kehutanan, tanaman *Multy Purpose Trees Species* (MPTs) dan tanaman perkebunan. Jenis tanaman kehutanan yang ada pada lahan tersebut yaitu medang (*Phoeba hunanensis*), akasia (*Acacia auriculiformis*), pulai (*Alstonia scholaris*) dan akasia mangium (*Acacia mangium*). Jenis MPTs yang ada di lahan tersebut yaitu kapuk randu (*Ceiba pentandra*), petai (*Parkia speciosa*), jengkol (*Archidendron pauciflorum*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), durian (*Durio zibethinus*), tangkil (*Gnetum gnemon*), mangga (*Mangifera indica*) dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*). Meskipun begitu tanaman penyusun yang ada di HKm tersebut didominasi oleh tanaman karet (*Havea brasiliensis*). Dominasi tanaman karet ini adalah ketentuan pengelolaan yang diterapkan oleh pihak petani dan pihak KPH Bukit Punggur.

Tabel 3. Data pengamatan tinggi dan diameter pohon
HKm Jaya Lestari

No Plot	Jenis Pohon	Tinggi	Diameter
1	Karet	9	21,66
	Karet	8	20,38
	Karet	5	20,06
2	Pulai	12	29,94
	Pulai	14	32,80
	Pulai	11	27,71
	Medang	7	23,89
	Medang	9	27,71
	Jengkol	6	21,34
3	Durian	12	20,38
	Akasia	14	44,27
	Nangka	7	20,06
	Karet	10	24,52
	Karet	9	24,84
	Karet	9	21,97
	Karet	11	25,80
	Karet	13	23,25
	Karet	14	21,34
	Karet	11	21,02
	Karet	12	20,06
	Karet	12	21,66
	Karet	9	20,38
	Durian	5	20,38
	Akasia	17	35,67
4	Mangga	12	56,69
	Jengkol	8	23,25
	Kapuk randu	10	52,55
	Karet	15	38,22
	Karet	14	27,39
	Karet	14	20,06
	Karet	13	21,97
	Karet	15	26,43
	Karet	11	24,52
	Karet	12	21,66
	Petai	11	21,97
	Jengkol	9	26,43
5	Karet	12	21,34
	Karet	13	21,66
	Karet	12	23,25
	Karet	11	21,34
	Karet	13	24,52
	Pulai	21	86,94
	Pulai	18	70,70

	Pulai	15	62,42
	Karet	13	20,38
6	Karet	9	23,25
	Karet	13	22,93
	Karet	10	23,25
	Karet	11	21,66
	Karet	10	21,97
	Karet	11	20,06
	Karet	12	20,70
	Karet	14	35,03
	Karet	12	30,57
7	Jengkol	9	27,39
	Pulai	15	42,99
	Durian	12	29,62
	Karet	13	23,25
	Karet	10	21,66
	Karet	11	21,97
	Karet	10	20,06
	Karet	17	20,70
8	Karet	11	21,97
	Cengkeh	7	20,70
	Karet	10	23,25
	Karet	8	21,34
	Karet	8	20,70
	Karet	12	29,94
	Karet	9	22,93
9	Petai	9	21,66
	Karet	10	24,20
	Karet	11	20,70
	Karet	11	25,16
	Karet	12	25,80
	Karet	11	24,52
	Karet	10	22,93
	Karet	11	22,29
	Petai	7	20,06
	Jengkol	8	21,02
10	Petai	9	21,97
	Tangkil	7	20,06
	Karet	10	24,20
	Karet	12	24,84
	Karet	9	26,43
	Petai	8	21,34
	Karet	12	27,71
11	Karet	12	23,25
	Karet	11	27,07
	Karet	13	28,03

	Karet	10	21,97
	Karet	13	29,62
	Jengkol	9	27,39
12	Karet	11	21,66
	Karet	8	23,25
	Cengkeh	6	21,34
	Karet	11	25,16
	Karet	7	20,70
	Pulai	8	20,06
	Pulai	10	20,70
	Petai	6	21,97
13	Jengkol	7	21,66
	Jengkol	9	26,43
	Durian	7	24,52
	Karet	11	21,66
	Karet	9	21,02
	Karet	12	25,16
14	Akasia mangium	16	136,94
	Karet	17	21,34
	Karet	20	21,97
	Karet	21	23,25
	Karet	19	20,70
	Akasia	17	97,13
15	Jengkol	12	21,34
	Karet	11	23,25
	Jengkol	13	25,48
	Jengkol	12	29,30
	Jengkol	10	27,07
	Karet	14	21,02
	Karet	12	21,66
	Karet	9	21,34
	Karet	12	24,52
	Cengkeh	8	27,07
	Karet	7	23,25
	Karet	10	24,20
16	Karet	11	21,02
	Karet	12	21,97
	Karet	9	23,25
	Karet	13	20,06
	Cengkeh	7	21,66
	Cengkeh	9	26,11
	Karet	11	23,89
	Karet	10	24,20

Jumlah cadangan karbon dioksida di HKm Jaya Lestari yaitu 698,26 ton dengan rata-rata 43,64 ton/Ha. Hasil yang diperoleh merupakan perhitungan biomassa yang terdapat di setiap plot pengamatan yang kemudian dikonversi ke dalam karbon. Perbedaan cadangan karbon pada tegakan

dipengaruhi oleh beberapa faktor. Adapaun faktor yang mempengaruhi adalah umur tegakan, kerapatan dan keragaman jenis vegetasi pengisi adalah faktor yang mempengaruhi cadangan karbon yang tersimpan pada suatu lahan (Uthbah et al, 2017).

Hasil yang didapat dari perolehan pengamatan data yang dilakukan di HKm Jaya Lestari cadangan karbon berjumlah.

Tabel 4. Karbon tersimpan pada pohon penyusun tegakan HKm Jaya Lestari

No Plot	Biomassa pohon (ton/Ha)	Karbon tersimpan (ton/Ha)
1	8,37	3,93
2	69,10	32,48
3	80,38	37,78
4	186,65	87,73
5	482,07	226,57
6	30,38	14,28
7	76,27	35,85
8	24,65	11,58
9	39,44	18,54
10	31,50	14,81
11	29,37	13,80
12	34,93	16,42
13	34,00	15,98
14	268,63	126,26
15	65,02	30,56
16	24,90	11,71
Jumlah		698,26
Rata-rata		43,64

Karbon yang paling tinggi tersimpan di HKm Jaya Lestari berada di plot 5 yaitu 226,57 ton/Ha sedangkan karbon yang paling rendah tersimpan berada di plot 1 yaitu 3,93 ton/Ha. Adanya perbedaan cadangan karbon dikarenakan adanya perbedaan jenis dan kerapatan pohon pada masing-masing plot. Menurut Supriadi (2012) hal lain yang dapat mempengaruhi jumlah karbon yang tersimpan adalah umur tanaman, kondisi tanaman, kesuburan tanah, teknis budidaya yang diterapkan.

Tabel 5. Jenis pohon penyusun tegakan HKm Jaya Lestari

Plot	Jenis	Nama Latin	Karbon ton/ha
1	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	3,93
2	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	20,59
	Medang	<i>Phoebe humanensis</i>	9,14
	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	2,75
3	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	4,87
	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	16,14
	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	2,34
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	14,42
4	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	35,54
	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	8,25
	Kapuk randu	<i>Ceiba pentandra</i>	29,13
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	11,84
5	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	8,47
	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	218,10
6	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	14,28
7	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	5,28
	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	17,22
	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	6,49
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	6,86
8	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	9,05
	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	2,54

Plot	Jenis	Nama Latin	Karbon ton/ha
9	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	5,19
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	10,70
10	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	5,71
	Tangkil	<i>Gnetum gnemon</i>	2,34
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	9,50
11	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	8,52
	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	5,28
12	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	5,83
	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	2,75
	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	4,88
	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	2,97
13	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	7,67
	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	3,96
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	4,35
14	Akasia mangium	<i>Acacia mangium</i>	76,91
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	5,57
	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	43,77
15	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	18,55
	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	10,23
	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	1,78
16	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	8,61
	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	3,09

Berdasarkan hasil yang didapatkan bahwa cadangan karbon pada tegakan karet di KPH Bukit Punggur relatif rendah karena dipengaruhi oleh biomassa sehingga cadangan karbon yang tersimpan relatif rendah. Pohon tangkil dan pohon nangka memiliki total cadangan karbon terendah yaitu sebesar 2,34 ton/Ha. Tanaman karet sebagai jenis yang mendominasi lahan HKm Jaya Lestari memiliki cadangan karbon dengan total sebesar 132,16 ton/Ha. Adapun pohon pulai memiliki total cadangan karbon yang tertinggi yaitu 260,79 ton/Ha dengan diameter rata-rata diatas 20 cm. Cadangan karbon yang tinggi pada tanaman dipengaruhi oleh besarnya biomassa yang dilihat dari diameter batang tanaman tersebut. Pulai merupakan jenis pohon *fast growing* (cepat tumbuh). Menurut Hamdaningsih (2010) bahwa jenis pohon *fast growing* menghasilkan riap yang tinggi sehingga penyerapan karbon dan biomasnya pun tinggi.

Tabel 6. Cadangan karbon pada kelas ketinggian tempat

kelas ketinggian	Ketinggian	karbon tersimpan
1	550 – 650 m dpl	40,48
2	651 – 750 m dpl	72,07
3	751 – 850 m dpl	15,89
4	851 – 950 m dpl	46,13

Ketinggian yang berbeda-beda di HKm Jaya Lestari merupakan faktor yang dapat berpengaruh terhadap kondisi tempat tumbuh sehingga mempengaruhi kondisi vegetasi dan cadangan karbonnya. Menurut Van Steenis (1972) ada enam tipe hutan berdasarkan ketinggian tempat yaitu dataran rendah (0-500 mdpl), perbukitan (500-1000 mdpl), *submountain* (1000-1500 mdpl), *mountain* (1500-2400 mdpl), *subalpin* (2400-3600), dan *alpin* (3600-4500 mdpl). Lahan garapan di HKm Jaya Lestari tergolong dalam dua tipe hutan berdasarkan ketinggian tempatnya yaitu hutan dataran rendah dan perbukitan. Hasil menunjukkan bahwa pada kelas ketinggian 2 sebesar 72,07 ton/Ha dan kelas ketinggian 4 sebesar 46,13 ton/Ha memiliki cadangan karbon lebih besar dari kelas ketinggian 1 sebesar 40,48 ton/Ha. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh diameter pohon, jumlah pohon, dan jumlah jenis penyusun tegakan pada tiap plot. Pohon pulai adalah jenis yang memiliki karbon tersimpan yang lebih tinggi dari pohon lainnya sehingga sangat mempengaruhi total karbon pada tiap kelas ketinggian tempat. Kelas ketinggian 3 memiliki ketimpangan total karbon tersimpan dari semua

kelas ketinggian tempat dikarenakan memiliki jumlah dan jenis pohon yang lebih sedikit serta memiliki rata-rata diameter 23,45 cm. Pada kelas ketinggian tempat lainnya memiliki jumlah dan jenis pohon serta memiliki rata-rata diameter diatas 25,64 cm. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Hutasoit (2014) yang menyatakan bahwa perbedaan cadangan karbon pada setiap jumlah cadangan karbon diatas permukaan (*above ground C-Stock*) sangat ditentukan oleh jenis dan umur tanaman, keragaman dan kerapatan tanaman, kesuburan tanah, kondisi iklim, ketinggian tempat dari permukaan laut, lamanya lahan dimanfaatkan untuk penggunaan tertentu serta pengolahannya.

Total cadangan karbon pada tegakan karet di HKm Jaya Lestari KPH Bukit Punggur menurut kelas ketinggian tempat termasuk kelas kurang baik yaitu berkisar antara 15,89 ton/Ha hingga 72,07 ton/Ha. Menurut IPCC (2006) kelas karbon dibagi ke dalam dua kelas kategori, kelas karbon kategori baik jika besar kandungan karbon pada suatu kawasan sebesar 138 ton/ha atau lebih dari 138 ton/ha, sedangkan kelas karbon kategori kurang baik yaitu jika kandungan karbon yang didapat di bawah 138 ton/ha. Dari hasil tersebut maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hutan yang dikelola secara agroforestri dengan dominasi tanaman karet belum mampu menjadi penyimpan cadangan karbon yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2011). Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon. Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting). Badan *Standardisasi Nasional*. Jakarta.
- Bhaskara, D. R., Qurniati, R., Duryat & Banuwa, I. S. (2018). Karbon tersimpan pada repong damar pekon pahmungan kecamatan pesisir tengah, kabupaten pesisir barat. *Jurnal Sylva Lestari* 6(2): 32-40.
- Hamdaningsih, S. S. (2010). Studi kebutuhan hutan kota berdasarkan kemampuan vegetasi dalam penyerapan karbon di kota mataram. *Majalah Geografi Indonesia* 24(1): 1-9.
- Hardjana, A., K. (2010). Potensi Biomassa dan Karbon pada Hutan Tanaman *Acacia mangium* di HTI PT. Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian dan Ekonomi Kehutanan* 7(4): 237-249.
- Hutasoit, A. (2014). Pendugaan Cadangan Karbon Pada Tegakan Kelapa Sawit (*Elais guineensis* Jacq.) Umur 10 Tahun di Perkebunan Kelapa Sawit PT.Putri Hijau Kabupaten Langkat. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- ICRAF. (2013). *The International Centre Research in Agroforestry*. Agfor Sulawaesi. Bogor.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelones for National Greenhose Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. And Tanabe K. (eds)*. Japan: IGES.
- Rahayu, S., Setiawan, E. & Suyanto. (2010). Sistem Agroforestri di Kawasan Penyangga Hutan Lindung Seasot: Potensinya Sebagai Penambat Karbon. *World Agroforestry Centre (ICRAF)*. Bogor.
- Saragih, E. S., Muhdi & Hanafiah, D. S. (2016). Pendugaan Cadangan Karbon pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Umur 10 Tahun di Perkebunan Rakyat Desa Tarean, Kecamatan Silindak, Kabupaten Serdang Bedagai. *Peronema Forestry Science Journal* 5(2): 5-19.
- Setiawan, H. (2015). Profil Kandungan Karbon pada Tegakan Puspa (*Schima walichii*). *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Uthbah, Z., Sudiana, E. & Yani, E. (2017). Analisis Biomassa dan Cadangan Karbon pada Berbagai Umur Tegakan Damar (*Agathis dammara* Lamb. Rich.) di KPH Banyumas Timur. *Scripta Biologica* 4(2): 119-124.
- Supriadi, H. (2012). Peran Tanaman Karet dalam Mitigasi Perubahan Iklim. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* 3(1) : 79-90.

KAJIAN ETNOBIOLOGI: KEARIFAN MASYARAKAT SUKU TALANG MAMAK DALAM MEMANFAATKAN SUMBERDAYA HUTAN BERUPA MADU

Prima Wahyu Titisari¹, Tika Permata Sari¹, Elfis¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Islam Riau. Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Marpoyan, Pekanbaru 24284, Riau, Indonesia. Tel.: +62.761.674.674 Fax.: +62.761.674.834
e-mail: *pw.titisari@gmail.com

Abstrak. *Suku Talang Mamak merupakan suku asli dari Indragiri Hulu, yang disebut juga sebagai “Suku Tuha” yang berarti suku yang pertama kali datang dan berhak atas sumberdaya alam di Indragiri Hulu. Suku ini hidup secara arif berdampingan dengan alam dan memenuhi semua kebutuhan hidup mereka dari hutan. Penelitian ini dilakukan untuk melihat kearifan lokal masyarakat Suku Talang Mamak dalam pemanfaatan sumber daya hayati khususnya pemanfaatan hasil hutan berupa madu untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Dari hasil yang didapat, masyarakat Suku Talang Mamak ini sangat arif dalam pemanfaatan sumber daya hayati. Dalam pemanfaatan madu, masyarakat ini melakukan ritual “menumbai” untuk mengumpulkan madu dari pohon “sialang” sebagai sumber pendapatan perkonomian mereka. Ritual ini menggunakan asap hasil pembakaran pelepah daun kelapa untuk mengusir lebah dari sarangnya. Hal ini dilakukan untuk melindungi pemanen dari sengatan lebah. Ritual manumbai ini dipimpin oleh Juragan Tuo sebagai penanggung jawab dan Juragan Mudo sebagai Juru Panjat serta sebagai Tukang Sambut. Ritual ini dilaksanakan pada malam hari saat bulan mati (gelap) dengan serangkaian ritual adat kepercayaan mereka. Pengambilan madu hanya dilakukan sebanyak 2-3 kali dalam setahun pada musim-musim tertentu. Dengan kearifan Masyarakat Suku Talang Mamak ini maka memberi dampak baik terhadap keberlanjutan dari hutan adat yang dijaganya.*

Kata Kunci : *Etnobiologi, Kearifan lokal, Suku Talang Mamak, Menumbai.*

PENDAHULUAN

Etnobiologi dapat diartikan secara umum evaluasi ilmiah terhadap pengetahuan penduduk tentang biologi, termasuk di dalamnya pengetahuan tentang tetumbuhan (botani), hewan (zoologi) dan lingkungan alam (ekologi). Ditilik dari perkembangannya, etnobiologi merupakan disiplin ilmu yang relatif baru. Meski demikian, etnobiologi telah berkembang dengan sangat pesat. Kajian etnobiologi telah menjadi suatu kajian lintas disiplin yang khas dan luas, baik secara teori maupun praktik. Misalnya, kajian tentang jenis-jenis tumbuhan obat dan pengobatan tradisional, sistem keberlanjutan sumber daya alam, bencana alam, dan lainnya (Ellen 2006:).

Selanjutnya, kearifan lokal menurut rumusan yang dikeluarkan oleh Departemen Sosial (sekarang Kementerian Sosial) diartikan sebagai pandangan hidup dan pengetahuan serta berbagai strategi kehidupan yang berwujud aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat lokal dalam menjawab berbagai masalah dalam pemenuhan kebutuhan mereka (Departemen Sosial RI, 2006).

Berdasarkan pengertian ini maka dapat diartikan, kajian etnobiologi berkaitan dengan kearifan lokal dalam konteks pemanfaatan sumberdaya alam adalah pengetahuan masyarakat lokal dalam pemanfaatan, pengelolaan dan konservasi sumberdaya alam dan keanekaan hayati (kehati) guna memenuhi kebutuhan hidup. Dari pengetahuan yang dimiliki oleh masyarakat lokal maka masyarakat tersebut tentunya berperan besar dalam menjaga sistem ekologi potensial, melindungi keanekaragaman spesies flora dan fauna beserta ekosistemnya. Hal tersebut juga berfungsi untuk menjaga keberlanjutan kepentingan ekonomi lokal mereka dan keberlanjutan dari sumber daya alam yang dimanfaatkannya.

Jauh di dalam Hutan di kawasan Taman Nasional Bukit Tigapuluh di Provinsi Riau dan Jambi, hidup komunitas Suku Talang Mamak. Suku asli Indragiri Hulu, yang disebut juga sebagai “Suku Tuha” yang berarti suku yang pertama kali datang dan berhak atas sumberdaya alam di Indragiri Hulu. Masyarakat yang juga yang tergolong dalam suku Proto Melayu atau Melayu Tua ini, diperkirakan sudah tinggal beratus-ratus tahun lamanya di hutan dataran rendah Bukit Tigapuluh. Jauh sebelum

kawasan itu ditetapkan sebagai taman nasional. Suku Talang Mamak hidup tersebar di 6 Kecamatan, yaitu Batang Gansal, Batang Cenaku, Kelayang, Rengat Barat, dan Rakit Kulim di Indragiri Hulu, Provinsi Riau, serta di Kecamatan Sumay Tebo, di Provinsi Jambi. Salah satu komunitas terbesar, hidup berkelompok di Dusun Tuo Datai, yang berada di Hulu sungai Gansal Desa Rantau Langsat, Kecamatan Batang Gansal, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau.

Terasing di pedalaman, Orang Talang Mamak hidup dengan cara-cara yang masih tradisional di rumah-rumah panggung. Sebagian masih memanfaatkan kulit kayu sebagai dinding rumah, dan daun palem sebagai atap. Hutan dan sungai adalah identitas penting yang tak bisa dipisahkan dari kehidupan mereka. Suku Talang Mamak kini menghuni area yang ditetapkan sebagai zona tradisional atau zona khusus Taman Nasional. Secara umum mereka hidup bertani kebun dan ladang, menyadap karet dan meramu hasil hutan non kayu (HHNK) seperti Madu, Damar, Pinang dan buah Jerenang dan Kelukup (Riyanti Dewi, 2017). Salah satu hasil hutan non kayu yang dimanfaatkan oleh masyarakat Suku Talang Mamak yaitu madu. Madu ini diperoleh melalui rangkaian upacara adat yang disebut dengan "Menumbai".

Menumbai adalah prosesi mengambil madu dari sarang lebah yang terdapat di pohon sialang. Menurut UU Hamidy (1983), "menumbai" berasal dari kata "tumbai" atau "umbai", yang berarti "turun" atau "menurunkan" dengan tali dan bakul. Arti ini menggambarkan gerak menurunkan sarang lebah dengan timba bertali. Kata "umbai" juga berhubungan arti dengan kata "umbuk" (Kamus Dewan, 2005:1764). Misalnya, "umbuk-umbai", yang berarti "bujuk-rayu". Dalam konteks ini, menumbai dapat diartikan sebagai gambaran peristiwa orang 'merayu' lebah sewaktu mengambil madu di pohon sialang. Umbai terhadap lebah dilakukan dalam sebuah prosesi oleh orang yang piawai (disebut Juagan) dengan mantra-mantra yang sebagian besar berbentuk pantun.

Kearifan lokal komunitas Talang Mamak dalam mengelola sumber daya pada dasarnya didasarkan pada sistem keagamaan yang membimbing dan mencontohkan dalam hubungan harmonis mereka dengan dinamika alam semesta. Beberapa praktik yang tidak logis adalah keyakinan mereka bahwa alam semesta penuh dengan kekuatan magis. Keyakinan ini berimplikasi pada praktik sehari-hari mereka seperti meminta izin kepada Tuhan atau pemilik tanah dalam pekerjaan apa pun yang terkait dengan pemanfaatan hutan. Secara sosiologis tradisi mereka semata-mata merupakan upaya untuk melestarikan lingkungan, sehingga dapat menciptakan keseimbangan hubungan antara manusia dan lingkungan alami mereka. Kearifan tradisional yang dimiliki oleh komunitas Talang Mamak, terutama dalam mengelola sumber daya, membutuhkan perhatian dari berbagai pihak untuk melestarikannya, karena itu nilai tradisional yang berakar pada budaya nasional (Ade & Affandi 2016; Mauludea 2016; Islamuddin 2014; Muntaza 2014 dalam Titisari et al., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana kearifan lokal masyarakat Suku Talang Mamak dalam pemanfaatan sumber daya hayati khususnya pemanfaatan hasil hutan berupa madu untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka. Lebih lanjutnya, penelitian ini juga bertujuan untuk melihat peran masyarakat Suku Talang Mamak dalam menjaga keberlanjutan sumber daya alam yang dimanfaatkannya.

BAHAN DAN METODE

Wilayah studi dari penelitian ini dilakukan di Desa Rantau Langsat, Kecamatan Batang Gansal, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau, Indonesia. Desa ini terletak di dalam Hutan di kawasan Taman Nasional Bukit Tigapuluh dan bertempat area yang ditetapkan sebagai zona tradisional atau zona khusus Taman Nasional (Riyanti Dewi, 2017).



Gambar 1. Lokasi penelitian (Sumber: Google Maps).

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kualitatif dengan pendekatan etnografi. Etnografi adalah penjelasan tentang budaya dengan maksud untuk mempelajari dan memahami tentang kehidupan individu. Etnografi berarti belajar dari orang, yang menjelaskan secara langsung dari kultur dan subkultur individu tersebut (Spradley, 1980; Atkinson, 1992; Wolcott, 1997 dalam Setyowati, 2006). Penelitian ini berfokus pada komunitas, dengan memilih informan yang dikenal memiliki pandangan luas dan mendalam tentang aktivitas komunitas yang diteliti. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, Diskusi Kelompok Fokus (FGD) dengan informan kunci yang dipimpin oleh Suku Talang Mamak, yaitu Patih dan Batin Talang Mamak dan tokoh masyarakat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Orang-orang Talang Mamak percaya bahwa alam akan bermanfaat bagi manusia jika mereka tidak menggangukannya. Tanah dan hutan dianggap oleh mereka sebagai bagian tak terpisahkan dari kehidupan mereka. Selama ratusan tahun mereka hidup harmonis dengan alam. Keyakinan adat tercermin dalam upacara pemanenan madu “*Manumbai*” yang merupakan salah satu tradisi yang terus dijaga oleh para leluhur, tokoh adat, nenek mamak, dan diwariskan secara turun temurun yang bersumber dari pengetahuan dan kearifan mengenai alam semesta.

Menumbai merupakan salah satu kegiatan ritual adat untuk mengambil madu lebah yang bersarang di pohon besar yang biasa disebut masyarakat lokal sebagai “umpun sialang” atau Pohon Sialang. Ritual menumbai ini dilakukan di malam hari, pada saat bulan mati (dalam kondisi gelap gulita). Hasil dari pengambilan ini biasanya dijual keluar desa dan dikonsumsi bagi mereka. Kegiatan ini merupakan hal yang penting bagi masyarakat Talang Mamak karena penjualan madu merupakan salah satu pendapatan alternatif untuk menyangga perekonomian mereka.

Lebah

Menurut kepercayaan Orang Suku Talang Mamak, lebah berasal dari gua batu di Mekkah. Mereka meyakini bahwa lebah merupakan wujud dari lalat putih berjudul Seri Majenun dan sengatnya dari jarum patah Siti Fatimah, puteri Rasulullah. Selanjutnya, lebah juga diyakini sebagai perempuan jelita yang dipanggil Cik Dayang, atau si *Itam Mani* (Hitam Manis).

Lebah yang bersarang di pohon sialang adalah lebah hutan yang besar (*Apis dorsata binghami*), yang hidup di Asia Selatan dan Tenggara. Lebah ini biasa bersarang pada pohon sialang hanya empat kali dalam setahun yaitu pada musim bunga jagung, musim bunga padi, sehabis menuai, serta semasa menebang dan menebas ladang. Setiap musim tersebut dapat menentukan rasa madu yang dihasilkan oleh lebah. Hal ini dikarenakan pengaruh nektar yang dihisap lebah pada tiap

musimnya. Namun dari setiap musim, madu yang paling diminati adalah madu yang dihasilkan pada musim bunga padi dan madu yang dihasilkan berwarna keputihan.

Pohon Sialang

Pohon Sialang bukanlah nama dari sebuah pohon melainkan sebutan untuk pohon apa saja yang bisa dihuni oleh lebah dalam menghasilkan madu. Bagi masyarakat Suku Talang Mamak, pohon sialang adalah pohon yang menjadi “balai” atau rumah besar tempat lebah bersarang. Dari bagian-bagian pohon sialang, pada pangkal pohon dan bagi akar banir dianggap sebagai “halaman” yang dijaga oleh hewan-hewan berbisa dan makhluk halus. Pada bagian dahan pertama disebut “joombang” yang dianggap sebagai pintu dari balai. Sedangkan pada bagian dahan-dahan yang terdapat gantungan-gantungan sarang lebah disebut “balai tonga” (balai tengah).

Masyarakat Suku Talang Mamak meyakini bahwa anakan pohon sialang merupakan bawaan dari nenek-moyang mereka yaitu Datuk Demang Serail (Bujang Tan Domang). Sebagian besar pohon-pohon yang biasa disarangi lebah dan menjadi pohon sialang adalah jenis pohon *Compassia malaccensis* atau juga biasa disebut pohon tualang. Pohon ini dapat tumbuh tinggi 50 – 100 meter.



Gambar 2. Pohon Sialang atau pohon yang menjadi balai atau sarang lebah. 1. Sarang lebah, 2. *Compassia malaccensis*. (Sumber: Amriyadi Bahar, 2018)

Rimba Kepungan Sialang

Pohon sialang tumbuh di dalam kawasan hutan lindung yang dijaga oleh masyarakat Suku Talang Mamak guna terjaganya keasrian dari hutan tersebut. Hutan lindung ini disebut kopung sialang (kepungan sialang). Pemanfaatannya diatur secara adat, di bawah pengelolaan pimpinan suku yaitu *Batin* dan pembantunya. *Batin* akan melihat dan menilai sarang lebah, jika sudah sarat madu maka *Batin* akan mengatur pengambilan dan mengatur pembagian hasilnya. Kawasan kepungan sialang ini harus luas agar tersedinya sumber makanan lebah berupa bunga-bunga hutan.

Rimba Kepungan Sialang merupakan salah satu bagian dari “Rimba Larangan”. Rimba Larangan merupakan kawasan hutan yang sama sekali tidak boleh dirusak selain untuk menambah tanah ladang dan membuka dusun baru. Rimba larangan juga merupakan bagian dari hutan adat mereka atau disebut sebagai “Hutan Tanah Wilayah”.

Para Pekerja Menumbai

Bagi masyarakat Suku Talang Mamak, pohon sialang diyakini memiliki hubungan dengan ruh-ruh penunggu hutan. Karenanya, hanya orang-orang yang berilmu dan memiliki kemampuanlah yang dapat mengambil madu tersebut. Mereka terdiri dari:

1. Juagan Tuo (Juragan Tua)

Juagan Tuo berperan sebagai pemimpin kelompok dan bertanggung jawab terhadap keselamatan anggotanya dari risiko dan ancaman pengerjaan. Jika perlu, dia juga dapat ikut memanjat untuk membantu Juagan Mudo.

2. Juagan Mudo (Juragan Muda)

Juagan Mudo ini yang memanjat sialang, mengambil sarang, dan menurunkan sarang lebah. Jumlah pekerja dalam pemeran Juagan Mudo ini relatif banyak sesuai dengan jumlah pohon sialang yang akan dipanjat dan jumlah sarang lebah yang akan diambil. Peran inilah yang memiliki risiko pengerjaan yang besar dengan ancaman yang biasa dihadapi yaitu sengatan lebah, binatang buas, hingga makhluk-makhluk halus yang ada disekitarnya.

3. Tukang Sambut

Tukang Sambut bertugas untuk menyambut sarang lebah yang diumbai (diturunkan) dari pohon sialang oleh Juagan Mudo sebelumnya. Sama halnya dengan Juagan Mudo, jumlah Tukang Sambut juga tergantung banyaknya sarang lebah yang akan diambil.

Namun dalam prosesi menumbai ini juga membutuhkan tenaga pekerja yang banyak selain dari kelompok pekerja yang telah dijelaskan sebelumnya namun tugasnya juga berbeda. Sebelum memulai ritual menumbai, anggota-anggota suku lainnya akan terlebih dahulu membersihkan semak-semak yang ada di sekitar pohon sialang. Selanjutnya mereka membangun pondok untuk berjaga dan membuat semangket. Semangket merupakan tangga yang terbuat dari kayu dan tali sepanjang pohon untuk memanjat pohon sialang yang tinggi. Selain itu, mereka juga yang akan membawakan hasil menumbai madu ke dusun mereka.

Peralatan Ritual Menumbai

Berikut beberapa peralatan yang digunakan dalam ritual menumbai:

1. Timba, timba diberi tali dan dibawa oleh juragan mudo ke atas pohon. Timba ini merupakan wadah untuk meletakkan sarang lebah yang telah diumbai oleh juragan mudo.
2. Ubo, tempat memeras lilin atau sarang lebah guna mendapatkan madu.
3. Tunam, seperti obor namun terbuat dari kulit kayu. Tunam dibawa juagan muda saat memanjat udan digunakan untuk mengusir kerumunan lebah dari sarangnya. Ketika tunam disapukan ke arah kerumunan lebah maka tunam akan memercikan api dan lebah akan mengikuti turunnya percikan api ke bawah dan meninggalkan sarangnya. Lebah yang turun tadi akan terkumpul hingga prosesi berakhir. Tunam ini juga digunakan untuk alat penerangan selama prosesi.

Tahapan Ritual Menumbai



Gambar 3. Ilustrasi (Sumber: Hadisoesilo dan Kuntadi, 2007).

1. Pelangkahan (Awalan Ritual)

Rangkaian kegiatan ritual menumbai dimulai dari petang hari sebelum berangkat menuju lokasi. Setelah memastikan semua peralatan tersedia, ritual dimulai dengan juagan melihat

pelangkahan, dengan membaca mantra dalam hati dan menunggu reaksi batinnya. Prosesi akan dilaksanakan apabila juagan dapat melihat wujud dari pohon sialang yang akan dipanjat, apabila tidak maka prosesi tidak akan dilanjutkan. Tradisi ini biasa dilakukan masyarakat tradisional Melayu sebelum memulai kegiatan yang beresiko.

2. Menuo Sialang (Menghormati Sialang)

Setelah juagan dapat melihat wujud dari pohon sialang maka juagan beserta anggota lainnya akan berangkat menuju lokasi sialang dan membawa peralatan yang telah disiapkan. Setelah mereka tiba pada lokasi pohon sialang yang telah dilihat oleh juagan sebelumnya, juagan tuo akan melakukan prosesi menuo sialang. Juagan tuo akan berdiri di banir pohon sialang dan membaca mantra dalam hati. Hal ini dilakukan untuk menghormati sialang dan meminta izin kepada ruh-ruh penjaga sialang.

Menurut keyakinan mereka, prosesi menuo sialang ini merupakan kegiatan untuk menjaga hubungan antara juagan tuo dengan keluarganya pada pohon sialang. Pada bagian joambang atau dahan tertua pada pohon dianggap sebagai istri dan pada bagian puncak pohon dianggap sebagai anak dengan sebutan Tuan Puteri Nilam Cahaya. Maka dari itu, dari kegiatan ini dipercaya dapat terhindar dari berbagai petaka.

3. Menepuk Pohon

Juagan tuo akan menepuk pangkal pohon sialang secara perlahan sebanyak tiga kali untuk menandakan mereka telah tiba di halaman balai untuk berkunjung. Setelah juagan tuo menepuk pohon maka juagan akan melihat respons dari lebah. Jika juagan mendengar suara dengung dari lebah, maka hal ini menandakan lebah mengetahui kehadiran mereka dibawahnya, namun jika suara dengung tidak terdengar maka ritual akan ditunda.

4. Pasu

Setelah juagan mendapatkan izin untuk bertamu maka selanjutnya juagan tuo akan membaca dalam hatinya mantra pasu. Pasu ini berarti melenakan atau kehilangan kesadaran. Pada konteks ritual menumbai ini mantra pasu bertujuan untuk menghipnotis lebah agar tidak berdaya dan tidak menyengat pekerja.

5. Memanjat

Selanjutnya juagan “menaiki rumah kekasih” yaitu memanjat dengan menaiki semangket yang terpasang pada sepanjang pohon sialang. Ditengah pemanjatan, juagan akan berhenti dan menyanyikan pantun mantra rayuan. Sesampainya juagan di joambang (dahan pertama yang diyakini sebagai pintu balai), juagan akan menyanyikan pantun mantra memohon izin untuk melanjutkan pemanjantannya menuju “balai tengah” (rumah bagian tengah). Selanjutnya juagan akan mengamati sarang-sarang lebah, jika terdapat banyak sarang maka juagan akan memberi mantra nyanyian pantun untuk memuji keindahan dari balai tengah tersebut. Kemudian juagan menghampiri sarang yang dipenuhi lebah. Juagan akan membayangkan pertemuannya dengan kekasihnya sembari dia membacakan pantun-pantun romantis.

Terkadang, tidak semua sarang terdapat lebah dan terdapat madu karena lebah tidak lagi bersarang pada tempat sebelumnya. Maka juagan akan menyanyikan pantun untuk menyapaikan rasa kekecewaannya atas hal tersebut. Setelah juragan mendapatkan sarang yang sekiranya terdapat madu maka juagan akan mengarahkan tunam ke sarang lebah guna mengusir lebah tanpa membunuhnya. Percikan api tunam yang berjatuh kebawah akan mem-pasu lebah untuk mengikuti arah percikan dan terlena. Kegiatan mengusir ini dilakukan sembari menyanyikan pantun mantra yang menyebut Nabi Sulaiman yang diyakini sebagai raja dari segala binatang.

Jika juagan sudah menemukan sarang lebah yang sarat madu, maka sarang akan dilepaskan dari dahan dan dibawa turun dengan timba. Rangkaian untuk menutupi proses pemanjatan adalah juagan membacakan mantra untuk izin turun dan membacakan nyanyian pantun selamat tinggal namun akan kembali lagi. Hal tersebut diyakini agar lebah dapat kembali bersarang lagi di pohon sialang.

6. Melepas Pasu

Terakhir, setelah juagan mudo turun juagan akan melepas pasu atau menyadarkan kembali lebah dengan membaca mantra didalam hati. Akibatnya, lebah yang terdapat di bawah pohon yang terkena pasu sebelumnya akan terbang naik dan membangun sarang-sarang baru.

Setelah didapatkan semua bongkahan sarang lebah yang telah sarat madu, selanjutnya dikumpulkan untuk dilakukan penyortiran untuk memisahkan *bee pollen* dari bongkahan. Penyortiran ini dilakukan untuk menjaga kualitas madu agar *bee pollen* tidak tercampur dengan madu yang ditiris. Selanjutnya, bongkahan madu yang telah disortir sebelumnya akan ditiris dengan Ubo untuk

memisahkan cairan madu dari bongkahan. Hasil dari madu yang telah ditiris sebelumnya akan dikemas dan dipasarkan keluar desa dengan harga yang adil.

Begitu rumit dan besarnya risiko mengambil madu dari ritual menumbai ini. Maka wajar saja jika harga madu cukup mahal dipasaran. Dari hasil penjualan madu yang cukup mahal dipasaran ini dapat membantu perekonomian masyarakat suku talang mamak untuk memenuhi kebutuhan hidup. Ritual menumbai ini menjadi salah satu cara untuk mendapatkan madu asli secara berkelanjutan. Ritual menumbai ini juga yang dapat menjaga keberlangsungan dari ekosistem di rimba kepungan sialang baik dari pohon sialang maupun lebah. Terutama menjaga keberlanjutan dari hutan tanah wilayah yang dijaga oleh adat.

Namun dari fenomena yang terjadi saat ini, madu telah sukar untuk didapatkan. Sudah mulai sulit pula untuk menemukan pohon sialang yang terdapat banyak sarang lebah. Kurangnya rasa menghormati dan menghargai masyarakat luar terhadap hukum adat yang berlaku. Pohon sialang kerap kali dipanjat dan mencuri madu oleh masyarakat luar. Mereka (masyarakat luar) memanjat pohon sialang di siang hari sehingga membuat lebah enggan untuk menetap dan kembali membuat sarang kembali.

Maka dari itu diperlukannya pelestarian ritual menumbai. Hal ini dapat dilakukan dengan menjaga kekuatan hukum adat yang berlaku dan mewariskan pengetahuan lokal tentang rimba kepungan sialang. Selain itu pemerintah juga harus dapat bijak untuk membuat dan menegakkan perturan manajemen restorasi hutan yang dikelola untuk menjaga Hutan Tanah Wilayah dan hutan yang disekitarnya. Pelestarian adat ritual menumbai ini juga menjadi upaya untuk memperoleh madu-madu alam dari daerah Riau sendiri.

KESIMPULAN

Masyarakat Suku Talang Mamak sangat arif dalam mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam. Masyarakat ini memanfaatkan hasil hutan bukan kayu sebagai penyanggah perekonomian mereka. Menumbai merupakan salah satu ritual untuk mendapatkan sumber daya alam dari hutan berupa madu. Serangkaian ritual dilakukan untuk menghormati dan mendapat izin dari ruh-ruh yang mereka yakini sebagai penjaga pohon sialang. Dari pengetahuan lokal mereka yang arif ini sangat berperan dalam menjaga keberlanjutan hutan adat yang dijaganya. Untuk menjaganya, maka diperlukan penguatan hukum adat dan mewariskan pengetahuan lokal tentang rimba kepungan sialang. Selain itu juga dibutuhkannya kebijakan dan penegakan hukum dari pemerintah untuk menjaga keberlanjutan dari hutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterimakasih kepada pihak Universitas Islam Riau yang telah memberi bantuan dana kepada peneliti. Terimakasih kepada ibu Prima Wahyu dan bapak Elfis atas bimbingan dan dukungan kepada peneliti sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan sebaik mungkin. Peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada masyarakat Suku Talang Mamak di Desa Rantau Langsat atas kebesaran hati dan dukungan yang telah diberikan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahar, A. (2018). Sialang (<https://lamriau.id/sialang/>) diunduh pada 19 April 2019.
- Ellen, R. F. (2006). Introduction. Royal Anthropological Institute (ns): S1-S22.
- Departemen Sosial RI. (2006). Memberdayakan Kearifan Lokal bagi Komunitas Adat Terpencil.
- Hadisoesilo, S. & Kuntadi. (2007). Kearifan Tradisional dalam "Budidaya" Lebah Hutan (Apis dorsata). Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.
- Riyanti Dewi (2017). *Orang Talang Mamak di Bukit Tigapuluh*. diambil dari <https://www.wwf.or.id/?62422/Orang-Talang-Mamak-di-Bukit-Tigapuluh>
- Setyowati, 2006. *Etnografi Sebagai Metode Pilihan Dalam Penelitian Kualitatif di Keperawatan. Jurnal Keperawatan Indonesia*. 10 (1): 36

- Titisari, P. W., Elfis, Zen, I. S., Khairani, Janna, N., Suharni, N. & Sari, T. P. (2019). Local Wisdom of Talang Mamak Tribe, Riau, Indonesia in supporting sustainable bioresource utilization. BIODIVERSITAS. 20, (1): 191.*
- Hamidy, U. U. (1983). "Menumbai", dalam Riau sebagai Pusat Bahasa dan Kebudayaan Melayu, Pekanbaru: Penerbit Bumi Pustaka, hal. 171-191.*

POPULASI SERANGGA WERENG BATANG COKLAT (*Nilaparvata lugens*) PADA LAHAN SAWAH DATARAN RENDAH, MUSIM HUJAN DI KECAMATAN JATISARI, KABUPATEN KARAWANG JAWA BARAT

Martua Suhunan Sianipar

Fakultas Pertanian UNPAD, Jatinangor, Sumedang Jawa Barat

Abstrak. *Wereng Batang Cokat (*Nilaparvata lugens* Stal.) merupakan hama utama tanaman padi. Penelitian ini bertujuan mempelajari fluktuasi populasi Wereng Batang Coklat (WBC) pada tanaman padi. Penelitian ini dilakukan dengan metode survei. Survei dilakukan pada tiga lahan percobaan yang bertempat di dataran rendah pada musim hujan di Kecamatan Jatisari, Kabupaten Karawang, Jawa Barat pada Februari 2016 hingga Mei 2016. Metode pengambilan sampel dilakukan secara diagonal menggunakan perangkap kuning berperekat (YST) perangkap jaring serta cara manual menggunakan hand counter. Hasil penelitian menunjukkan pada fase vegetative tanaman padi populasi Wereng Batang Coklat (WBC) terbanyak ditemukan 12 individu/10 rumpun padi pada minggu ke 6 dan pada fase generative akhir minggu ke 12 sudah tidak ditemukan WBC. Dari hasil penelitian ini populasi WBC berada dibawah ambang ekonomi WBC 15 individu/ rumpun dan hasil analisa korelasi regresi linier sederhana dan berganda, dengan variable bebas yaitu suhu, kelembaban dan curah hujan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kelimpahan populasi Wereng Batang Coklat dengan tingkat signifikansinya > 0.05 .*

Kata kunci: *WBC, cuaca, Lahan sawah, Karawang, Jawa Barat.*

PENDAHULUAN

Padi merupakan komoditas pangan yang mendapat prioritas utama dalam pembangunan pertanian sebab merupakan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Sering dengan peningkatan jumlah penduduk, kebutuhan beras nasional setiap tahun meningkat dan salah satu kendala dalam peningkatan produksi beras adalah adanya serangan Organisme Pengganggu tanaman (OPT) berupa hama atau pathogen maupun gulma.

Serangga hama Wereng Batang Coklat (WBC) merupakan hama utama tanaman padi di Indonesia dan sampai sekarang selalu menjadi kendala pada peningkatan produksi padi. Tingkat serangan WBC berbeda-beda mulai tingkatan serangan ringan hingga berat sampai puso kering seperti terbakar atau Hopperburn. Bahayanya ledakan WBC tidak hanya terjadi pada lahan padi sawah tetapi juga pada lahan padi gogo. WBC merupakan hama laten yang sulit di deteksi dan keberadaannya selalu mengancam kestabilan produksi padi Nasional (Sumiati, 2001). Hama WBC sering disebut sebagai hama eksekutif. Hal ini disebabkan bila terjadi ledakan serangan WBC semua birokrat terendah hingga tertinggi resah/gelisah. Jawa Barat sebagai lumbung beras nasional selalu terancam posisinya sebagai pemasok beras nasional.

WBC menyerang tanaman padi dengan cara menghisap cairan sel tanaman menggunakan alat mulut khusus untuk menusuk mengisap (Nurbaeti et al, 2010; Baehaki, 2011). Fase vegetative tanaman padi merupakan sasaran utama serangan WBC dikarenakan pada fase ini tanaman padi memerlukan pupuk urea untuk pembentukan organ pertumbuhannya dan untuk perkembangbiakannya WBC memerlukan nutrisi tinggi. Tanaman padi dengan kandungan nitrogen tinggi merupakan sumber nutrisi WBC. Akibatnya tanaman padi menjadi merana, tumbuh kerdil, daun mulai menguning, layu dan akhirnya menjadi kering dan mati (Watanabe & Kitagawa, 2000; Lu & Heong, 2009). Pujiharti et al. (2008) melaporkan bila ambang ekonomi WBC mencapai 15 individu/ rumpun pada saat tanaman padi 1 bulan, maka tanaman padi dalam waktu 10 hari akan terjadi puso.

Selain faktor biotik seperti tanaman padi, faktor abiotik seperti suhu, kelembaban serta curah hujan juga menentukan kelimpahan populasi serangga Hama WBC. WBC hidup didataran rendah dengan kondisi iklim tropis. Pola fluktuasi suhu, kelembaban, curah hujan dalam waktu tertentu dapat digunakan untuk memprediksi apakah ada hubungan keteraturannya dengan kelimpahan WBC.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas penelitian ini bertujuan mempelajari populasi serangga hama WBC di lahan sawah dataran rendah pada musim hujan di wilayah Kecamatan Jatisari, Kabupaten Karawang, Pantai Utara Jawa Barat, pengaruh suhu, kelembapan dan curah hujan terhadap fluktuasi populasi serangga hama WBC.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di lahan sawah dataran rendah pada musim hujan di wilayah Kecamatan Jatisari, Kabupaten Karawang, Jawa Barat pada ketinggian 18 mdpl. Penelitian dilakukan dengan metode observasi ekologi. Percobaan diawali dengan menyemai benih padi varietas Ciherang. Padi berumur 4 minggu Setelah Semai (MSS) dipindahkan ke lahan sawah. Pengamatan sampel pada lahan dilakukan secara diagonal sistematis 1 x 1 minggu sejak pindah tanam dari pesemaian kelahan sawah. Pengambilan sampel Wereng Batang Coklat dilakukan dengan metode nisbi menggunakan perangkap kuning berperekat (*Yellow Sticky Trap/ YST*), perangkap jaring/ Net Traph dan secara manual/ menghitung langsung dari lokasi sampel dengan menggunakan hand counter. Penggunaan perangkap YST diutamakan untuk menangkap musuh alami hama WBC.

Percobaan dilaksanakan pada 3 lahan yang berbeda dengan luas masing masing lahan 15 x 20 m. Pengamatan dan pengambilan sampel dilaksanakan sebanyak 12 kali dengan selang waktu pengamatan 1 minggu sekali sejak tanaman berumur lima MST pada padi fase vegetatif dan generatif yang dibudidayakan secara konvensional.

Pengamatan kepadatan populasi WBC dilakukan terhadap 10 rumpun padi/ titik sampel (10 – 15 % dari banyaknya rumpun padi). Satu perangkap *YST* diletakkan setinggi 0.7 meter dpl sawah.

Penelitian dilakukan dengan cara menghitung jumlah individu serangga hama WBC secara manual/ langsung dengan menggunakan hand counter (*visual counting*), perangkap jaring maupun yang tertangkap di perangkap YST.

Data jumlah WBC yang telah diperoleh dianalisis dengan menggunakan *Software SPSS 17*. Hubungan antara lingkungan abiotik Variabel bebas (*independent variable*) yaitu Suhu/T, Kelembaban/RH dan Curah hujan/CH terhadap variabel tergantung (*dependent variable*) yaitu populasi Wereng Batang Coklat yang dianalisis dengan model regresi linier sederhana (Gesperz, 1991).

Kemudian untuk mengetahui hubungan antara variable variable bebas (*independent variable*) seperti Suhu/T, Kelembaban/RH dan Curah Hujan/CH secara bersamaan terhadap variable bergantung (*dependent variable*) yaitu populasi WBC dilakukan dengan Persamaan Regresi Linier Berganda dan Data diolah menggunakan software Minitab 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian didapat data populasi Wereng Batang Coklat/ WBC, cuaca (suhu, kelembapan dan curah hujan) di lahan sawah dataran rendah pada musim hujan bulan Februari 2016 – Mei 2016 di Kecamatan Jatisari, Kabupaten Karawang, sebagai berikut (Tabel 1 - 2):

Tabel 1. Populasi Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) dan parameter cuaca (Suhu, Kelembaban dan Curah Hujan) selama 12 minggu pengamatan di lahan sawah dataran rendah, musim hujan, Kecamatan Jatisari, Kabupaten Karawang, Jawa Barat

(Minggu)	Populasi Wbc Per 10 Rumpun	Suhu°C	Kelembaban %	Curah Hujan /Mm
1	0	26,1	75,2	5
2	0	26,0	76,0	7
3	3	25,9	77,4	5
4	5	25,9	76,2	5
5	8	26,2	76,0	6
6	12	26,1	76,9	2

(Minggu)	Populasi Wbc Per 10 Rumpun	Suhu°C	Kelembaban %	Curah Hujan /Mm
7	7	27,1	73,8	2
8	7	27,0	75,6	7
9	5	26,2	76,0	2
10	2	26,1	73,2	3
11	2	26,1	75,8	6
12	0	26,1	76,4	2

Tabel 1 menunjukkan pada pengamatan ke-3 MST baru ditemukan Wereng Batang Coklat sebanyak 3 individu/10 rumpun dan terus meningkat hingga pengamatan ke-6 MST sebanyak 12 individu/10 rumpun. Kemudian mulai minggu ke 7 MST hingga pengamatan minggu ke-12 MST terjadi penurunan populasi Wereng Batang Coklat dengan jumlah berturut-turut 7, 7, 5, 2, 2, 0 individu/10 rumpun.

Tabel 2. Hubungan antara faktor abiotik Suhu, Kelembaban, Curah hujan terhadap populasi Wereng Batang Coklat selama 12 minggu pengamatan di lahan sawah dataran rendah, musim hujan, Kecamatan Jatisari, Karawang, Jawa Barat.

Faktor Iklim	Koefisien Korelasi (r)	Koefisien Determinasi R ²	Persamaan regresi	Sign
Suhu / (X ₁)	0,118	0,014	Y = - 26,8 + 1,13 X ₁	0,710
Kelembaban/ (X ₂)	0,501	0,003	Y = - 12,619 + 0,204 X ₂	0,574
Curah hujan/ (X ₃)	0,250	0,063	Y = 4,806 - 0,455 X ₃	0,633
Suhu (X ₁), Kelembaban (X ₂), Curah Hujan (X ₃)	0,387	0,150	Y = 243 + 1,450 T + 1,30 RH - 0,772 CH	0,510

Keterangan : X₁ = Suhu, X₂ = Kelembaban, X₃ = Curah Hujan
 Persamaan regresi berpengaruh nyata jika angka Sig < 0,05.

Hubungan Suhu Terhadap Populasi Wereng Batang Coklat (*N. lugens* Stal.).

- Hubungan antara Suhu terhadap Wereng Batang Coklat adalah lemah ($r = 0,118$. Catatan = ($r < 0,35$ hubungan lemah; $r = 0,36 - 0,67$ hubungan sedang; $r > 0,68 - 1$ hubungan kuat) (Taylor, 1990). Suhu/T mempengaruhi populasi Wereng Batang Coklat sebesar 1,4 % sisanya ($100\% - 1,4\% = 98,6\%$ dipengaruhi faktor lain selain suhu ($R^2 = 0,014$)). Setiap kenaikan 1 satuan Suhu (X₁) maka populasi WBC akan naik sebesar 1,13 satuan dimana $Y = -26,8 + 1,13 X_1$. Namun Persamaan regresi linier sederhana tersebut tidak mewakili hubungan antar suhu dengan populasi Wereng Batang Coklat karena peluang Sig > 0,05 (Sign. 0,710).
- Hubungan antara Kelembaban terhadap Wereng Batang Coklat adalah sedang ($r = 0,501$. Catatan = ($r < 0,35$ hubungan lemah; $r = 0,36 - 0,67$ hubungan sedang; $r > 0,68 - 1$ hubungan kuat). Kelembaban/RH mempengaruhi populasi Wereng Batang Coklat sebesar 0,3 % sisanya ($100\% - 0,3\% = 99,7\%$ dipengaruhi faktor lain selain suhu ($R^2 = 0,003$)). Setiap kenaikan 1 satuan kelembaban/RH (X₂) maka populasi WBC akan turun sebesar 0,204 satuan dimana $Y = -12,619 - 0,204 X_2$. Namun persamaan regresi linier sederhana tersebut tidak mewakili hubungan antar Kelembaban dengan populasi Wereng Batang Coklat karena peluang Sig > 0,05 (Sign. 0,574).
- Hubungan antara Curah hujan/CH terhadap Wereng Batang Coklat adalah lemah ($r = 0,250$. Catatan = ($r < 0,35$ hubungan lemah; $r = 0,36 - 0,67$ hubungan sedang; $r > 0,68 - 1$ hubungan kuat). Curah hujan/CH mempengaruhi populasi Wereng Batang Coklat sebesar 6,3 % sisanya ($100\% - 6,3\% = 93,7\%$ dipengaruhi faktor lain selain Curah hujan ($R^2 = 0,063$)). Setiap kenaikan 1 satuan curah hujan/CH (X₃) maka populasi WBC akan turun sebesar - 0,455 satuan dimana $Y = 4,806 - 0,455 X_3$. Namun Persamaan regresi linier sederhana tersebut tidak mewakili hubungan antar Curah Hujan dengan populasi Wereng Batang Coklat karena peluang Sig > 0,05 (Sign. 0.633).

- d. Hubungan antara suhu, Kelembaban dan Curah hujan terhadap Wereng Batang Coklat bersama sama mempengaruhi populasi Wereng Batang Coklat sebesar 15,0 % sisanya ($100\% - 15,0\% = 85,0\%$) dipengaruhi faktor lain selain ketiga faktor tersebut. Setiap kenaikan 1 satuan suhu/T (X_1), Kelembaban/RH (X_2) dan Curah hujan/CH (X_3) maka populasi WBC akan naik sebesar $+ 1,45 T (X_1)$ satuan karena pengaruh suhu, dan akan naik sebesar 1,30 satuan karena pengaruh Kelembaban/RH (X_2) serta akan turun sebesar 0,772 CH(X_3) dimana $Y = 243 + 1,45 T + 1,30 RH - 0,772 CH$. Namun Persamaan regresi linier berganda tersebut tidak mewakili hubungan antar ketiga faktor tersebut dengan populasi Wereng Batang Coklat karena peluang $Sig > 0,05$ (Sign. 0,510).

Pengamatan terhadap populasi serangga hama WBC yang tertangkap di lahan sawah dataran rendah pada musim hujan di Kecamatan Jatisari, Kabupaten Karawang beragam setiap minggu. Hasil penelitian menunjukkan adanya fluktuasi populasi WBC dimana terjadi penurunan dan peningkatan jumlah populasi WBC pada tiap waktu pengamatan dan fase pertumbuhan tanaman padi. Hal ini menurut Untung (2006) terjadi karena setiap populasi pada ekosistem tidak pernah sama dari waktu ke waktu.

Hal penelitian menunjukkan pada minggu ke 3 MST baru ditemukan WBC dengan jumlah 3 individu dan ini sesuai dengan laporan Kisimoto (1977) dikutip Baehaki dan Widiarta (2008) yang menyatakan serangga WBC mulai tertarik pada tanaman padi yang telah berumur 10 – 20 hari setelah tanam. Populasi WBC terus meningkat hingga minggu ke 6 MST dengan jumlah 12 individu pada tanaman padi fase vegetatif. Campbell et al. (2008) menyatakan pada tanaman padi fase vegetatif sebelum pembentukan bulir, populasi WBC terus bertambah dimana pada fase ini tanaman padi diduga cenderung menyerap Nitrogen oleh tanaman padi justru merupakan sumber nutrisi bagi WBC. Pada saat tanaman padi berada pada minggu ke 7 MST populasi WBC mengalami penurunan menjadi hanya 7 individu dan terus menurun hingga minggu ke 11 MST sebanyak 2 individu dan pada minggu ke 12 sudah tidak ditemukan lagi WBC. Minggu ke 7 hingga minggu ke 12 merupakan fase generatif tanaman padi dimana pada fase ini tanaman padi untuk pembentukan bulir padi membutuhkan dan menyerap unsur P dan K. Tingginya kebutuhan ini menyebabkan kurangnya ketersediaan pupuk N sehingga juga menyebabkan berkurangnya ketersediaan unsur N pada tanaman padi yang merupakan kebutuhan utama bagi kehidupan WBC. Dick et al. (2009) menyatakan kurangnya unsur N menyebabkan menurunnya kesuburan tanaman padi dan menyebabkan berkurangnya kadar asam amino dan protein pada tanaman padi dan ini akan meningkatkan ketahanan tanaman padi serta ini tidak disukai oleh WBC. Pada akhir fase generatif tanaman padi, WBC untuk mempertahankan hidupnya harus bermigrasi ke daerah lahan sawah lainnya dengan WBC bersayap brakhiptera berubah menjadi WBC makroptera untuk bermigrasi terbang kelahan sawah yang baru ditanam tanaman padi muda (Nurbaeti et al., 2010). Kuno (1979) menyatakan populasi WBC akan menghilang setelah akhir musim tanam padi. Hasil penelitian di lahan sawah percobaan populasi serangga hama WBC dibawah ambang ekonomi (15 individu/ rumpun merupakan batas ambang ekonomi WBC (Pujiharti et al., 2008; Basri, 2012) meski Kabupaten Karawang berada di daerah Pantai Utara Jawa Barat yang juga dikenal sebagai daerah endemik WBC. (Komunikasi Pribadi: Dr. Ir. Baehaki, MS, Purna Bakti BBPadi, 2016, 2017) mengatakan hal ini dikarenakan kecamatan Jatisari, Kabupaten Karawang bukan merupakan daerah hot spot. Daerah khusus ledakan hama WBC (Daerah hot spot WBC di Karawang adalah Kecamatan Cilamaya). Bahkan (Komunikasi Pribadi: Dr. Ir. Hermanu, DHPT Faperta IPB, 2016, 2017) berpendapat rendahnya populasi WBC diduga dikarenakan lahan sawah terbebas dari pestisida, ekosistem lahan yang sehat dan musuh alami bekerja dengan baik sebagai “ natural control”. Selanjutnya dari Tabel 1 diatas didapat data suhu antara 25,9 - 27,1°C, kelembaban antara 73,2 - 77,4 % serta curah hujan antara 2 - 7 mm/ MST. Cuaca (Suhu, kelembaban dan curah hujan) di lahan sawah percobaan berdasarkan hasil uji statistik regresi linier sederhana dan uji statistik regresi linier berganda menunjukkan cuaca (Suhu, kelembaban dan curah hujan) terhadap populasi WBC menunjukkan hasil uji pada level lemah hingga sedang yang diartikan persamaan ini tidak mewakili hubungan antara ketiga faktor cuaca dengan populasi WBC karena peluang signifikansi (Sign). 0,05 (Komunikasi pribadi: Diyan Heriyanto, Ir., MP, Departemen Ilmu Tanah, Faperta Unpad, 2017). Menurut Huang et al. (2010) Suhu hanya berpengaruh terhadap siklus hidup WBC. San San Win et al. (2011) menyatakan kelembaban dan curah hujan tidak berpengaruh nyata terhadap populasi WBC dikarenakan kemampuan WBC menyesuaikan aktifitas hidupnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan :

1. Populasi hama WBC di lokasi percobaan (12 individu/ 10 rumpun) masih berada dibawah ambang ekonomi (15 individu/rumpun) dan pengendalian hama WBC cukup berdasarkan pengendalian alami.
2. Hubungan antara faktor cuaca (suhu, kelembaban dan curah hujan) terhadap populasi hama WBC menunjukkan korelasi yang lemah dengan tingkat signifikansi (sign) $> 0,05$.

Saran.

1. Dianggap penting memperluas/ memperbanyak areal percobaan agar semakin banyak dan akurat data yang didapat;
2. Untuk menekan pertumbuhan populasi hama WBC perlu kehati hatian dan ketaatan penerapan teknik budi daya tanaman dan penggunaan hendaknya juga menggunakan padi usia pendek (80 – 90 hari).
3. Dalam pengendalian hama WBC disarankan lebih mengutamakan natural control musuh alami.
4. Daerah lahan percobaan ada baiknya juga menanam padi Non VUTW.

DAFTAR PUSTAKA

- Baehaki, S. E. (2011) Strategi Fundamental Pengendalian Hama Wereng Batang Coklat dalam Pengamanan. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 4(1), hal. 15–16.
- Baehaki, S. E. & Widiarta. (2008). *Hama Wereng dan Cara Pengendaliannya pada Tanaman Padi*. Sukamandi, Subang.
- Basri (2012). Mengenal Wereng Batang Coklat. *BPTP NAD*, 2(6), hal. 1–2.
- Campbell, N.. (2008) *Biologi*. 8th edn. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dyck, V. A., Misra, B. C., Alam, S. & Chen, C. N. (1979) 'Ecology of the Brown Planthopper in the Tropics', in *Planthoppers New Threats to the Rice Production in Asia*. Los Banos, Philippines: IRRI, pp. 61–98.
- Huang, S. H. . (2013) 'An Injury Equivalency System for Establishing a Common Economic Threshold for Three Species of Rice Planthoppers (Hemiptera: Delphacidae) in Taiwan', *Journal of Economy Entomology*, 106(2), pp. 837–843.
- Kuno, E. (1979) 'Ecology of the Brown Planthopper in Temperate Regions', in Heong, K. L. and Hardy, B. (eds) *Planthoppers New Threats to the Sustainability of Intensive Rice Production Systems in Asia*. Los Banos, Philippines: IRRI, p. 46.
- Lu, Z. & Heong, K. L. (2009) 'Effect of Nitrogen Enriched Ricer Plants on Ecological Fitness of Planthoppers', in *Planthoppers New Threats to the Sustainability of Intensive Rice Production Systems in Asia*, pp. 247–256.
- Nurbaeti, B., Diratmaja, I. G. P. A. & Putra, S. (2010) *Hama Wereng Coklat (Nilaparvata lugens Stal.) dan Pengendaliannya*. Jawa Barat: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Pujiharti, Y., Barus, J. and Wijayanto, B. (2008) *Teknologi Budidaya Padi*. Lampung: Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.
- San San, Win. (2011) 'Life Table and Population Parameters of Nilaparvatalugens Stål (Homoptera: Delphacidae) on Rice', *Tropical Life Science*, 22(1), pp. 27–29.
- Sumiati, A. (2011) *No Pengendalian Hama Batang Wereng Cokelat Pada Tanaman Padi*. Jambi: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Untung, K. (2006) *Pengantar Pengelolaan Hama*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Watanabe, T. & Kitakawa, H. (2009) 'Photosynthesis and Translocation of Assimilates in Rice Plants Following Phloem Feeding by the Planthopper Nilaparvata lugens Stal', *Journal of Economy Entomology*, 3(1), pp. 1–13.

KEANEKARAGAMAN CAPUNG JARUM (ZYGOPTERA) DI KAWASAN TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER SEMERU (TNBTS) JAWA TIMUR

Muhammad Azmi Dwi Susanto¹, Muhibbuddin Abdillah²

^{1,2}Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya
Jl. A. Yani 117, Surabaya

e-mail: *¹muhammadazmidwi@gmail.com, ²abdillah.kutrik@gmail.com

Abstrak. Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) terletak di Pegunungan Tengger yang secara administratif terbagi dalam empat kabupaten yaitu Lumajang, Malang, Pasuruan dan Probolinggo. Taman Nasional ini dibagi menjadi beberapa resort antara lain Resort Ranu Darungan, Resort Ireng-ireng dan Resort Ranu Pane. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keanekaragaman capung jarum (Zygoptera) di Kawasan TNBTS. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah transect belt dan visual day flying untuk mendapatkan data Jenis dan Jumlah Zygoptera. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan Indeks Heterogenitas Shannon-Wiener. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa terdapat delapan spesies Zygoptera. Hasil analisis heterogenitas menunjukkan bahwa keanekaragaman tertinggi berada pada kawasan Ranu Darungan yaitu $H' = 1,43$ dan terendah pada Ranu Regulo yaitu $H' = 0$ dikarenakan hanya ditemukan satu spesies Zygoptera yaitu *Ischnura aurora*.

Kata Kunci: Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS), Diversitas Zygoptera

PENDAHULUAN

Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) memiliki sumbangsih yang besar dalam upaya pelestarian dan perlindungan lingkungan sebagai habitat asli flora dan fauna. Menurut UU No 5 tahun 1990 Taman Nasional adalah kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli, dikelola dengan sistem zonasi yang dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budi daya, pariwisata dan rekreasi. Sesuai dengan fungsinya sebagai taman nasional, TNBTS memiliki ekosistem asli yang menunjang keberlangsungan kehidupan flora dan fauna yang ada di dalam kawasannya sehingga bisa dimanfaatkan untuk kepentingan pendidikan dan pelestarian.

Kawasan TNBTS dikelola dalam beberapa resort, diantaranya adalah Resort Ranu Darungan, Resort Ireng- ireng dan Resort Ranu Pane. Ketiga resort tersebut mempunyai ekosistem perairan yang berbeda-beda seperti pada Resort Ranu Darungan ditemukan sungai dan danau, pada Resort Ireng-ireng ditemukan dua sungai dengan mempunyai debit air yang berbeda, sedangkan Resort Ranu Pane memiliki dua danau yang kualitas airnya berbeda yaitu Ranu Regulo dan Ranu Pane.

Capung jarum menghabiskan sebagian fase hidupnya di air, Capung jarum mengalami metamorfosis hemimetabola, yaitu melalui tiga stadia perkembangan yaitu telur, naiad, dan imago (Hidayah, 2008). Pada saat fase naiad kualitas air sangat berpengaruh pada perkembangannya, karena pada fase ini kehidupannya berada di bawah permukaan air. Hal tersebut diperkuat oleh Soendjoto (2016), yang menyatakan bahwa pada fase telur dan naiad sangat bergantung pada kualitas air, terutama air bersih. Menurut Kalkman (2007), Perkembangan naiad untuk menjadi imago membutuhkan waktu beberapa minggu hingga 7 tahun, naiad hidup di air dengan memakan semua jenis hewan kecil.

Capung jarum merupakan serangga yang mempunyai tubuh yang ramping dan memiliki 2 pasang sayap yang menutup saat hinggap, berdasarkan klasifikasinya ilmiahnya capung jarum masuk ke dalam Ordo Odonata dan Sub-ordo Zygoptera. Tubuh capung biasanya berwarna-warni dan tidak berbulu serta mempunyai sayap yang berurat-urat, ada juga beberapa spesies capung jarum yang memiliki warna tubuh yang mengkilap (Rohman, 2012).

Capung jarum dapat menjadi bioindikator perairan, karena terdapat beberapa spesies capung jarum yang hanya hidup di lingkungan perairan yang bersih, selain itu kehidupan capung jarum yang tidak terlepas dari lingkungan perairan juga menjadikan capung sebagai indikator kualitas air

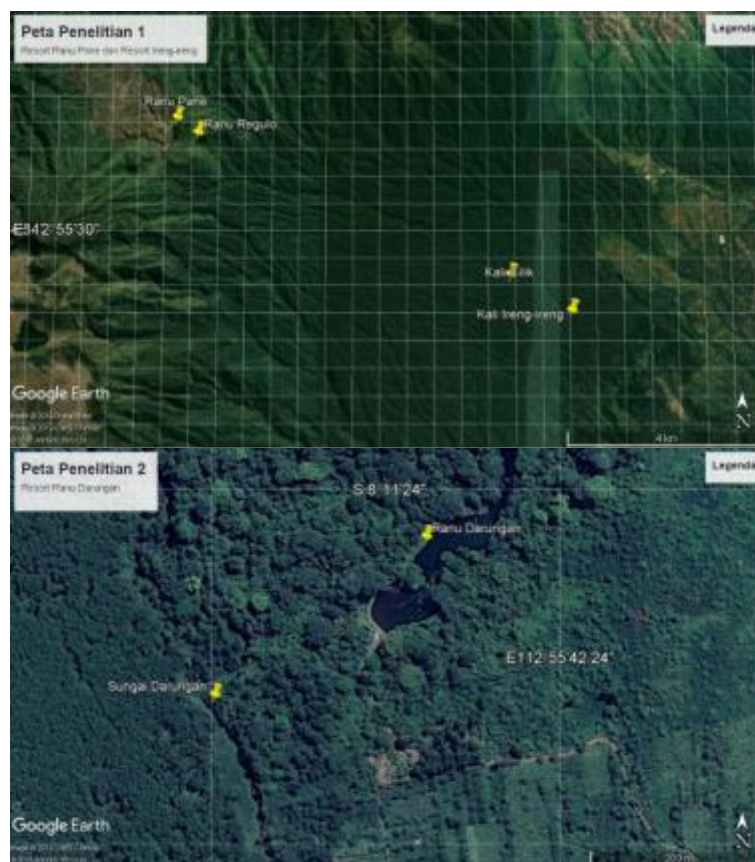
(Pamungkas, 2016; Soendjoto,2016). Capung jarum merupakan indikator kualitas air yang sangat akurat, kemampuan terbang capung jarum (Zygoptera) tidak sebaik capung (Anisoptera) salah satu yang menjadikan jarak migrasi capung jarum tidak terlalu jauh, sehingga capung jarum memilih tempat dengan lingkungan perairan sesuai dengan batas toleransi per spesies. Hal ini di perkuat oleh pendapat dari Chovanec (2000), Bahwa capung jarum merupakan indikator handal karena capung jarum jarak migrasinya pendek sehingga capung ini tidak banyak berpindah tempat dan akurat untuk mengevakuasi kualitas ekologi darat-air seperti vegetasi air. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keanekaragaman capung jarum di kawasan TNBTS.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian yaitu alat tulis, kamera, GPS, Thermohigrometer, Jam Tangan, Jaring Serangga, dan buku identifikasi (Setiyono et al., 2017).

Lokasi Studi



Gambar 1. Peta Penelitian

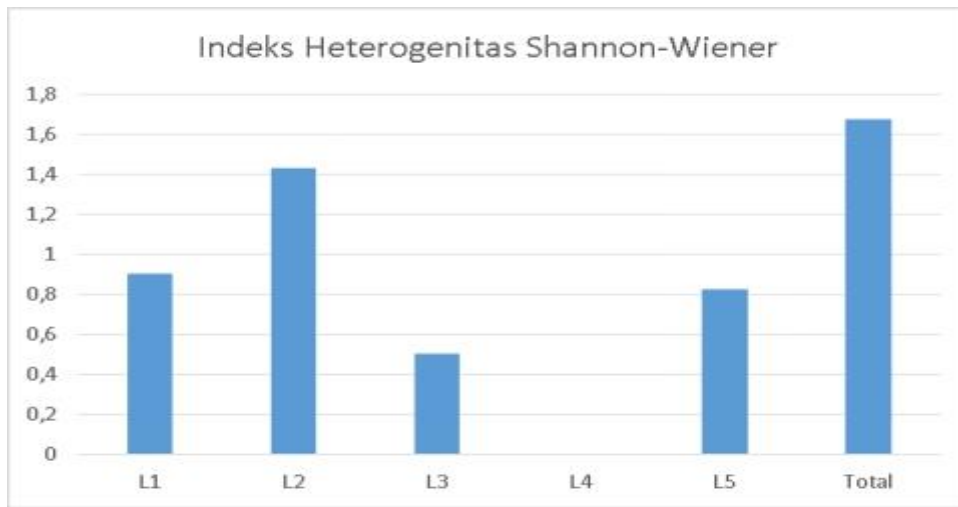
Lokasi penelitian dilaksanakan di lima titik, yaitu Ranu Darungan, Sungai Darungan, Ranu Pane, Ranu Regulo, dan Ireng-ireng. Kelima titik tersebut masing masing disampling menggunakan metode *transect belt*. Penentuan transek pengamatan menggunakan metode purposive sampling, yaitu pemilihan tempat sampling berdasarkan hasil survei.

Metode Pengamatan

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 10 sampai 16 Februari 2019 di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS), Jawa Timur. Penelitian ini menggunakan metode transek belt dimana plot pengamatan tidak batasi dengan luasan tertentu. Pengamatan dilakukan dengan melewati jalur yang telah ditentukan pada pagi sampai sore hari atau jam 08:00-17:00 WIB. Individu yang sudah teridentifikasi dicatat jumlahnya. Jika individu belum teridentifikasi maka ditangkap menggunakan

jaring serangga lalu diidentifikasi dengan melihat buku identifikasi, dan di foto bagian kunci kemudian individu tersebut dilepaskan kembali.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Tabel indeks heteogenitas (L1) Sungai Darungan, (L2) Ranu Darungan, (L3) Ranu Pane, (L4) Ranu Regulo, (L5) Ireng-ireng

Indeks Heterogenitas dari seluruh lokasi adalah $H'=1,7$. Setiap lokasi memiliki indeks heterogenitas yang berbeda, perbedaan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu habitat, area jelajah, dan kondisi fisik lingkungan. Dan faktor utama yang sangat berpengaruh adalah sumber daya, makanan, dan daya jelajah spesies (Herlambang et al, 2016). Capung jarum merupakan subordo yang memiliki daya jelajah yang rendah, sehingga capung jarum migrasinya sangat pendek (Chovanec, 2000). Indeks heterogenitas ini menggunakan Indeks Shannon-Wiener yang merupakan indeks yang digunakan untuk mengukur tingkat diversitas spesies.

Tabel 1. Jenis Capung Jarum dan Jumlah Individu

Famili	Spesies	L1	L2	L3	L4	L5	Total
Euphaeidae	<i>Euphaea variegata</i>	1	3			3	7
Calopterygidae	<i>Vestalis luctuosa</i>	5	5				10
Chlorocyphidae	<i>Rhinocypha anisoptera</i>		2			8	10
Coenagrionidae	<i>Ischnura aurora</i>			4	43		47
	<i>Ischnura senegalensis</i>		2	1			3
	<i>Pseudagrion pruinosum</i>	2					2
Platycnemididae	<i>Coelliccia membranipes</i>	7	2			1	10
	<i>Copera marginipes</i>		15				15
Total		15	29	5	43	12	104

Keterangan: (L1) Sungai Darungan, (L2) Ranu Darungan, (L3) Ranu Pane, (L4) Ranu Regulo, (L5) Ireng-ireng

Capung jarum yang di peroleh dari penelitian ini sebanyak 104 individu, 8 spesies yang masuk dalam 5 famili yaitu Euphaeidae, Calopterygidae, Chlorocyphidae, Coenagrionidae dan Platycnemididae. Spesies capung jarum yang paling banyak ditemukan adalah *Ischnura aurora* dengan jumlah 43 individu, sedangkan spesies capung jarum yang paling sedikit ditemukan adalah *Pseudagrion pruinosum* dengan jumlah 2 individu.

Tabel 2. Data Lingkungan

Lokasi	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Intensitas cahaya (Ix)
L1	27,8	69,9	5480
L2	31,1	67,5	4238
L3	19,2	84,4	6372
L4	22,7	59,1	3408
L5	25	80,6	19636

Keterangan: (L1) Sungai Darungan, (L2) Ranu Darungan, (L3) Ranu Pane, (L4) Ranu Regulo, (L5) Ireng-ireng

Faktor lingkungan yang paling berperan dalam kehidupan capung jarum adalah suhu udara, kelembaban udara dan intensitas cahaya. Ketiga faktor tersebut berpengaruh pada perilaku dan siklus hidup capung jarum selain kualitas air. Suhu dan kelembaban udara berpengaruh pada metamorfosis semua capung termasuk capung jarum. Intensitas cahaya berpengaruh pada perilaku mencari mangsa dan kawin (Corbet, 1962). Selain itu, intensitas cahaya juga berperan penting bagi adaptasi yang berupa evolusi pigmentasi sayap pada capung jarum. Pigmentasi sayap merupakan bagian dari adaptasi thermal selain berfungsi untuk menarik pasangan (Svenson & Waller, 2013).



Gambar 3. (A) *Euphaea variegata*, (B) *Vestalis luctuosa*, (C) *Rhinocypha anisoptera* (Muhammad Azmi Dwi Susanto, 2019), (D) *Ischnura aurora* (Muhibbuddin Abdillah, 2019), (E) *Ischnura senegalensis* (F). *Pseudagrion pruinsum*, (G) *Coelliccia membranipes* (Muhammad Azmi Dwi Susanto, 2019), (H) *Copera marginipes* (Muhibbuddin Abdillah, 2019).

Pada lokasi Sungai darungan ditemukan empat spesies yaitu *Euphaea variegata*, *Vestalis luctuosa*, *Pseudagrion pruinsum* dan *Coelliccia membranipes* yang berjumlah 15 individu. Pada lokasi ini Spesies yang paling banyak ditemukan adalah *Coelliccia membranipes* dengan jumlah 7 individu. Sungai darungan di dominasi oleh pasir dan bebatuan sehingga aliran sungai terlihat tidak jernih, dan aliran sungai tergolong deras. Sepanjang aliran sungai tidak di temukan air yang tenang. Pada sepanjang aliran sungai ditemukan spesies *Euphaea variegata* dan *Vestalis luctuosa* yang bertengger di atas pohon. Di pinggir aliran sungai ditemukan genangan air bersih yang berada di tengah semak belukar, pada tempat ini ditemukan semua spesies diatas kecuali *Euphaea variegata*. *Coelliccia membranipes* banyak di temukan tempat ini dikarenakan spesies ini berkembang biak di genangan, tepi sungai atau sungai dengan aliran yang tenang (Lieftinck, 1934).

Ranu Darungan merupakan danau yang terletak di dalam kawasan TNTBS tepatnya di Kecamatan Pronojiwo. Memiliki air yang bersih dari pencemaran organik maupun anorganik dan airnya yang tenang menjadikan danau ini sebagai habitat capung jarum atau zygoptera , tercatat ada

enam spesies antara lain *Euphaea variegata*, *Rhinocypha anisoptera*, *Vestalis luctuosa*, *Ischnura senegalensis*, *Coelliccia membranipes* dan *Copera marginipes*. Dari ke enam spesies, *Copera marginipes* merupakan capung jarum yang paling banyak dengan jumlah 15 individu. Capung ini banyak ditemukan di sepanjang tahun, dan berkembang biaknya di kolam atau sungai yang memiliki aliran tenang (Lieftinck, 1934). Capung ini menurut Setiyono et al. (2017), berukuran sedang, mempunyai corak berwarna hitam bergaris kuning, dan abdomen berwarna hitam dengan pembatas antar ruas yang berwarna putih. Ciri khas dari spesies ini adalah memiliki kaki yang berwarna kuning.

Ranu Regulo merupakan danau konservasi yang berada di kaki Gunung Semeru, letaknya di atas ketinggian 2200 mdpl. Berada di kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru membuat komponen biotik Ranu Regulo sangat terlindungi walaupun tempat ini dijadikan sebagai obyek wisata. Di tempat ini hanya ditemukan 1 spesies Zygoptera yaitu *Ischnura aurora*. Spesies ini sangat banyak ditemukan di tepi danau, tercatat sebanyak 43 individu. Capung ini memiliki mata yang berwarna merah tua pada bagian atas dan hijau terang pada bagian bawah, toraks berwarna hijau terang dengan pola garis hitam, sayap transparan dengan pterostigma berwarna hitam, pada bagian abdomen R1 berwarna hijau kekuningan dan bagian atasnya berwarna hitam, sedangkan pada R2-R6 berwarna jingga dan bagian ruasnya berwarna hitam. Pada R7-R8 berwarna hitam dan R9-R10 berwarna biru terang. Pada umbai anal jantan berwarna hitam. Lieftinck (1934), menyatakan bahwa persebaran *Ischnura aurora* di Jawa sangat jarang, tetapi jumlahnya sangat melimpah.

Ranu Pane memiliki ekosistem yang tidak begitu terjaga dikarenakan danau ini berada di area pemukiman warga desa sehingga banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar, di danau ini ditemukan 2 spesies zygoptera yaitu *Ischnura aurora* dan *Ischnura senegalensis*. Kedua spesies ini berukuran sangat kecil, tubuh didominasi warna hijau dan hitam serta memiliki bercak biru pada R8. Perbedaan yang mencolok dari kedua spesies yaitu warna abdomennya. *Ischnura senegalensis* memiliki abdomen berwarna hitam pada bagian atas dan hijau pada bagian bawah, sedangkan *Ischnura aurora* abdomennya berwarna jingga.

UCAPAN TERIMA KASIH



Terima kasih kami ucapkan kepada Kelompok Studi Entomologi KUTRIK yang telah membantu dalam bentuk materi dan tenaga. Khususnya kepada panitia Ekspedisi Lembah Mahameru yang telah mensukseskan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chovanec, A., Schiemer, F., Cabela, A., Gressler, S., Grötzer, C., Pascher, K., & Wimmer, R. (2000). Constructed inshore zones as river corridors through urban areas—the Danube in Vienna: preliminary results. *Regulated Rivers: Research & Management: An International Journal Devoted to River Research and Management*, 16(2), 175-187.
- Corbet, P.S. 1980. Biology of Dragonflies. *Annual review of entomology*.25(1), 189-217.
- Hidayah, S. N. I. (2008). Keanekaragaman dan Aktivitas Capung (Ordo: Odonata) di kebun Raya Bogor. *Skripsi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Herlambang, A. E. N., Hadi, M., & Tarwotjo, U. (2016). Struktur Komunitas Capung di Kawasan Wisata Curug Lawe Benowo Ungaran Barat. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 18(2), 70-78.
- Kalkman, V. J., Clausnitzer, V., Dijkstra, K. D. B., Orr, A. G., Paulson, D. R., & van Tol, J. (2007). Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. In *Freshwater animal diversity assessment* (pp. 351-363). Springer, Dordrecht.
- Lieftinck, M. A. (1934). An annotated list of the Odonata of Java. *Treubia*14, 4

- Pamungkas, W. D., & Ridwan, M. (2015, September). Keragaman jenis capung dan capung jarum (Odonata) di beberapa sumber air di Magetan, Jawa Timur. In Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia1 (6) (pp. 1295-1301).
- Rohman, A. B. D. U. (2012). Keanekaragaman Jenis dan Distribusi Capung (Odonata) di Kawasan Kars Gunung Sewu Kecamatan Pracimantoro, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. *Skripsi*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Soendjoto, M. A. (2016). Capung, predator cantik penghuni perairan. *Warta Konservasi Lahan Basah*, 24(1), 13-18.
- Svensson, E. I., & Waller, J. T. (2013). Ecology and sexual selection: evolution of wing pigmentation in calopterygid damselflies in relation to latitude, sexual dimorphism, and speciation. *The American Naturalist*, 182(5), E174-E195.

**PERTUMBUHAN DAN KESINTASAN ANAKAN ANDALIMAN
(*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) DARI BEBERAPA KABUPATEN
DI SEKITAR DANAU TOBA, SUMATERA UTARA**

Yati Nurlaeni*¹, Decky Indrawan Junaedi²

^{1,2} Kebun Raya Cibodas-Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Kebun Raya Cibodas, Cipanas, Cianjur, Jawa Barat, Indonesia. Tel./Fax. (0263) 512233
e-mail: *yati006@lipi.go.id, *yatinurlaeni007@gmail.com

Abstrak. *Zanthoxylum acanthopodium* DC. dikenal dengan andaliman merupakan anggota dari suku Rutaceae, tersebar alami di Indonesia hanya di bagian utara pulau Sumatera yaitu Aceh dan Sumatera Utara. Tanaman ini terkenal sebagai bumbu masak khas masyarakat suku Batak, Sumatera Utara. Andaliman memiliki beberapa manfaat penting sebagai sumber minyak esensial, tanaman obat, bumbu masak serta memiliki kandungan metabolit yang berfungsi sebagai antifungi dan antibakteri. Metode yang digunakan adalah metode purposive sampling. Wilayah sampel terpilih meliputi empat Kabupaten di Sumatera Utara yaitu: Samosir, Tobasa, Simalungu dan Dairi. Kegiatan penelitian lanjutan di lakukan di Unit Pembibitan Kebun Raya Cibodas (KRC) pada April 2018 hingga April 2019. Sampel anakan yang dikoleksi berupa tumbuhan yang masih kecil. Anakan dibongkar dengan hati-hati agar tidak merusak akar, dibungkus dengan lumut atau tisu, kemudian disimpan dalam kantong plastik. Anakan dibawa dari lokasi penelitian dan ditanam di Kebun Raya Cibodas. Parameter yang diukur adalah laju perubahan diameter batang anakan pada permukaan media tanam dan laju perubahan tinggi total per satuan waktu. Kesintasan tanaman dihitung dari persentase tumbuh tiap bulan selama masa pengamatan.

Kata Kunci: andaliman, anatomi, morfologi

PENDAHULUAN

Kawasan Danau Toba terkenal dengan keindahan alamnya, daerah ini banyak dijadikan sebagai tujuan wisata. Selain pariwisata provinsi Sumatera Utara juga dikenal dengan masakan tradisionalnya. Suku Batak yang merupakan salah satu suku di Sumatera Utara memiliki rempah tradisional yang sangat terkenal yaitu andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). Menurut Hartley (1966) andaliman tumbuh subur di daerah subtropis di pegunungan Himalaya dan tersebar hingga ke Pakistan bagian timur, India bagian utara, Nepal, Bhutan, China, Jepang, Bangladesh, Laos, Myanmar, Thailand, Vietnam, Semenanjung Malaya dan di Indonesia. Sebaran Andaliman di Indonesia hanya ada di kawasan utara pulau Sumatera yaitu Aceh dan Sumatera Utara.

Andaliman digunakan sebagai bumbu masak oleh masyarakat sekitar kawasan Danau Toba dan menjadi bagian identitas dan keunikan masyarakat Batak dan Tapanuli, sehingga dapat menjadi pendukung sektor pariwisata di kawasan Danau Toba terutama aspek kuliner dan wisata budaya. Masakan khas Batak seperti arsik ikan mas, napinadar, dayok pinatur, hinasumba, naniura, tanggatanggo dan saksang menggunakan andaliman sebagai rempah alami. Andaliman dikenal dengan nama lokal Andaliman (Batak Toba), Tuba (Batak Simalungun), Itir-itir (Batak Karo), Sinyar-nyar (Batak Angkola). Buah yang digunakan sebagai bumbu masak adalah buah muda yang masih hijau biasa digunakan untuk sambal, buah yang berwarna kuning atau merah biasanya dipakai pada arsik ikan mas atau masakan khas batak lainnya. Aroma yang khas menjadi penambah citarasa dan penambah nafsu makan, memiliki aroma jeruk yang lembut, sedikit getir, tidak sepedas lada, serta dapat menimbulkan sensasi kelu atau mati rasa di lidah (Nurlaeni & Junaedi, 2018).

Kajian dan penelitian mengenai pemanfaatan andaliman semakin berkembang Ekstraksi andaliman menggunakan campuran pelarut alkohol dan etil asetat menghasilkan senyawa aroma mirip dengan andaliman segar, mengingat masa simpan andaliman yang pendek ekstrak ini menjadi solusi ketika sulit dalam penyediaan andaliman segar (Rienoviara, 2018). Ekstrak petroleum eter dari andaliman berpotensi sebagai antijamur, bisa menghambat pertumbuhan *Candida albicans* and *C.*

krusei (Devi, 2015). Andaliman mengandung senyawa terpenoid (Kristanty dan Suriawati, 2015). Andaliman juga berpotensi sebagai bahan baku senyawa antioksidan atau antimikroba bagi industri pangan dan farmasi (Wijaya, 2001; Kristanty et al., 2013).

Penelitian tentang budidaya andaliman masih sangat terbatas. Masyarakat Sumatera Utara banyak yang tidak tahu wujud tanaman ini, karena tidak dibudidayakan secara luas dan khusus. Teknik budidayanya perlu mendapat perhatian. Salah satu aspek budidaya yang perlu dipelajari adalah perbanyakan bahan tanam. Petani masih menggunakan bibit liar dalam perbanyakan tanaman andaliman, karena bijinya sulit berkecambah (Siregar, 2003). Perbanyakan andaliman menjadi salah satu hambatan bagi kebanyakan petani untuk memperbanyaknya dan membudidayakannya dalam skala luas. Perkecambahan benih andaliman relatif lama. Perlakuan pematangan dormansi tidak nyata meningkatkan persentase perkecambahan dan tidak nyata mempercepat waktu perkecambahan benih andaliman (Siregar, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan kesintasan anakan andaliman yang berasal dari beberapa kabupaten di Sumatera Utara.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian di lapangan dilaksanakan pada Maret 2018. Lokasi penelitian terletak di kawasan Danau Toba, pemilihan lokasi kegiatan penelitian menggunakan metode purposive random sampling untuk pengambilan anakan andaliman. Wilayah sampel terpilih meliputi 5 (lima) Kabupaten di Sumatera Utara yaitu: 1). Desa Tanjung, Kecamatan Simanindo, Kabupaten Samosir; 2). Taman Eden, Kabupaten Tobasa; 3). Desa Sibaganding, Kecamatan Girsang Sipangan Bolon, Kabupaten Simalungun; 4). Tanjung Beringin, Kecamatan Sumbul, Kabupaten Dairi. Kegiatan penelitian lanjutan di lakukan di Unit Pembibitan Kebun Raya Cibodas (KRC) pada April 2018 hingga April 2019.

Pengoleksian Anakan Andaliman

Pengambilan anakan andaliman dilakukan di habitat asli (hutan) dan kebun milik petani. Metode yang digunakan yaitu metode purposive random sampling untuk pengambilan anakan andaliman. Anakan alam diambil yang sehat dan tidak terserang hama dan penyakit. anakan yang masih muda dengan kriteria berdaun 2-4 helai. Teknik pencabutan dilakukan dengan hati-hati menggunakan alat cangkil berupa sekop kecil, perhatikan agar akar tidak rusak/putus, dilakukan pada saat teduh (pagi atau sore hari). Bagian akar anakan dibalut lumut atau tisu untuk membungkus akar. Untuk mengurangi penguapan yang tinggi dilakukan pengurangan daun dan disungkup. Pengurangan daun dilakukan sekitar 50% dengan cara dipotong setengah bagian. Penyungkupan dilakukan dengan memasukkan anakan pohon ke dalam kantong plastik yang digembungkan dan ditutup/diikat.

Kegiatan di Unit Pembibitan KRC

Sampel anakan andaliman ditanam menggunakan media tanam humus:sekam (1:1). Pengamatan dilakukan terhadap persentase hidup dan pertumbuhan anakan berupa tinggi tanaman dan diameter pangkal batang. Pengamatan dilakukan selama 12 bulan yaitu April 2018 hingga April 2019.

Analisis Data

Laju tumbuh dari spesimen anakan yang dibawa dari lokasi penelitian dan ditanam di KRC. Parameter yang diukur adalah laju perubahan diameter batang pada permukaan media tanam dan laju perubahan tinggi total material anakan per satuan waktu mengikuti rumus:

$$LT = (\text{Takhir-Tawal}) / \text{Total waktu pengamatan}$$

$$LD = (\text{Dakhir-Dawal}) / \text{Total waktu pengamatan}$$

Dimana LT adalah laju perubahan tinggi, LD adalah laju perubahan diameter, Takhir adalah tinggi tanaman pada akhir waktu pengamatan, Tawal adalah tinggi tanaman pada awal pengamatan (hari ke-0), Dakhir adalah diameter stek tanaman pada akhir waktu pengamatan, dan Dawal adalah diameter tanaman pada awal pengamatan (hari ke-0).

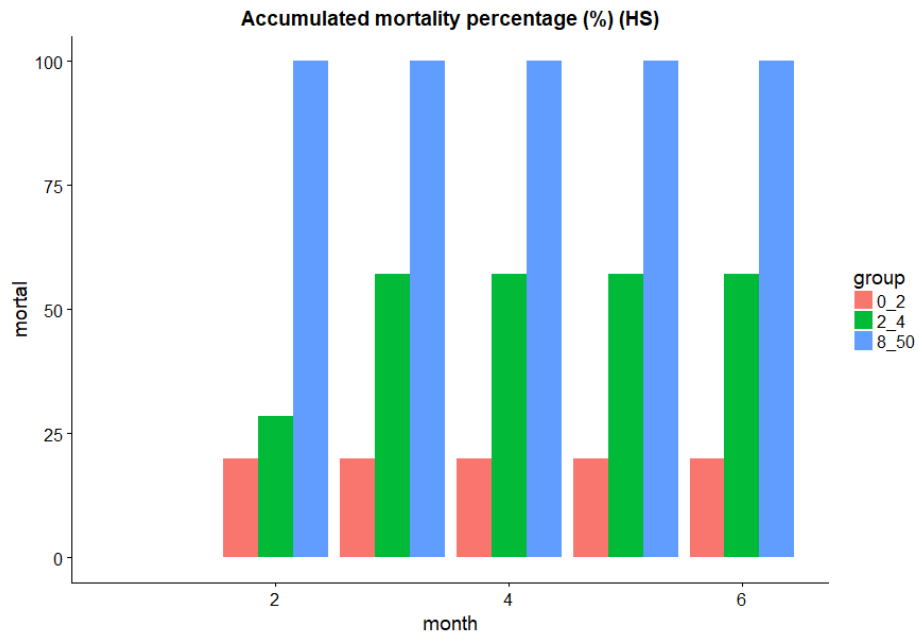
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengambilan anakan andaliman di lima kabupaten di Sumatera Utara menghasilkan 25 spesimen, data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesimen anakan andaliman dari lima kabupaten di Sumatera Utara

No	Asal Tanaman	Maret	
		Tinggi (cm)	Diameter (cm)
1	Dairi 01	3,78	11
2	Tobasa 01	25	4,76
3	Tobasa 02	6,5	3,42
4	Samosir 01	12,1	3,43
5	Samosir 02	4,90	2,55
6	Samosir 03	11,20	3,79
7	Simalungun 01	27	5,18
8	Simalungun 02	14,3	4
9	Simalungun 03	1,52	3,50
10	Simalungun 04	3,90	1,16
11	Simalungun 05	2,50	2,06
12	Simalungun 06	2,80	0,92
13	Simalungun 07	3,20	0,79
14	Simalungun 08	8,90	1,51
15	Simalungun 09	3,60	1,53
16	Simalungun 10	3,10	1,05
17	Simalungun 11	2,40	1,02
18	Simalungun 12	1,90	0,71
19	Simalungun 13	6,30	2,28
20	Simalungun 14	3,30	1,20
21	Simalungun 15	5,90	1,89
22	Simalungun 16	0,89	5,10
23	Simalungun 17	4,90	0,95
24	Simalungun 18	3,70	0,30
25	Simalungun 19	1,20	1,08

Seiring dengan waktu pengamatan ada beberapa anakan yang mati. Mortalitas tanaman andaliman per bulan selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1. Sampai dengan akhir pengamatan tersisa tiga anakan. Ketiga anakan tersebut berasal dari Kabupaten Simalungun. Kematian anakan disebabkan anakan terlalu kecil, dan serangan hama. Hama yang menyerang dan gejala serangan pada andaliman dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Mortalitas tanaman andaliman per bulan selama pengamatan



Gambar 2. Tanaman andaliman yang masih tumbuh di pembibitan Kebun Raya Cibodas



Gambar 3. Hama yang menyerang tanaman andaliman

Laju pertumbuhan tinggi maksimal spesimen anakan sebesar 0.15cm/hari dan laju pertambahan diameter maksimal spesimen anakan sebesar 0.015cm/hari (Tabel 2).

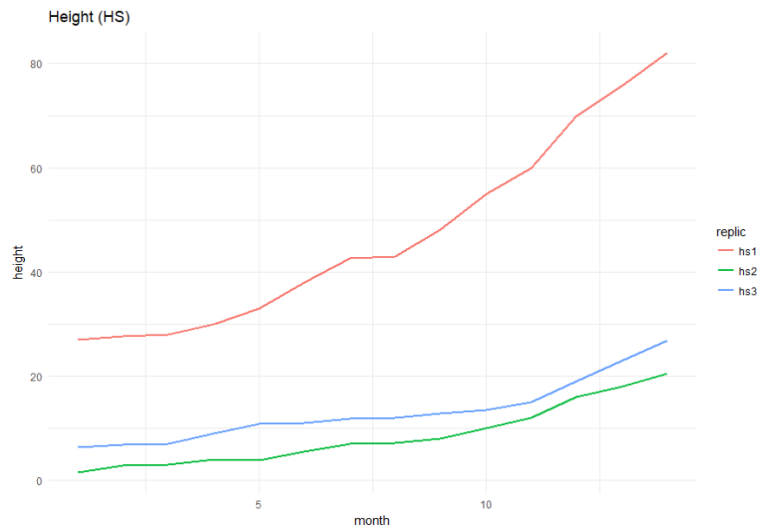
Tabel 2. Laju pertumbuhan (tinggi dan diameter batang) anakan andaliman setelah 12 bulan pengamatan

Daerah asal	T awal	T akhir	Laju tinggi/bulan	Laju tinggi/hari	D awal	D akhir	Laju diameter/bulan	Laju diameter/hari
Simalungun 01	27	82.1	4.591666667	0.153055556	5.18	10.7	0.46	0.015333333
Simalungun 03	1.52	20.5	1.581666667	0.052722222	3.5	4.16	0.055	0.001833333
Simalungun 13	6.3	26.8	1.708333333	0.056944444	2.28	4.87	0.215833333	0.007194444

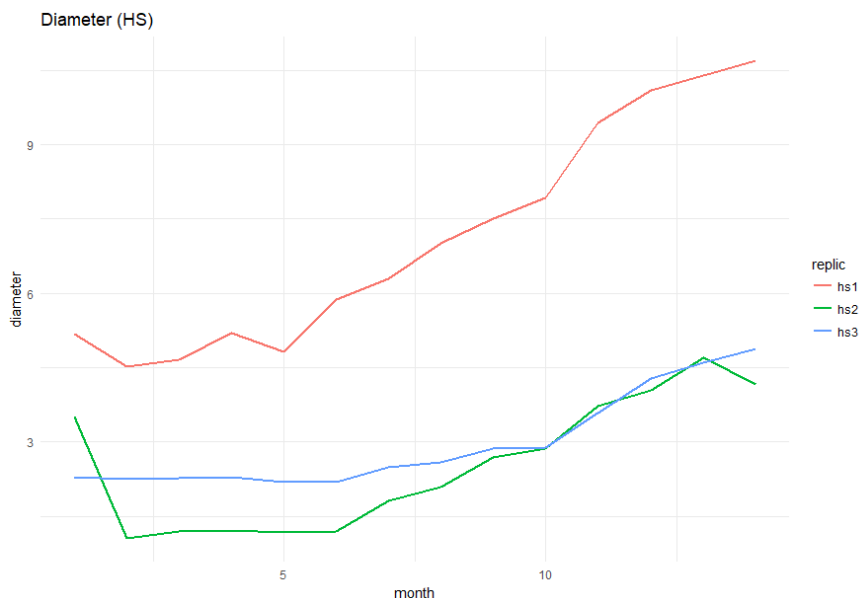
Bibit andaliman sangat rentan terhadap sinar matahari langsung. Untuk melindungi bibit andaliman dari sinar matahari yang berlebihan, tanaman disimpan pada lokasi yang ternaungi. Andaliman juga rentan jika berada pada media yang kering, sehingga perlu menjaga kelembaban media. Penyiraman dilakukan 2 hari sekali. Untuk bibit yang masih sangat muda, diperlukan perawatan ekstra karena sangat rentan mati. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Campbell et al. (2002) yang menyatakan bahwa pada setiap tahap dalam kehidupan suatu tumbuhan, sensitivitas terhadap lingkungan dan koordinasi respons terlihat jelas. Tumbuhan dapat mengindera gravitasi dan arah cahaya dan menanggapi stimulus-stimulus dengan cara yang kelihatannya sangat wajar. Seleksi alam lebih menyukai mekanisme respons tumbuhan yang meningkatkan keberhasilan reproduktif, namun ini mengimplikasikan tidak adanya perencanaan yang disengaja pada bagian dari tumbuhan tersebut.

Pengaruh cahaya berbeda pada setiap jenis tanaman. Selain itu, setiap jenis tanaman memiliki sifat yang berbeda dalam hal fotoperiodisme, yaitu lamanya penyinaran dalam satu hari yang diterima tanaman. Kekurangan cahaya matahari akan mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan, meskipun kebutuhan cahaya tergantung pada jenis tumbuhan. Secara langsung intensitas cahaya mempengaruhi pertumbuhan melalui proses fotosintesis, pembukaan stomata dan sintesis klorofil, sedangkan pengaruhnya terhadap pembesaran dan differensiasi sel terlihat pada pertumbuhan tinggi tanaman dan ukuran serta struktur daun dan batang (Kramer & Kozlowski, 1960).

Andaliman bersifat *evergreen* and *shade tolerant* dimana cenderung lebih mampu bertahan hidup pada kondisi yang ternaungi dan sedikit cahaya. Berdasarkan hasil wawancara dengan petani andaliman, tanaman ini sejak masih anakan biasanya ditanam dengan naungan berupa tanaman pisang, kopi, kemenyan, atau tanaman lainnya. Ada juga petani yang menanam di pinggir tebing di tepi hutan. Hal tersebut dilakukan agar tanaman andaliman terhindar dari paparan sinar matahari secara langsung. Siahaan (2018) berpendapat bahwa karakter spasial yang paling berpengaruh pada habitat andaliman adalah faktor fisik yakni keterbukaan lahan (BSI), yang sedikit terbuka seperti areal semak belukar diikuti dengan kelerangan (agak datar dan sedikit berombak) dan mensyaratkan ketinggian di atas 1300 m dpl yang merepresentasikan iklim daerah sedang dan sejuk. Andaliman memerlukan curah hujan yang cukup/sedang dengan kerapatan tajuk yang jarang serta kelembapan udara yang tinggi. Andaliman menyukai daerah yang agak terbuka. Hal ini sesuai dengan karakteristik andaliman yang menyukai naungan dari pohon tinggi disekelilingnya.



Gambar 4. Laju pertumbuhan tinggi tanaman andaliman



Gambar 5. Laju pertumbuhan diameter pangkal batang tanaman andaliman

Laju pertumbuhan tinggi tanaman andaliman bisa dilihat pada Gambar 4 dan laju pertumbuhan diameter pangkal batang tanaman andaliman pada Gambar 5. Laju pertumbuhan tinggi tanaman dan diameter pangkal batang terlihat berada pada fase logaritmik yang berarti bahwa berarti bahwa laju pertumbuhan lambat pada awalnya. Menurut Salisbury & Ross (1995), kurva pertumbuhan berbentuk S (sigmoid) yang ideal. Tiga fase utama biasanya mudah dikenali: fase logaritmik, fase linier dan fase penuaan. Pada fase logaritmik, ukuran (v) bertambah secara eksponensial sejalan dengan waktu (t). Ini berarti bahwa laju pertumbuhan (dv/dt) lambat pada awalnya, tapi kemudian meningkat terus.

Menurut Srigandono (1991), terdapat tiga fase utama pada pertumbuhan tanaman yaitu fase logaritmik, fase linier dan fase penuaan. Pada fase logaritmik ini berarti bahwa laju pertumbuhan lambat pada awalnya, tapi kemudian meningkat terus. Laju berbanding lurus dengan ukuran organisme. Semakin besar organisme semakin cepat tumbuh. Pada fase linier, penambahan ukuran langsung secara konstan. Fase penuaan dicirikan oleh laju pertumbuhan yang menurun, saat tumbuhan sudah mencapai kematangan dan mulai menua.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dibagi menjadi dua, yaitu: Faktor genetik dan Lingkungan. Faktor genetik adalah kemampuan suatu tanaman untuk memproduksi tinggi. Potensi hasil tinggi serta sifat-sifat lainnya (mutu, ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit, kekeringan) berhubungan erat dengan susunan genetika tanaman. Faktor lingkungan yang

mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah suhu, ketersediaan air, energi matahari, mutu atmosfer, struktur dan komposisi udara tanah, reaksi tanah dan organisme tanah (Nyakpa et al., 1988).

Diameter adalah salah satu karakteristik morfologi tanaman yang merupakan indikator kualitas bibit. Diameter menggambarkan ketahanan bibit dan ukuran sistem akar, bibit yang berdiameter besar tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan bibit yang berdiameter kecil di lapangan. Pertumbuhan diameter batang lebih dipengaruhi oleh faktor genetis tanaman. Pertumbuhan diameter berlangsung apabila keperluan hasil fotosintesis yang digunakan untuk respirasi, penggantian daun, pertumbuhan akar dan tinggi tanaman telah terpenuhi.

Andaliman dalam habitat aslinya tumbuh liar dengan persebaran terbatas pada daerah dengan ketinggian di atas 1300 m dpl. Andaliman dapat ditemukan pada pegunungan yang terletak di sekitar kawasan Danau Toba Provinsi Sumatera Utara seperti di Kabupaten Simalungun, Toba Samosir, Dairi, dan Tapanuli Utara pada daerah berketinggian lebih dari 1300 m dpl dengan temperatur 15-18°C (Hartley, 1966; Hasairin, 1994).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Siahaan (2018) sebaran andaliman lebih banyak ditemukan pada kelerengan 1 sampai 3% (agak datar). Kedua terbanyak ditemukan di kelerengan 3 sampai 8% (berombak), akan tetapi pada kelerengan di bawah 1% (datar) dan 8 sampai 15% (bergelombang) sedikit ditemukan. Kelerengan yang demikian merupakan gambaran kelerengan kecil dan sedang, suplai air sedang dengan tegakan agak rapat dan produksi budidaya tinggi jika kondisi iklim baik. Andaliman tersebar pada keterbukaan lahan (BSI) dengan rentang nilai -0.056 sampai -0.238. Nilai tersebut memperlihatkan bahwa sebaran andaliman berada pada areal yang sedikit terbuka. Area dengan kondisi terbuka ini yang demikian merupakan areal semak belukar dan hutan sekunder.

Sifat fisik tanah yang menjadi syarat tumbuh andaliman adalah fraksi tanah yang didominasi liat dan lempung, tekstur tanah halus, bobot isi tanah (*bulk density*) yang rendah tetapi porositas tanah tinggi. Sifat kimia tanah syarat tumbuh andaliman adalah kandungan bahan organik C dan N yang sedang sampai tinggi, pH sangat masam hingga masam, KTK sedang sampai tinggi (Siahaan, 2018).

Berdasarkan hasil wawancara dengan petani andaliman, tanaman ini sulit untuk diperbanyak mengingat keterbatasan pengetahuan dan teknologi yang dimiliki. Teknik perbanyakan yang selama ini dilakukan yaitu dengan cara menanam bibit yang didapat dari tanaman yang tumbuh liar setelah ladang/kebun dibakar tanaman tersebut dipindahkan ke tempat yang diinginkan kemudian dirawat. Adapula yang berpendapat bahwa andaliman yang tumbuh di kebun atau ladang berasal dari biji yang dibawa oleh burung. Sebagian lagi berpendapat sebelumnya ada tanaman andaliman besar yang telah mati di kebun/ladang tersebut, setelah beberapa lama muncul bibit yang tumbuh dari biji yang tersimpan di dalam tanah.

Menurut Mukhtar dan Yoneda (1996) tinggi anakan pada kelas tinggi 0 – 20 cm merupakan titik kritis (*critical point*) pertumbuhan dari masing-masing anakan tersebut sehingga mengalami penurunan jumlah. Menurut Mukhtar et al., (1998) anakan pohon mengalami mortalitas yang tinggi pada kelas tinggi dibawah 50 cm. Faktor lain penyebab tingginya mortalitas adalah serangan hama juga predator herbivora.

Tanaman andaliman hingga kini hanya diketahui tumbuh di daerah tertentu saja. Perbanyakan tanaman andaliman belum diketahui secara ekonomis dan praktis, apakah secara vegetatif atau generatif. Perbanyakan secara vegetatif kurang efisien dilakukan karena minimnya pohon induk yang dapat digunakan, sedangkan secara generatif sulit dikembangkan karena biji andaliman sulit berkecambah. Salah satu aspek yang penting dalam budidaya tanaman adalah perbanyakan bahan tanaman. Sementara benih andaliman sulit berkecambah dan daya kecambahnya rendah (Tarigan, 2006).

Tanaman andaliman memiliki ciri khas dalam perawatan. Berdasarkan wawancara dengan petani ternyata penyiangan tidak dilakukan pada sekitar pokok tanaman. Pemberian pupuk dilakukan pada saat penanaman saja, hal ini dilakukan karena apabila terlalu banyak pupuk tanaman akan mati. Jenis pupuk yang biasa digunakan yaitu pupuk kompos. Pemberian pupuk diberikan ketika musim hujan tiba, karena akan semakin mempercepat proses pertumbuhan dan menghasilkan buah yang banyak. Jenis pupuk anorganik yang biasa digunakan petani yaitu TSP dan NPK. Pemanenan harus tepat waktu, apabila terlambat buah andaliman akan menjadi racun yang menyebabkan tanaman layu dan mati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini didanai oleh kegiatan Indonesia Biodiversity Strategi and Action Plan (IBSAP) dari Pusat Penelitian Biologi-LIPI Tahun Anggaran 2018 dan kegiatan “Prioritas Bidang” dari Kebun Raya Cibodas, Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI Tahun Anggaran 2019. Kami mengucapkan terima kasih kepada Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas-LIPI dan Kebun Raya Samosir yang telah memberikan banyak dukungan. Bapak Ence Sulaeman, Bapak Agus Supratman, dan Bapak Dadang Suherman teknisi dari Kebun Raya Cibodas yang turut membantu pada penelitian ini. Ibu Eva Erika Hutagalung dan Bapak Emerzon Siadari sebagai teknisi dan pemandu lapangan dari Kebun Raya Samosir. Serta semua pihak yang turut terlibat pada kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N.A., Jane B. R. & Lawrence G. M. 2--2. *Biologi Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Devi Okram Z. (2015). GC-MS Analysis of Phytocomponents and Antifungal of *Zanthoxylum acanthopodium* DC Collected from Manipur, India. *European Journal of Medicinal Plants*, 10(1): 1-9.
- Hartley, Thomas Gordon. 1966, A revision of the Melanesian species of *Zanthoxylum* (Rutaceae), *Journal of the Arnold Arboretum* 47, pp. 171-221: 201.
- Hasairin. A. (1994). Etnobotani Rempah dan Makanan Adat Masyarakat Batak Angkola dan Mandailing. *Tesis*. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Kramer, D.J. & Kozlowsky, T.T. (1960). Physiology of Trees, dalam Pengkajian Penerapan Teknik Budidaya *Rhizophora mucronata* dengan Stek Hipokotil, Mulyani, N., C. Kusmana, dan Supriyanto. 1999. *Jurnal Manajemen Hutan Tropik*, 5 : 57-65.
- Kristanty Rut E., Munim, A. & Katrin. (2013). Aktivitas Antioksidan dan Penghambat Xantin Oksidase dari Ekstrak Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC). *Jurnal Farmasi Indonesia*; 6(3): 122-128.
- Kristanty Ruth, E. & Suriawati, J. (2015). The Indonesian *Zanthoxylum acanthopodium* DC. : Chemical and biological values. *International Journal of Pharmtech Reseach*, 8(6): 313-321.
- Mukhtar, E. & Yoneda, T. (1996). Regeneration Process of Climax species *Calophyllum soulattri* in Tropical Rain Forest of West Sumatera; iv.Mortality, Recruitment and Growth During Six Years in Relation to Distance from a Mother Tree. The 2nd FBRT Japan Seminar Tsukuba.
- Mukhtar, E., Zalfiati & Rahman, M. (1998). Regeneration process of climax species *calophyllum soulatri* in tropical rain forest of West Sumatera. *Population Dynamics of a Cohort From Mass Fruiting in 1981. Tropics*.7 (3/4) : 183-194.
- Nurlaeni, Y. & Junaedi, D. I. (2018). Studi Ekologi Habitat, Teknik Perbanyakan dan Pengoleksian dalam Rangka Konservasi Ex-Situ Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). *BIOMA* 14 (2), 2018. *Biologi UNJ Press*. p-ISSN: 0126-3552, e-ISSN: 2580-9032. DOI: 10.21009/Bioma14(2).4. Published: 28 Februari 2019.
- Nyakpa, M. Y. Lubis, A. M. Pulung, M. A. Amroh, A. G., Munawar, A., Hong, G. B. & Hakim, N. (1988). *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rienoviar & Setyaningsih, D. (2018). Studi Senyawa Aroma Ekstrak Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) dari Beberapa Pelarut Menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectra (GC-MS) Study of The Aroma Compound of Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) Extract from Several Solvents Using Gas Chromatography-Mass-Spectra (GC-MS). *Warta IHP/Journal of Agro-based Industry*, 35 (2), 85-90.
- Salisbury, F. B. & Cleon W. R. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. ITB Press. Bandung.
- Siahaan, L. (2018). Pola Penyebaran Spasial dan Kelimpahan Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium* DC.) di Pulau Samosir, Sumatera Utara. *Tesis*. Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Siregar, B. L. (2003). Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) Di Sumatera Utara: Deskripsi dan Perkecambahannya. *Hayati*. 10(1): 38-40.

- Siregar, B. L. (2013). Perkecambahan dan pematangan dormansi benih andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). *J. Agron. Indonesia*, 41 (3): 249 – 254.
- Srigandono, B. (1991). *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tarigan, A. (2006). Perkecambahan biji andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) dengan perlakuan lama perendaman dan konsentrasi ethrel 40 PGR. *Skripsi*. Universitas katolik St. Thomas Medan.
- Wijaya, C. H., Hadiprodjo, I. T. & Apriyantono, A. (2001). Komponen volatil dan karakterisasi komponen kunci aroma buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.). *J. Teknol Industri Pangan* 12:117-125.

INTERAKSI BIOTIK PADA LAHAN PERTANIAN

Riajeng Kristiana*¹, Silvia Septhiani²

Biologi Tumbuhan IPB, Bogor, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta

e-mail: *¹rie.theana@gmail.com, ²silvia.septhiani@gmail.com

Abstrak. *Sistem pertanian berkelanjutan berorientasi pada rendahnya input dari luar, sehingga mengurangi pencemaran yang berdampak pada lingkungan. Mendorong faktor-faktor biotik yang terdapat pada areal pertanian untuk digunakan sebagaimana fungsinya untuk meningkatkan hasil pertanian. Faktor biotik meliputi mikroorganisme seperti jamur, bakteri, virus yang hidup bersimbiosis dengan tanaman budidaya baik yang memberikan keuntungan dengan membantu menyerap unsur hara seperti mikoriza dan rhizobium, maupun mikroorganisme yang memberikan dampak merugikan seperti patogen penyebab penyakit tanaman. Selain interaksi dengan mikroorganisme juga dikaji interaksi tanaman budidaya dengan tanaman sekitar yang dapat pula memberikan dampak positif sebagai tanaman perangkap maupun menransfer senyawa yang mendukung pertumbuhan tanaman budidaya. Begitu pula tanaman yang memberikan dampak negatif sebagai gulma tanaman budidaya. Mengkaji interaksi biotik pada lahan pertanian tidak dapat dilakukan secara terpisah namun harus dilakukan secara komprehensif sehingga terlihat dengan jelas hubungan antar faktor-faktor biotik tersebut.*

Kata Kunci: *Faktor biotik, Mikroorganisme, Sistem pertanian berkelanjutan*

PENDAHULUAN

Sistem pertanian konvensional merusak yang telah disediakan oleh alam. Adanya penanaman yang terus menerus dalam satu areal penanaman dengan jenis tanaman yang sama dalam kurun waktu tertentu, akan menyebabkan ledakan penyakit dan hama tanaman sehingga petani perlu mengeluarkan biaya yang lebih besar untuk menanggulangi serangan tersebut. Penggunaan pestisida kimia untuk menanggulangnya akan lebih memperburuk keadaan lingkungan areal penanaman, tanah yang menjadi kering, udara dan air yang terkontaminasi pestisida, hama dan pathogen penyebab penyakit menjadi lebih resisten sehingga akan ada titik dimana dilakukan penyemprotan pestisida yang lebih tinggi namun tidak lagi dapat menanggulangi serangan. Tanah yang mengering dan menjadi tandus akibat dari semprotan pestisida pun akan menyebabkan petani harus mengeluarkan biaya kembali untuk pembelian pupuk demi mengembalikan kesuburan dan fungsi tanah seperti semula. Hal ini harus secepatnya ditanggulangi sebelum memberikan dampak ke lingkungan yang lebih membahayakan dan tidak menutup kemungkinan akan memunculkan krisis pangan sebagai akibat tanah yang sudah kehilangan kesuburannya.

Keadaan areal pertanian yang sudah begitu mengkhawatirkan mendorong adanya konsep baru di bidang pertanian yang berorientasi pada lingkungan yaitu sistem pertanian berkelanjutan. Sistem pertanian berkelanjutan menekankan pada prinsip-prinsip ekologi. Tidak saja berorientasi pada hasil produk pertanian namun juga memperhatikan aspek-aspek lingkungan. Di kalangan ilmu tanah atau agronomi, istilah sistem pertanian berkelanjutan lebih dikenal dengan istilah LEISA (*Low External Input Sustainable Agriculture*) yaitu sistem pertanian yang berupaya meminimalkan penggunaan input (benih, pupuk kimia, pestisida dan bahan bakar) dari luar ekosistem yang dalam jangka panjang dapat membahayakan kelangsungan hidup sistem pertanian (Parr et al. 1990). Penggunaan input dari luar yang seminimal mungkin akan mendorong sistem pertanian yang kembali ke alam atau sistem pertanian yang sesuai dengan keadaan di alam. Keanekaragaman tanaman yang dapat hidup bersama di alam, merupakan contoh yang dapat kita terapkan pada sistem pertanian kita. Masalah persaingan beberapa spesies tanaman yang ditanam bersamaan bukan merupakan hal yang harus ditakutkan, namun kebersamaan beberapa spesies tersebut dapat dikaji sebagai sistem kerjasama untuk kehidupan masing-masing tanaman tersebut untuk tumbuh dengan lebih baik (Coppola dan Bill 2000). Keanekaragaman yang terjadi di alam dapat mendorong pertumbuhan berbagai tanaman dan mikroorganisme tumbuh bersama dalam keadaan yang lebih baik.

Keanekaragaman di alam yang seimbang harus dijadikan tolak ukur keberhasilan pada system pertanian berkelanjutan. Pada areal pertanian sendiri sebenarnya begitu beragam jenis organisme yang berperan dalam meningkatkan hasil pertanian. Faktor-faktor biotik ini yang terdapat dalam lahan pertanian harus dengan bijak kita maksimalkan potensinya. Sehingga kita bisa mengurangi anggapan melimpahnya organisme pengganggu tanaman (OPT), namun yang perlu dipikirkan adalah bagaimana adanya keanekaragaman biotik dengan berbagai peran interaksi di alam ini dapat dipergunakan sebagaimana fungsi dari organisme ini untuk tumbuh dan berkembang bersama-sama di alam.

Faktor biotik seperti mikroorganisme, organisme makro maupun tanaman lain perlu diberi ruang juga dalam areal pertanian untuk tumbuh dan berkembang bersama-sama. Seperti pada system tanam tumpangsari, dimana lebih dari satu tanaman akan tumbuh bersama dalam areal dan waktu tertentu. Beragam jenis tanaman yang ditumbuhkan bersama, pasti akan mendorong keanekaragaman mikroorganisme untuk pula tumbuh dan berkembang bersama. Keanekaragaman mikroorganisme ini tentu akan mendorong adanya interaksi antar mikroorganisme bisa mutualisme maupun berkompetisi yang kesemuanya member dampak terhadap tanaman yang dibudidayakan. Disini akan diuraikan mengenai interaksi tanaman budidaya dengan mikroorganisme, interaksi tanaman budidaya dengan tanaman di sekitar dan juga interaksi anatara tanaman budidaya dengan mikroorganisme dan juga dtanaman sekitar.

Interaksi Tanaman Budidaya dengan Mikroorganisme

Interaksi tanaman dengan mikroorganisme tanah yaitu rhizofe maupun mikroorganisme udara yaitu filofe. Interaksi ini ada yang bersifat menguntungkan bagi tanaman dan ada yang bersifat merugikan bagi tanaman. Menguntungkan bagi tanaman bila mikroba tersebut dapat mendukung pertumbuhan tanaman, membantu tanaman dalam menanggulangi penyakit maupun hama yang menyerangnya. Merugikan bagi tanaman bila mikroba tersebut menyebabkan penyakit maupun menjadi hama bagi tanaman, selain itu juga dapat menjadikan kondisi lingkungan tumbuh bagi tanaman tidak optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Mikroba yang menguntungkan bisa berperan dalam kesuburan tanah dengan menyediakan hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Cendawan mikoriza arbuskula (CMA) adalah salah satu cendawan yang hidup di dalam tanah. Cendawan ini selalu berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi dan keduanya saling memberikan keuntungan (Nuhama 1993). Mikoriza meningkatkan serapan Phospat pada tanaman. Hifa mikoriza memiliki jangkauan yang luas sehingga dapat tetap menyerap P pada daerah yang tidak lagi dapat dijangkau oleh akar. Daerah akar bermikoriza tetap aktif dalam mengabsorpsi hara untuk jangka waktu yang lebih lama dibandingkan dengan akar yang tidak bermikoriza (Simanungkalit, 2007). Hardiatmi (2008) pemberian mikoriza berpengaruh jelas pada akar tanaman pinus dua sampai tiga kali lipat dalam menyerap unsur hara. Pada penelitian Musfal (2010) CMA yang berasosiasi dengan akar tanaman jagung dapat meningkatkan hasil pipilan jagung dibandingkan tanaman yang tidak bermikoriza. Sedangkan pada penelitian Jezdinsky et al. (2012) menunjukkan bahwa CMA dapat meningkatkan efektivitas penggunaan air (*water use efficiency*) dan bobot segar tajuk pada spesies *Allium porrum* dalam kondisi kekeringan.

Selain mikoriza, mikroba lain yaitu rhizobium, *Rhizobium* merupakan kelompok bakteri yang bersimbiosis dengan tanaman leguminosa yang mampu menambat N₂ yang melimpah di udara, hasilambatannya dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Penggunaan *Rhizobium* merupakan salah satu tehnologi budidaya yang ramah lingkungan, berkelanjutan dan layak digunakan dalam program peningkatan produktivitas tanaman kedelai (Novriani, 2011). Penelitian Rahayu (2004) menunjukkan bahwa dengan pemberian rhizobium pada tanaman kedelai varietas Willis dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti jumlah cabang per tanaman, jumlah polong isi per tanaman dan hasil per ha.

Mikroba tanah yang bersimbiosis dengan tanaman ada yang hanya menempel pada akar tanaman, namun ada pula yang masuk ke dalam jaringan akar. Mikroba yang masuk ke jaringan akar biasanya disebut dengan mikroba endofit, mikroba endofit juga dapat memberikan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman inang. Penelitian Melliawati et al. (2004) menunjukkan bahwa bakteri endofit HL.38B.83 yang berasal dari Tanam Nasional Gunung Halimun mempunyai daya hambat yang sangat luas terhadap pertumbuhan *X. campestris* (penyakit bisul pada tanaman kedelai). Dalam penelitiannya

isolat bakteri HL.50B.106 yang berasal dari tanaman *Mallotus paniculatus* yang mempunyai nama daerah calik angin menunjukkan kemampuan menghambat pertumbuhan dua jenis kapang sekaligus, yaitu: *C. gloeosporioides* dan *F. oxysporum*. Kedua jenis kapang patogen tersebut menyebabkan penyakit busuk buah dan layu pada tanaman tomat (Wiryanta, 2002). Kapang endofit juga menghasilkan hormon giberelin pada tanaman (Hamayun et al., 2009), menaikkan laju fotosintesis serta memproduksi senyawa metabolit sekunder (Strobel & Daisy, 2003), yang berperan dalam reaksi ketahanan tanaman melawan serangan pathogen (Rodriguez et al., 2004) dan hama.

Selain mikroba yang menguntungkan tentu saja ada mikroba yang merugikan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penyakit lanas yang disebabkan oleh jamur *P. nicotianae* yang menyerang tanaman tembakau. (Dalmadiyo et al., 1997). Bakteri *Ralstonia solanacearum* yang menimbulkan gejala layu pada tanaman kentang dan gejala lanjut berupa umbi menjadi busuk (Semangun, 2002).

Jamur *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp.lycopersici (Sacc.) Snyder et Hans merupakan patogen pada tanaman tomat yang mampu bertahan dalam tanah dengan jumlah spora mencapai 1000 konidium per gram tanah dan serangannya mulai nampak pada umur 4 minggu setelah tanam dengan intensitas tinggi (Rosmahani et al., 2001).

Interaksi Tanaman Budidaya dengan Tanaman Sekitar

Interaksi tanaman dengan tanaman pada lahan pertanian perlu menjadi perhatian karena interaksi ini juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan masing-masing tanaman. Tanaman yang ditumpang-sarikan pada satu areal pertanaman dan pada waktu tertentu akan memiliki perbedaan hasil produksi dengan tanaman yang ditanam secara monokultur. Tanaman yang ditanam dengan monokultur secara terus-menerus juga memiliki perbedaan hasil produksi dengan tanaman yang baru saja dibudidayakan.

Tanaman dengan tanaman sekitar melakukan komunikasi melalui senyawa yang dikeluarkan oleh akar maupun tajuk tanaman. Senyawa ini dapat mendukung pertumbuhan tanaman sekitar ataupun sebaliknya yaitu menghambat pertumbuhan tanaman sekitar. Senyawa kimia yang diproduksi oleh tanaman merupakan dikenal dengan alelokimia. Alelokimia merupakan metabolit sekunder yang diproduksi oleh tanaman, yang tidak terlibat langsung pada proses pertumbuhan tanaman. Beragam metabolit sekunder yang bertindak sebagai alelokimia yaitu fenolat, terpenoid, alkaloid, polyacetylenes, asam lemak, dan steroid (Rice 1984; Waller 1987). Tanaman dapat menggunakan alelokimia untuk berkomunikasi dengan lingkungan sekitarnya, yaitu melalui eksudasi alelokimia melalui akar tanaman dan volatilisasi dari bagian tanaman lain (Scognamiglio et al. 2013).

Penghambatan pertumbuhan tanaman sekitar lebih terlihat daripada dampak yang menguntungkan. Adanya gulma di daerah pertanaman tanaman pokok tertentu akan mengganggu pertumbuhan dari tanaman pokok tersebut. Gangguan yang ditimbulkan oleh gulma terhadap tanaman pokok biasanya masalah abiotiknya yaitu persaingan terhadap kebutuhan sinar matahari, unsure hara dan juga ketersediaan air, namun selain itu gulma juga mengeluarkan alelopati yaitu alelokimia yang teridentifikasi mengganggu pertumbuhan tanaman sekitar karena berupa racun yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman lainnya.

Beberapa gulma yang berpotensi mengeluarkan senyawa alelopati dan tumbuh pada pertanaman jagung ialah ilalang (*Imperata cylindrical* L.) yang merupakan gulma tahunan yang hidupnya bisa mencapai 2 tahunan dan mungkin dalam kenyataannya hampir tidak terbatas. Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) termasuk family Asteraceae (Izah, 2009). Suhartina & Riwanodja (1997) dalam penelitiannya menyatakan bahwa tingkat populasi gulma sebesar 20% dari populasi kedelai untuk gulma *Amaranthus* sp, *Digitaria ciliaris* dan *Cyperus rotundus* dapat

menurunkan hasil kedelai masing-masing sebesar 35%, 21%, dan 15% dari perlakuan bebas gulma. Dilaporkan juga oleh Radjit et al.(2006) bahwa di lahan kering masam yang didominasi oleh gulma *Barreria alata* dengan kerapatan nisbi sebesar 79% dapat menurunkan hasil biji kedelai sebesar 60%.

Alelopati tidak saja dikeluarkan oleh gulma, namun tanaman sejenis juga dapat mengeluarkan alelopati yang dapat merugikan tanaman itu sendiri. Penurunan hasil tanaman cabai merah di Korea secara terus-menerus merupakan dampak dari alelopati yang dikeluarkan oleh tanaman cabai sendiri

yang mengganggu tanaman itu sendiri (Tsuchiya et al. 1994). Hasil penelitian Fuji et al. (1991) juga menunjukkan hal yang sama, bahwa tanaman selada dan kacang merah akan berkurang luas daun dan bobot kering akar dan tajuknya bila menerima atau diberi perlakuan eksudat akar dari tanaman donor yang sejenis. Dengan perlakuan eksudat akar dari tanaman sejenis, luas daun, bobot kering tajuk dan akar pada kacang merah berkurang 3, 4 dan 21%. Sedangkan pada selada, luas daun dan bobot kering tajuk berkurang 11 dan 4 % dibanding kontrol, sebaliknya bobot kering akar bertambah 1 %.

Alelopati yang dikeluarkan oleh tanaman pokok juga dapat digunakan untuk mengendalikan gulma yang ada disekitarnya, hal ini menjadikan hal yang menguntungkan bagi tanaman budidaya. Alelopati ditemukan di berbagai bagian tanaman dengan konsentrasi dan komposisi yang bervariasi, dan jalur mereka untuk melepaskan senyawa ini ke lingkungan tergantung dari spesies (Gatti et al. 2004). Alelopati merusak pertumbuhan normal gulma dengan mempengaruhi jalur metabolisme seperti 'nicin' menghambat produksi klorofil, 'sorgoleone' mengganggu proses respirasi, 'juglon (5-hydroxy-1,4-naphthoquinone)' menyerang reaksi redoks dan mekanisme radikal bebas (Weston & Duke 2003).

Alelokimia yang diproduksi oleh tanaman dalam konsentrasi rendah dapat mendukung pertumbuhan tanaman sekitar, contohnya pada ekstrak *Stevia rebaudiana* mengandung stevioside yang meningkatkan pertumbuhan mentimun dan selada. Sedangkan calliterpenone alelokimia yang diproduksi oleh *C. Macrophylla* meningkatkan perkecambahan biji, pertumbuhan akar, pertumbuhan tunas dan perkembangan bunga (Ambika 2012).

Interaksi antar tanaman dalam suatu areal pertanian bukanlah hal yang sederhana, namun terlihat sangat kompleks, sehingga bisa menjadi tolak ukur saat melakukan budidaya tanaman secara tumpangsari agar dapat memberikan hasil yang maksimal.

Interaksi Tanaman Budidaya dengan Mikroorganisme dan Tanaman Sekitar

Pada suatu areal pertanian, tidak dapat dilihat dari satu sisi saja, interaksi dengan mikroorganisme saja atau dengan tanaman sekitar saja. Namun harus dilihat secara komprehensif atau menyeluruh. Tanaman dapat mendukung pertumbuhan tanaman lain bisa disebabkan dengan dikeluarkannya senyawa alelokimia yang mendukung pertumbuhan tanaman lain, namun proses terbentuknya alelokimia maupun distribusi alelokimia ke lingkungan juga didukung oleh adanya mikroorganisme yang bersimbiosis dengan tanaman tersebut.

Mikoriza yang merupakan simbiosis dari tanaman, hifa dari mikoriza ini dapat meluas dari akar tanaman yang satu ke tanaman yang lain dan membentuk *common mycorrhizal networks* (CMNs). CMNs juga dapat dibentuk melalui anastomosis di mana berbagai cabang dari hifa yang sama atau berbeda membentuk jaringan miselium. Tanaman yang berbeda dan bahkan spesies yang berbeda dapat saling berhubungan melalui CMNs. Nutrisi seperti nitrogen, fosfor maupun zat pengatur tumbuh lainnya dapat berpindah dari satu tanaman ke tanaman melalui CMNs. Nitrogen pada tanaman legum dapat ditransfer ke tanaman non legum. Transfer nutrisi antar tanaman terhubung oleh CMNs terjadi dua arah. Keberadaan koneksi ini meningkatkan kemungkinan bahwa CMNs dapat berfungsi sebagai saluran untuk pertukaran informasi antara tanaman yang terhubung (Song et al. 2010). Disini jelas terlihat peran dari mikroorganisme yaitu mikoriza yang mentransfer alelokimia yang dibentuk dari satu tanaman untuk diberikan ke tanaman yang disekitarnya.

Interaksi mikroorganisme dengan tanaman tertentu dapat menguntungkan tanaman yang lainnya, contohnya pada tumpangsari tanaman jagung dan kedelai, dimana tanaman kedelai bersimbiosis dengan rhizobium sehingga nitrogen cukup tersedia bagi tanaman kedelai maupun tanaman jagung sehingga terjadi peningkatan hasil tanaman jagung (Turmudi, 2002). Begitu pula adanya tanaman perangkap. Tanaman perangkap merupakan tanaman yang digunakan untuk pengendalian hama maupun penyakit yang menyerang tanaman lain. Tanaman perangkap diartikan sebagai tanaman yang rentan terhadap infeksi awal patogen (penyebab penyakit) tetapi kemudian patogen tidak dapat menyelesaikan perkembangannya, karena tanaman bersifat tahan atau dipanen sebelum patogen dapat menyelesaikan perkembangannya (Maloy, 1993). Pada penelitian Hadiwiyono et al. 2011 bahwa Caisin (*Brassica chinensis* L) dapat digunakan sebagai tanaman perangkap patogen akar gada, karena tanaman ini rentan terhadap patogen akar gada dan dapat dipanen pada umur 25–40 hari setelah sebar benih, sehingga saat dipanen patogen belum dapat menyelesaikan proses infeksi. Caisin digunakan sebagai tanaman perangkap akar gada pada tanaman kubis dan terbukti efektif menurunkan serangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih, penulis sampaikan kepada UIN Sunan Gunung Djati Bandung yang telah memberikan kesempatan untuk mempublikasikan karya ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Coppola, N. & Karis, B. (2000). *Technical Communication, Deliberative rhetoric, and environmental Discourse: Connections and Directions*. Stamford: Ablex Publishing.
- Dalmadiyo, G., Supriyono & Hari-Adi, B. (1997). Penyakit tanaman tembakau virginia dan pengendaliannya. Monograf Balittas: Tembakau Virginia. Malang: Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat.
- Fuji, Y., Shibuya, T. & Yasuda, T. (1991). Discrimination of Allelopathy of Velvetbean (*Mucuna pruriens*) with Stairstep Experimental Rotary Greenhouse Experiments. *Japan J. Soil. Plant Nutr.*, 62: 258-264.
- Hamayun, M., Khan, S. A., Ahmad, N., Tang., D0S., Kang, S. M., Na, C. I., Sohn, E-Y., Hwang, Y-H., Shin, D-H., Lee, BH., Kim, J-G. & Lee, I-J. (2009). *Cladosporium sphaerospermum* as a new plant growth promoting endophyte from the roots of *Glycine max* L. Merr. *World J Microbiol.*
- Hardiatmi, J. M. S. (2008). Pemanfaatan Jasad Renik Mikoriza Untuk Memacu Pertumbuhan Tanaman Hutan. *INNOFARM: Jurnal Inovasi Pertanian*, 7(1), 1-10.
- Gatti, A. B, Perez, S. C. J. Gd, Lima, M. I. S. (2004). Atividade alelopática de Extratos Aquosos De *Aristolochia Esperanzae* O. Kuntze Na Germinação E No Crescimento De *Lactuca Sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botanica Brasilica*.
- Jezdinsky, A., Petrikova, K., Slezak, K., & Pokluda, R. (2012). Effect of Drought Stress And Mycorrhizal Inoculation On The Growth, Photosynthetic Activity And Water Use Efficiency Of Leek (*Allium porrum* L. ‘Gigante Suizo). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 40(8): 101-108.
- Melliawati, R., Sukiman, H.I., Widyaningrum, D. N., Octavina, F., Sukmawati, E. & Simanjuntak, P. (2004). Studies on Indonesian endophytic microorganism and their potentials for plant protection of pathogen bacteria. *Indonesian Biotechnology Conference. Konsorsium Bioteknologi Indonesia, Sanur, Bali, December 1-3rd, 2004.*
- Musfal. (2010). Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula Untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4): 154-158.
- Novriani. (2011). Peranan Rhizobium dalam Meningkatkan Ketersediaan Nitrogen bagi Tanaman Kedelai. *Agronobis*, 3(2), 35-42.
- Nuhamara, S. T. (1993). *Peranan Mikoriza Untuk Reklamasi Lahan Kritis*. Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza. Solo: Universitas Sebelas Maret.
- Parr , J. F. Papendick, R. I. Yoyngberg, I. G. & Meyer, R.E. (1990). Sustainable Agriculture in Tne United States. Iowa, USA: SCS.Ankeny.
- Radjit, B.S. (2006). Evaluasi Teknologi Pengendalian Gulma Pada Kedelai Di Lahan Masam. *J. Agritek*, 14(3),695-704.
- Rahayu, M. (2004). *Pengaruh Pemberian Rhizoplus dan Takaran Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai*. Prosiding Seminar Nasional Pemberdayaan Petani Miskin di Lahan Marginal Melalui Inovasi Teknologi Tepat Guna. Pusat Penelitian Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Rice, E. L. (1984). *Allelopathy*. New York: Academic Press, Inc.
- Rodriguez, R.J., Redman, R. S. & Henson, J.M. (2004.) The Role of Fungal Symbioses in The Adaptation of Plants to High Stress Environments. *Mitig Adapt Strateg Global Change* 9: 261-272.
- Rosmahani, L., Korlina, E., Soleh, M. & Setyorini, D. (2001). Pengkajian Pemanfaatan Biopestisida dan Pupuk Hayati Mendukung Pengelolaan Tanaman Terpadu Pada Tomat.
- Scognamiglio M, D’Abrosca, B., Esposito, A., Pacifico, S., Monaco, P. & Fiorentino, A. (2013). Plant Growth Inhibitors: Allelopathic Role or Phytotoxic Effects? Focus on Mediterranean Biomes. *Phytochemis Rev.* 12: 803-830.

- Semangun, H. (2002). *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Simanungkalit, R.D.M. (1997). Effectiveness of 10 species of Arbuscular Mycorrhizal (AM) Fungi Isolated From West Java and Lampung on Maize And Soybean, p. 267-274. In: U.A. Jenie (Ed.). *Proc. Indonesian Biotechnology Conference, Vol. II. The Indonesian Biotechnology Consortium, IUC Biotechnology IPB, Bogor*.
- Strobel G. & B. Daisy. (2003). Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiol Mol Biol R*, 67:491–502.
- Suhartina & Riwanodja. (1997). *Ambang Kendali Gulma Pada Tanaman Kedelai*. Laporan Teknis Balitkabi 1997. 11 hal.
- Song Y, Zeng, R. S., Xu, J. A. F., Li, J., Shen, X. A, Yihdego, W. G. (2010). Interplant Communication of Tomato Plants Through Underground Common Mycorrhizal Networks. *PLoS One* 5(10).
- Tsuchiya, K., J.W.Lee and T. Hoshina. (1994). Allelopathyc Potential of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.). *JARQ* 28: 1-11.
- Turmudi, E. (2002). Kajian Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Dalam Sistem Tumpangsari Jagung dengan empat kultivar kedelai pada berbagai waktu tanam. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 4(2): 89-96.
- Waller, G. R. (1987). *Alelochemical Role in Agriculture and Forestry. ACS Symposium Series No. 330*. Washington DC: America Chemical Society.
- Weston, L. A, Duke, S. O. (2003). Weed and Crop Allelopathy. *Crit. Rev. Plant Sci.* 22: 367–389.
- Wiryanta, B.T.W. (2002). *Bertanam Tomat*. Jakarta: Penerbit PT. AgroMedia Pustaka.

**DAMPAK MODERNISASI PERTANIAN PADA USAHATANI PADI SAWAH
DI KAMPUNG KUTA, KECAMATAN TAMBAKSARI, KABUPATEN CIAMIS**

Kadarisno*¹, Johan Iskandar², Budhi Gunawan²

¹Mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Universitas Padjadjaran;
Jl. Dipati Ukur 35 Bandung, Telp/Fax 022 25404970

²Sekolah Pascasarjana Ilmu Lingkungan Universitas Padjadjaran, Bandung 40132
e-mail: *kadarisno@gmail.com

Abstrak. Sejak masa silam petani di Jawa Barat memiliki pengetahuan lokal yang mendalam berbalut dengan kepercayaan. Salah satu bentuk pengetahuan lokal petani dipraktikkan dalam budidaya padi sesuai dengan ekosistem setempat. Pengetahuan lokal bersifat dinamis dan mengalami perubahan sepanjang masa. Perubahan mendasar dalam usahatani padi terjadi akibat masuknya teknologi pertanian sejak akhir 1960-an melalui program Revolusi Hijau. Akibatnya, terjadi perubahan ekosistem lokal, ekonomi, sosial dan budaya dalam pertanian padi. Namun, di beberapa daerah di Jawa Barat masih dijumpai praktik pertanian tradisional dilandasi dengan pengetahuan lokal dan kepercayaan. Penelitian ini bertujuan mengkaji perubahan usahatani padi sawah akibat modernisasi pertanian dan dampaknya terhadap lingkungan, ekonomi dan sosial masyarakat Kampung Kuta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode campuran kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa usahatani padi sawah masyarakat Kampung Kuta telah mengalami perubahan mulai tahap pemilihan benih sampai kegiatan pascapanen. Walaupun demikian, beberapa praktik tradisional dan ritual padi masih dipertahankan petani. Dampak modernisasi pertanian, yaitu a) lingkungan: penurunan keanekaragaman varietas padi lokal dan ledakan hama, b) ekonomi: biaya input produksi tinggi dan penurunan pendapatan buruh tani, dan c) sosial: pergeseran peran sesepuh lembur dan gender dalam pertanian padi sawah serta terjadinya kesenjangan sosial masyarakat pedesaan.

Kata Kunci: kampung Kuta, modernisasi, pengetahuan lokal, usahatani sawah.

PENDAHULUAN

Sejak masa silam petani di Jawa Barat memiliki pengetahuan lokal atau pengetahuan ekologi tradisional yang mendalam berbalut dengan kepercayaan atau kosmos (Iskandar, 2018). Salah satu bentuk penerapan pengetahuan lokal tersebut adalah praktik budidaya padi yang sesuai dengan ekosistem setempat. Pengetahuan lokal berasal dari pengalaman petani di masa lalu yang ditransmisikan antar generasi dengan menggunakan bahasa ibu (Doré et al., 2011; Iskandar & Iskandar, 2017).

Namun seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, perkembangan ekonomi pasar dan kebijakan pemerintah dalam pembangunan pedesaan maka pengelolaan sistem usahatani petani mengalami perubahan (Lizarralde, 2004; Iskandar, 2018). Perubahan mendasar antara lain terjadi akibat modernisasi pertanian di akhir tahun 1960-an yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas padi (Pingali, 2012). Program ini memprioritaskan penggunaan benih padi varietas baru, pemakaian pupuk anorganik dan pestisida sintesis serta pembangunan atau perbaikan sistem irigasi (Iskandar & Iskandar, 2016a).

Menurut Suseno & Suyatna (2007) pengembangan teknologi modern secara makro telah meningkatkan produktivitas padi secara nasional, tetapi juga menimbulkan dampak negatif bagi berbagai bidang kehidupan petani, seperti ekonomi, sosial, budaya dan lingkungan (Iskandar & Ellen, 1999; De Schutter & Vanloquere, 2011). Dengan demikian, program modernisasi pertanian dinilai kurang tepat dalam meningkatkan kesejahteraan petani (Soemarwoto, 1991; Pranandji & Purba, 2011).

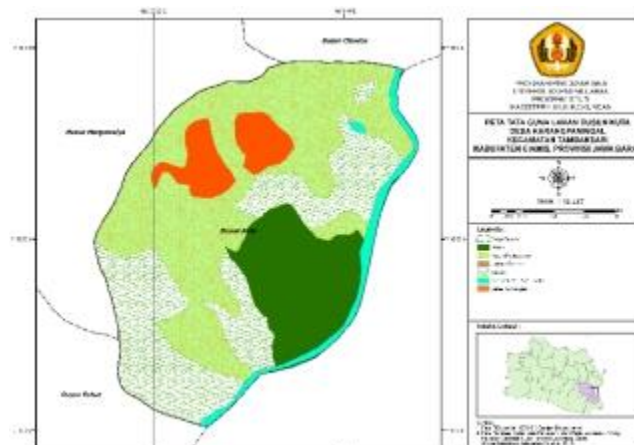
Walaupun modernisasi pertanian telah diaplikasikan secara luas, tetapi di beberapa pedesaan Jawa Barat masih dijumpai petani yang mempraktikkan cara bertani padi berdasarkan pengetahuan lokal dan kepercayaan (Rahmawati et al., 2008; Ramadhan et al., 2015; Permana et al., 2018). Petani tersebut biasanya tinggal di daerah terpencil dan memegang kuat tradisi nenek moyang mereka. Salah

satu masyarakat yang masih memegang teguh tradisi leluhur dalam kehidupannya adalah masyarakat adat Kampung Kuta di Kabupaten Ciamis (Adeng et al., 2014). Menurut Darussman (2016), budidaya padi sawah di Kampung Kuta masih dilandasi oleh pengetahuan lokal. Berbagai ritual dan cara tradisional masih dipraktikkan petani, seperti penggunaan pupuk dan pestisida alami. Namun, lajunya penetrasi ekonomi pasar ke pedesaan sehingga ada kecenderungan praktik tradisional di Kampung Kuta telah mengalami pergeseran.

Studi perubahan usahatani padi telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan hasil yang beragam. Iskandar & Iskandar (2016b) meneliti di Baduy dan menemukan bahwa usahatani padi cenderung tidak mengalami perubahan secara drastis. Penelitian Tarigan (2013) di Kampung Naga mengindikasikan bahwa pola bertani padi telah mengalami perubahan diantaranya dengan diintegrasikannya pola tanam padi lokal dan padi unggul. Sementara itu, Partasasmita et al. (2019) melaporkan bahwa usahatani padi di Desa Karangwangi telah mengalami perubahan dramatis. Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya maka menarik untuk dikaji bagaimana perubahan yang terjadi pada sistem pertanian padi di Kampung Adat Kuta. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mengkaji perubahan usahatani padi sawah akibat modernisasi dan dampaknya terhadap lingkungan, ekonomi dan sosial petani.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kampung Adat Kuta, Desa Karangpaningal, Kecamatan Tambaksari, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat selama 2 bulan dari Januari hingga Februari 2019 (Gambar 1). Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran, yang menggabungkan metode kualitatif dan kuantitatif. Teknik pengumpulan data kualitatif di lapangan dengan cara observasi dan wawancara semi terstruktur terhadap informan yang dianggap kompeten. Pemilihan informan dilakukan secara *purposive sampling*. Informan yang dipilih, yaitu pimpinan informal, *punduh*, kepada dusun, petani laki-laki dan perempuan. Pengumpulan data kuantitatif dilakukan dengan wawancara terstruktur terhadap responden menggunakan instrumen kuesioner. Responden dipilih secara sensus terhadap 87 kepala keluarga yang menggarap sawah. Hasil data kualitatif dianalisis dengan beberapa tahap meliputi *cross-checking*, dirangkum dan disintesis serta dinarasikan secara deskriptif analisis (Newing et al., 2011). Sedangkan data kuantitatif dianalisis secara statistik sederhana dan dinarasikan secara deskriptif analisis.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Kampung Kuta, Jawa Barat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalender Tani Masyarakat Kampung Kuta

Masyarakat Kampung Kuta dalam kegiatan pertanian dilandasi dengan pengetahuan lokal dan kepercayaan. Dalam bercocok tanam khususnya padi sawah, mereka masih menggunakan kalender tani tradisional (*pranata mangsa*) atau dalam istilah lokal disebut *kala mangsa*. Berbagai tahapan dalam usahatani padi sawah mulai dari pemilihan benih sampai kegiatan pascapanen dan ritual padi senantiasa berpedoman pada *kala mangsa*.

Dalam penggunaan kala mangsa biasanya mereka mengamati beberapa indikator alam, termasuk munculnya konstelasi bintang di langit, gugurnya daun-daun dari tumbuhan, berbunganya tumbuhan dan perilaku hewan untuk mengetahui cuaca musiman dan perubahan iklim. Misalnya, gugurnya daun tumbuhan dijadikan bertanda musim kemarau, yang bertepatan dengan mangsa kasa (Juni-Juli). Sementara itu, masa berbunganya tumbuhan tongtlok (*Pterocymbium tinctorium* L.) dan bungur (*Lagerstroemia ovalifolia* Teijsm. & Binn.) juga dijadikan suatu pertanda tibanya musim penghujan. Rasi bintang tertentu, terutama bintang kidang yang lazim disebut the Orion Belt juga digunakan sebagai indikator perubahan musim. Bintang kidang dalam istilah lokal dinamakan béntang tiga karena berjumlah tiga buah. Berdasarkan informan, jika béntang tiga telah muncul di ufuk timur pada saat fajar, biasanya bertepatan dengan musim kemarau. Sementara itu, jika béntang tiga berada di tengah langit atau mulai sedikit ke barat, petani harus menanam padi sawah, karena dianggap saat itu bertepatan dengan musim hujan.

Pada masa lalu, kebiasaan masyarakat Kampung Kuta dalam bertanam padi sawah dilakukan setahun sekali dan menanam varietas padi lokal yang ditanam pada sekitar bulan September-Oktober (mangsa kapat). Namun, setelah mereka mengadopsi program Revolusi Hijau pada awal tahun 1980-an, padi yang ditanam tidak hanya 1 kategori melainkan 2 kategori yaitu, padi lokal (pare pageuh) dan padi unggul (pare murag) yang ditanam 2 kali dalam setahun. Bahkan kini, berdasarkan hasil survei terhadap responden hanya sekitar 1,15% masyarakat Kuta yang menanam varietas padi lokal.

Berdasarkan musim dan kala mangsa maka masyarakat Kampung Kuta memilih waktu yang tepat dalam kegiatan bercocok tanam padi sawah. Mereka mengenal dua musim tanam padi sawah, yaitu musim anteb dan sadon (Gambar 2). Pada musim anteb, kegiatan tebar benih, menyiapkan lahan dan tandur pada mangsa kanem (Nopember-Desember) dan panen mangsa kasanga (Maret). Sementara itu, tanam padi musim sadon, tebar benih, persiapan lahan dan tandur dilakukaan pada *mangsa kadasa* (Maret-April) dan panen padi *mangsa kasa* (Juni-Juli). Setelah panen musim *sadon*, lahan sawah sebagian masyarakat diistirahatkan atau diberakan. Tetapi bagi lahan sawah yang cukup air biasanya ditanam palawija, seperti jagung (*Zea mays* L.), kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.), kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.), kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.), kacang buncis (*Phaseolus vulgaris* L.), mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan lainnya.



Gambar 2. Kalender bertani dan ritual padi sawah
Sumber: Model kalender diadaptasi dari Iskandar (2018)

Kegiatan Usahatani Padi Sawah dan Perubahannya

Pemilihan Benih Padi

Di masa lalu, masyarakat Kampung Kuta memperoleh benih padi dari hasil panen sebelumnya dan melalui tukar menukar dengan tetangga. Proses pemilihan benih padi dilakukan pada saat panen (*dibuat*). Menurut informan, benih padi yang baik memiliki ciri-ciri, yaitu tangkai padi memiliki biji besar, ukuran seragam, berisi dan memiliki kematangan yang merata mulai dari bagian pangkal batang sampai ujung padi.

Tidak seperti di masa lalu, kini varietas padi lokal telah digantikan oleh varietas padi unggul. Benih padi kebanyakan dibeli dari toko pertanian. Akibatnya, setiap musim tanam mereka harus membeli benih padi dan pemilihan benih padi secara tradisional sudah jarang dipraktikkan. Berdasarkan kuesioner dapat diketahui, 47,13% responden menyatakan memperoleh benih padi dengan cara membeli, 34,48% responden memperoleh dengan cara membeli dan membenihkan sendiri, dan hanya 18,39% responden dengan cara membenihkan sendiri. Varietas padi unggul yang ditanam masyarakat adalah IR64, *mapan*, *hibrida aris*, *mekongga*, *ciherang*, *cintanur* dan *bandawati*.

Pembenihan

Sebelum kegiatan menggarap sawah dimulai, biasanya ada ritual yang harus dilakukan oleh masyarakat Kampung Kuta, yaitu ritual mencangkul pertama kali (*mimiti macul*). Pelaksanaannya dilakukan setelah upacara *Hajat Bumi*, yaitu antara bulan September sampai November. Adapun maksud ritual ini adalah meminta izin kepada yang Maha Kuasa bahwa sawah akan mulai digarap.

Setelah dilaksanakan ritual *mimiti macul*, petani bersiap-siap untuk menebar benih. Biasanya, tebar benih dilakukan setelah ada isyarat dari sesepuh lembur berdasarkan perhitungan kala mangsa dan tanda-tanda di alam. Dampak positifnya, kegiatan tanam padi sawah dapat dilakukan secara bersamaan (Iskandar & Iskandar, 2016b). Pada masa lalu, persiapan yang dilakukan oleh petani di rumah sebelum benih padi ditebar adalah ikatan benih padi diambil dari lumbung padi (*leuit*) dan tangkai padi dipotong. Biasanya, 1 atau 2 hari sebelum persiapan benih padi di rumah, persiapan lahan persemaian telah dilakukan. Pertama-tama adalah menentukan tempat tebar benih (*ngipuk tebar*). Tempat pembenihan dipilih di darat (*tegalan*), pencahayaan yang cukup dan tanahnya gembur. Umumnya, letak tempat persemaian dekat dengan petak sawah, di kebun atau di pekarangan. Tempat persemaian dibersihkan dari rumput (*jukut*) menggunakan parang (*dibabad*), tanahnya diratakan, dibuat 2 atau 3 petak kecil serta dibuat saluran air mengelilingi petak tersebut. Setelah persiapan lahan selesai, benih padi lokal ditebar (*diawur*) dengan cara tangkai padi diletakkan di atas tanah. Selanjutnya, benih padi ditutup tipis (*diarup*) dengan tanah. Benih padi dibiarkan tumbuh di tempat pembenihan padi sekitar 20-25 hari.

Pada saat ini, masyarakat lebih dominan menanam padi unggul. Beberapa hari sebelum benih padi ditebarkan, benih padi biasanya direndam (*dikeueum*) dalam air selama 2 malam pada wadah besar, seperti baskom, ember dan lainnya. Setelah direndam, biji padi kemudian dikeringkan (*dipeuyeum*) selama 2 malam di dalam bakul (*boboko*) yang ditutup dengan daun pisang atau kain. Setelah itu, dari biji padi akan keluar akar bertanda bahwa padi telah siap untuk ditebarkan. Benih padi selanjutnya ditebar di tempat pembenihan, *diarup* dan dibiarkan selama kurang lebih 15 hari.

Penyiapan Lahan Sawah

Sebelum Revolusi Hijau, petani menyiapkan lahan sawah dengan tenaga kerja manusia dan/atau dengan bantuan sapi. Bila musim hujan tiba maka pekerjaan pertama yang dilakukan adalah pematang sawah dibersihkan (*ngababad galeng*) dengan parang atau dibersihkan dengan cangkul (*namping*). Jerami-jerami padi sisa tanam padi musim lalu atau rumput yang tinggi ditebas menggunakan parang atau sabit (*nyacar*).

Selesai *nyacar* kemudian *ngawalajar*, yakni mencangkul atau membajak (*ngawuluku*) di sawah yang tanahnya sudah diairi. Pada petak sawah yang ukuran kecil, cukup dicangkul. Namun, pada petak sawah yang luas biasanya digunakan *wuluku* yang ditarik sapi. Pada sisi-sisi pematang yang tidak terkena bajak dicangkul sambil diperbaiki dan diperkuat pematang dengan tanah basah (*mopok galeng*). Setelah *diwalajar*, sawah kemudian direndam sampai tanahnya menjadi lunak dan rumput menjadi rapuh.

Permukaan sawah selanjutnya diratakan kembali dengan alat yang disebut *garu* yang ditarik sapi. *Ngagaru* merupakan kegiatan membajak sawah yang kedua kalinya agar tanah menjadi luluh. Selanjutnya, untuk meratakan tanah harus *diangler*, yaitu meratakan tanah dengan dicangkul atau dibajak dengan alat yang disebut *garu kambang*. Lahan kemudian diratakan kembali menggunakan lempengan kayu yang didorong (*garokan*). Setelah *digarok*, lahan sawah dibiarkan beberapa hari sebelum ditanam padi.

Kini, persiapan lahan sawah dilakukan secara mekanis. Tenaga hewan dalam persiapan lahan telah digantikan oleh tenaga mesin. Sebanyak 100% responden menyatakan bahwa dalam membajak sawah menggunakan traktor tangan. Selain itu, sebelum menanam padi, lahan sawah telah digaris lurus

dan sejajar menggunakan alat khusus yang terbuat dari kayu dengan bentuk mirip sisir kayu (*garitan*). Aspek positif membajak sawah menggunakan traktor tangan adalah persiapan lahan yang lebih cepat. Selain itu, dengan menggunakan *garitan*, penanaman padi lebih mudah dilakukan oleh perempuan. Namun, dengan menggunakan traktor tangan, energi fosil digunakan secara intensif.

Penanaman Padi

Di masa lalu, sebelum tanam padi dilakukan maka dilaksanakan ritual *mipuhun*. Ritual ini dimaksudkan untuk meminta izin kepada pemilik padi, *Nyi Pohaci* agar padi yang ditanam mendapat keselamatan dan perlindungannya. Sehari sebelum penanaman padi (*tandur*), bibit padi di petak persemaian dicabut (*babut*). Bibit padi dicabut dengan akarnya kemudian disatukan dan diikat dengan tali bambu. Ujung-ujung daun padi lokal biasanya panjang sehingga perlu dipotong sehingga diperoleh ketinggian yang seragam. Pekerjaan *babut* dilakukan oleh kaum perempuan, sementara kaum laki-laki membawa ikatan bibit padi ke setiap petak sawah. Agar hasil tanaman padi rapi maka digunakan tali bantu yang disebut *kenca*. Penanaman padi dilakukan oleh kaum perempuan, baik kerabat atau tetangga dengan cara mundur. Kini, biasanya menanam padi pada lahan sawah yang sudah digaris. Selain itu, tandur dilakukan dengan bergerak maju karena adanya garis di tanah yang dapat membantu menanam setiap bibit padi.

Pemeliharaan Tanaman

Salah satu pekerjaan pemeliharaan padi adalah penyiangan gulma (*ngarambet*). Penyiangan gulma dilakukan dua kali dalam satu musim tanam. Penyiangan pertama (*ngarambet kahiji*), dilakukan antara 15-20 hari setelah tanam padi. Sementara penyiangan kedua (*ngarambet mindo*) dilakukan setelah padi berumur 35-40 hari. Penyiangan dilakukan dengan mencabuti rumput dari tanah menggunakan tangan yang dilakukan oleh kaum perempuan. Sepertinya halnya tandur, *ngarambet* juga dilakukan secara berombong yang melibatkan kerabat atau tetangga.

Secara tradisional, sawah dipupuk dengan pupuk organik sisa-sisa sampah dapur dan pupuk kandang, seperti kotoran ayam, kambing dan sapi. Selain itu, berbagai jenis tumbuhan juga digunakan sebagai pupuk, seperti rumput liar, daun kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.), daun kihujan (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.) dan batang pisang (*Musa paradisiaca* L.) yang dipotong tipis-tipis. Pemberian pupuk alami dilakukan sebelum lahan sawah ditanami padi, yaitu dengan cara ditekankan atau dimasukan ke dalam tanah.

Pengendalian hama secara tradisional dilakukan dengan beberapa cara, termasuk membuat orang-orangan sawah (*bebegig*) dan kaleng yang digantung ke tali (*kokomprang*) ditarik oleh petani yang menunggu di pondok sawah (*saung*). Berbagai pestisida nabati juga digunakan dalam mengendalikan hama padi, seperti picung (*Pangium edule* Reinw.), jengkol (*Archidendron pauciflorum* (Benth.) IC. Nielsen.), bawang putih (*Allium sativum* L.), ciciap (*Ficus septica* Burm. F), gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.), areuy kidang (*Derris elliptica* (Roxb.) Benth.), panglay (*Zingiber cassumunar* Roxb.), jeringau (*Acorus calamus* L.) dan koneng gede (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Jenis-jenis tumbuhan tersebut biasanya merupakan tumbuhan yang memiliki karakteristik aroma bau menyengat dan rasa pahit pedas (*pahang*). Konsekuensinya, aroma bebauan dari bahan bioaktif tumbuhan tersebut dapat mengusir hama padi. Cara ini dianggap ekologis karena tidak membunuh hama dan tidak menyebabkan pencemaran lingkungan.

Setelah program Revolusi Hijau diadopsi, penyiangan gulma dilakukan dengan herbisida yang disebut *ali*. Pemberian *ali* dilakukan bersamaan dengan pemupukan pertama (*ngaberak kahiji*). Berdasarkan kuesioner, 11, 49% responden menyatakan menggunakan *ali* dalam mengendalikan gulma. Meskipun herbisida digunakan, penyiangan gulma secara manual tetap dilakukan. Selain itu, pemupukan dengan pupuk anorganik, seperti urea, NPK dan TSP digunakan oleh petani. Padi juga disemprot dengan pestisida sintetis untuk membunuh hama tanaman. Walaupun petani menggunakan pupuk dan pestisida sintetis, namun pengendalian hama dan pemberian pupuk secara tradisional masih dipraktikkan. Berdasarkan kuesioner, 18,39% responden menyatakan masih menggunakan pestisida alami dan 59,77% responden masih menggunakan pupuk alami.

Panen

Sebelum panen padi dilakukan, sudah menjadi adat masyarakat untuk melaksanakan ritual *nyalin*. Ritual *nyalin* dimulai dengan *punduh* membakar kemenyan sambil membaca doa di dekat

saung sanggar. Setelah ritual selesai, orang yang akan turut memotong padi turun bersama-sama ke sawah. Pemanenan padi dilakukan dengan memotong malai padi dengan ani-ani (*etem*). Selanjutnya, setiap bundel malai padi diikat dengan tali bambu (*pocong*). Padi kemudian dijemur di atas tikar bambu (*giribig*) di bawah sinar matahari. Satu bundel padi kering digabungkan dengan bundelan yang lain lalu diikat dengan tali bambu menjadi satu *geugeus* atau *gedeng*. Tumpukan padi selanjutnya dibawa ke *leuit* dengan cara digantung pada batang bambu yang dipanggul oleh seorang petani laki-laki.

Biasanya panen padi dilakukan oleh kaum laki-laki dan perempuan yang terdiri dari suami, istri dan anak-anaknya serta kerabat terdekat. Bagi kerabat yang ikut, imbalan diberikan berdasarkan perolehan jumlah padi (*bawon*). Setiap perolehan 10 *pocong* diberikan imbalan 1 *pocong*. Pada saat yang sama, imbalan diberikan juga pada orang yang membantu *tandur* dan *ngarambet*. Upah yang diberikan sebanyak 1 *pocong* per hari. Terkadang imbalan yang diberikan bisa lebih besar dari ukuran tersebut tergantung kemurahan hati pemilik sawah.

Kini, sebagian besar petani telah menanam padi unggul, sehingga panen padi telah mengalami perubahan drastis. Panen padi menggunakan arit yang dilakukan petani laki-laki dan dibantu petani perempuan. Setelah semua batang padi dipotong, diangkut dan dikumpulkan. Selanjutnya, batang padi dipukulkan ke kayu (*gebotan*) atau menggunakan mesin perontok. Daun dan kotoran yang tercampur dengan padi dipisahkan. Padi selanjutnya dikeringkan di bawah sinar matahari menggunakan tikar bambu atau tikar plastik (*deklit*). Kemudian, padi dipisahkan dengan ditampi dan bantuan hembusan angin (*ngagelebeg*), serta dimasukkan ke dalam karung plastik yang dilakukan oleh petani perempuan. Walaupun sistem kerjasama dalam panen padi tidak mengalami perubahan, tetapi sistem *bawon* telah mengalami perubahan. Saat ini, umumnya sistem *bawon* menerapkan perbandingan 8 : 1. Upah petani akan ditambah lagi jika buruh tersebut juga ikut dalam *tandur* dan *ngarambet*. Setiap orang akan mendapat tambahan 5 kg gabah setiap sehari membantu pemilik sawah.

Pascapanen

Padi hasil panen yang sudah diikat (*geugeusan*) kemudian disimpan ke *leuit* dan pantang untuk dijual. Penyimpanan padi lokal di *leuit* dapat tersimpan dengan baik dan layak dikonsumsi hingga puluhan tahun. Menurut Iskandar & Iskandar (2017), penyimpanan gabah di *leuit* sesuai dengan persyaratan IRRI, yaitu padi gabah kadar airnya rendah, terlindung dari kebasahan dan organisme perusak. Untuk konsumsi sehari-hari dalam rumah tangga, beberapa ikat padi diambil oleh perempuan dari *leuit* dan ditumbuk menggunakan lisung. Sudah menjadi kebiasaan, sebelum padi hasil panen ditumbuk untuk dikonsumsi maka harus diritualkan. Ritual ini dalam istilah setempat dinamakan *nganyaran*, ritual menumbuk padi baru.

Dalam perkembangan terakhir, padi unggul tidak disimpan dalam *leuit* melainkan disimpan pada tempat penyimpanan padi di rumah (*goah*). Berdasarkan kuesioner, 96,55% responden menyatakan menyimpan padi di *goah*, 3,45% responden menyimpan padi di lumbung padi, dan tidak ada responden yang menyimpan padi di *leuit*.

Dampak Modernisasi Pertanian

Dampak terhadap Lingkungan

Berdasarkan hasil penelusuran sejarah ekologi, sedikitnya 15 varietas padi lokal pernah ditanam di Kampung Kuta. Varietas padi lokal tersebut adalah *pare bulu biasa*, *royot*, *idna beureum*, *idna bodas*, *nandi*, *manali*, *dara*, *modang*, *omas*, *ketan sampang*, *odeng*, *lengsir* dan lainnya. Kini, padi lokal yang ditanam petani tinggal padi *royot*, *odeng* dan *lengsir*. Dengan demikian, memperkenalkan padi unggul telah menyebabkan punahnya varietas padi lokal. Padahal menurut Fox (1991), sebelum Revolusi Hijau di Indonesia diduga memiliki lebih dari 8.000 varietas padi lokal. Namun, kini varietas padi tersebut tinggal beberapa puluh varietas padi lokal saja (Iskandar & Ellen, 1999).

Selain itu, penggunaan pestisida sintetis yang tidak tepat dapat menyebabkan berbagi musuh alami hama ikut terbunuh, sehingga menciptakan ekosistem yang tidak seimbang. Oleh karena itu, hama padi meledak setiap waktu karena tidak memiliki musuh alami. Berdasarkan hasil wawancara, dalam 5 tahun terakhir sering terjadi serangan hama padi. Tetapi yang paling parah terjadi di musim tanam 2016-2017 terjadi serangan wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stål). Menurut masyarakat, hama wereng biasa menyerang padi dan serangannya masih dapat dikendalikan. Namun pada tahun

2016 sampai pertengahan 2017 menyebabkan gagal panen yang terjadi hampir di seluruh sawah masyarakat. Padahal dalam ekosistem sawah terdapat keanekaragaman hayati musuh alami, terdiri dari parasitoid, predator dan patogen yang berperan dalam keseimbangan hayati sehingga dapat mencegah atau menekan peningkatan populasi hawa wereng coklat (Tauruslina et al., 2015).

Pestisida sintesis juga menyebabkan pencemaran air dan tanah yang berakibat pada punahnya tumbuhan dan binatang liar di sawah yang biasa dikonsumsi masyarakat. Pada masa lalu, masyarakat biasa memanfaatkan binatang liar di sawah, seperti *jeler*, *tumbras*, *wader*, *tutut*, udang, *keuyeup* dan lainnya. Demikian pula berbagai tumbuhan liar dimanfaatkan antara lain *genjer*, *gunda*, *eceng*, dan kangkung. Namun saat ini, hewan dan tumbuhan tersebut sudah jarang dimanfaatkan karena jumlahnya jauh berkurang dan ada kekhawatiran terkontaminasi pestisida. Hal ini sejalan dengan pendapat Katayama et al. (2015), intensifikasi pertanian telah menyebabkan ancaman serius bagi keanekaragaman hayati di ekosistem sawah, seperti pestisida sintesis terhadap kehidupan tumbuhan air dan invertebrata.

Dampak terhadap Ekonomi

Secara umum dengan menanam padi unggul maka produksi padi juga meningkat. Namun, peningkatan padi juga harus diikuti dengan peningkatan biaya input dari luar. Gambaran umum usahatani padi sawah di Kampung Kuta untuk satu kali tanam dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Gambaran input dan output usahatani padi sawah di Kampung Kuta

No.	Uraian	Lahan Kecil (840 m ²)		Lahan Sedang (2800 m ²)		Lahan Besar (5600 m ²)	
		Rp.	% Total Biaya	Rp.	% Total Biaya	Rp.	% Total Biaya
1	Biaya/Input						
	a. Benih	80.000,-	9,9	160.000,-	8,7	320.000,-	6,9
	b. Pestisida	70.000,-	8,7	110.000,-	6,0	160.000,-	3,4
	c. Pupuk	253.000,-	19,0	260.000,-	14,1	588.000,-	12,6
	d. Tenaga Kerja	100.000,-	12,4	300.000,-	16,3	1.000.000,-	21,4
	e. Traktor	150.000,-	18,5	500.000,-	27,1	1.000.000,-	21,4
	f. Bawon	256.000,-	31,6	512.000,-	27,8	1.600.000,-	34,3
	Total Biaya	809.000,-	100,0	1.842.000,-	100,0	4.668.000,-	100,0
2	Pendapatan	1.728.000,- (432 kg)		3.072.000,- (768 kg)		9.280.000,- (2320 kg)	
3	Keuntungan	919.000,-		1.230.000,-		4.612.000,-	
4	R/C	2,14		1,67		1,99	

Sumber: Pengolahan data primer (2019)

Efisiensi usahatani aktual diperlihatkan dari nilai R/C. Tabel 1 memperlihatkan bahwa nilai R/C atas penggunaan biaya usahatani padi pada ukuran lahan sawah kecil (840 m²), sedang (2800 m²) dan besar (5600 m²) adalah sebesar 2,14; 1,67 dan 1,99 secara berturut-turut. Hal ini menunjukkan bahwa setiap Rp 1 input yang dikeluarkan maka diperoleh Rp 2,14 untuk lahan sawah kecil, Rp 1,67 untuk lahan sawah sedang, dan sebesar Rp 1,99 untuk lahan sawah besar. Jika dilihat dari nilai R/C maka usahatani tersebut masih tergolong menguntungkan secara ekonomi karena nilai R/C lebih besar dari 1 (R/C > 1).

Walaupun usahatani padi sawah menguntungkan secara ekonomi, tetapi yang perlu menjadi perhatian bahwa biaya input dari luar yang dibutuhkan berupa kebutuhan benih, pupuk dan pestisida cukup besar, yaitu rata-rata lebih dari 20% dari total biaya produksi. Bahkan pada kasus lahan sawah berukuran kecil, biaya dibutuhkan bisa mencapai 37,6% dari biaya total produksi. Ketergantungan yang tinggi pada input dari luar dapat berpengaruh pada keberlanjutan usahatani. Conway (1986) mencontohkan pada kasus pertanian sawah yang diintroduksi dengan benih unggul (IR8), tahan hama dan penyakit, waktu panen relatif cepat serta menghasilkan produksi tinggi. Namun, keberlanjutannya rendah karena semakin lama justru benih ini menyebabkan hama penyakit menjadi

lebih resisten sehingga dibutuhkan penambahan input dari luar yang lebih banyak yang akhirnya akan menambah beban biaya (Iskandar & Iskandar, 2011).

Selain itu, biaya penyiapan lahan dengan menggunakan traktor tangan juga menunjukkan nilai yang cukup besar, yaitu antara 18,5-27,1% dari total biaya produksi. Memperkenalkan traktor tangan dapat menggeser buruh tani cangkul dan bajak. Menurut beberapa informan, sisi positif dari traktor tangan adalah penyiapan lahan lebih cepat. Tetapi masyarakat juga mengeluhkan bahwa biaya traktor tangan juga cenderung naik setiap musim tanam. Padahal yang mempunyai traktor tangan hanya petani kaya sehingga sebagian besar petani harus menyewa kepada petani kaya. Dengan demikian memperkenalkan traktor tangan di pedesaan dapat menciptakan keseimbangan rendah dari sistem produksi agroekosistem sawah. Penelitian Purwanti & Susilowati (2018), mengenai dampak teknologi mekanisasi dalam kegiatan panen padi sawah di Desa Simpar (Subang), Sindangsari (Karawang), dan Carawali (Sidrap) menunjukkan bahwa mekanisasi telah menyebabkan hilangnya kesempatan kerja dan berkurangnya upah buruh tani.

Dampak terhadap Sosial

Setelah era Revolusi Hijau, terdapat sejumlah perubahan pada sistem sosial masyarakat. Perubahan tersebut terlihat dengan pergeseran fungsi *sesepuh lembur*. Walaupun *sesepuh lembur* masih ada, tetapi perannya dalam kegiatan pertanian mulai berkurang seiring dengan program penyuluhan pertanian. Khususnya dalam menentukan waktu tanam padi. Kini waktu tanam juga ditentukan oleh penyuluh pertanian melalui selebaran atau melalui pertemuan dengan masyarakat. Kegiatan gotong royong dalam kegiatan pertanian masih dilakukan, tetapi untuk penyimpanan hasil panen padi di lumbung kampung sudah tidak dilakukan petani. Demikian pula dengan dikenalkannya traktor tangan yang hanya dimiliki oleh petani kaya maka setiap musim tanam petani harus menyewa dengan petani kaya sehingga memunculkan kesenjangan antara petani kaya dan petani miskin.

Perubahan yang terjadi pada aspek kultural terlihat pada perubahan sikap dan perilaku masyarakat dalam pelaksanaan kegiatan pertanian. Walaupun secara prinsip tidak terdapat perubahan yang berarti dalam ritual padi, tetapi dalam beberapa hal seperti penyiapan persyaratan dalam ritual dibuat lebih sederhana. Kegiatan mengusir hama dengan bantuan orang pintar masih ditemukan, tetapi pestisida sintetis merupakan pilihan utama jika lahannya terserang hama.

Para petani juga mengemukakan bahwa perkembangan perekonomian dengan semakin meningkatnya kebutuhan hidup mendorong mereka untuk berusaha tani lebih giat lagi. Komoditas padi kini menjadi komoditas komersial yang diyakini mampu memberikan pendapatan bagi keluarga mereka. Upaya meningkatkan pendapatan keluarga pada sektor pertanian dilakukan dengan menambah luas areal sawah yang diusahakan. Di masa lalu, setiap tahap budidaya padi sawah dilakukan oleh petani berdasarkan gender dan lekat dengan budaya lokal. Misalnya, pemilihan benih padi, penanaman, panen dan pascapanen secara tradisional dilakukan oleh petani perempuan. Introduksi padi unggul, arit, mesin perontok dan *huller* menyebabkan perubahan drastis pembagian kerja berdasarkan gender (Partasmita et al., 2019).

Berdasarkan hasil studi ini dapat disimpulkan bahwa usahatani padi sawah di Kampung Kuta telah mengalami perubahan mulai dari tahap pemilihan benih sampai dengan kegiatan pascapanen. Namun, beberapa praktik tradisional dan ritual padi masih dipertahankan petani. Program Revolusi Hijau telah menyebabkan berbagai dampak negatif, yaitu a) aspek lingkungan, penurunan keanekaragaman varietas padi lokal dan terjadinya ledakan hama padi, b) aspek ekonomi, biaya input produksi yang tinggi dan penurunan pendapatan buruh tani, dan c) aspek sosial, pergeseran peran *sesepuh lembur* dan gender dalam praktik pertanian sawah serta terjadinya kesenjangan sosial penduduk pedesaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada masyarakat Kampung Adat Kuta yang telah memberikan dukungan dan kerjasamanya selama pengambilan data di lapangan. Secara khusus, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Ki Warja, Ki Maryono, Ki Warsim, Kang Didi, dan Kang Udin yang telah banyak membantu dalam memberikan informasi dan mendampingi selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeng, Alamsyah, S. P., Herlinawati, L., Irma, E. R., Masduki, A., Suhawan, W. & Tirtayana. (2014). *Kajian Kearifan Lokal di Kampung Kuta Kabupaten Ciamis*. Bandung: Izda Prima.
- Conway, G. R. (1986). *Agroecosystem Analysis for Research and Development*. Bangkok: Winrock International.
- Darusman, Y. (2016). Kearifan Lokal dan Pelestarian Lingkungan (Studi Kasus di Kampung Naga, Kabupaten Tasikmalaya dan di Kampung Kuta, Kabupaten Ciamis). *Jurnal Cendekiawan Ilmiah PLS*, 1(1), 1-15.
- De Schutter, O. & Vanloqueren, G. (2011). The New Green Revolution: How Twenty-First-Century Science Can Feed The World. 2(A). Retrieved from <http://www.thesolutionsjournal.com>.
- Doré, T., Makowski, D., Malézieux, E., Munier-Jolain, N., Tchamitchian, M., & Tittone, P. (2011). Facing up to the Paradigm of Ecological Intensification in Agronomy: Revisiting Methods, Concepts and Knowledge. *Europ. J. Agronomy*, (34), 197-210.
- Fox, J. J. (1991). *Managing the Ecology of Rice Production in Indonesia*. Dalam Hardjono J. *Indonesia: Resources, Ecology and Environment*. Singapore: Oxford University Press.
- Iskandar, J. (2018). *Etnobiologi, Etnoekologi dan Pembangunan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Plantaxia.
- Iskandar, J., & Ellen, R. (1999). In Situ Conservation of Rice Landrace among the Baduy of West Java. *Journal Ethnobiology*, 19(1), 97-125.
- Iskandar, J., & Iskandar, B.S. (2016a). *Agroekosistem Orang Sunda*. Bandung: Kiblat Buku Utama.
- Iskandar, J., & Iskandar, B.S. (2016b). Ethnoastronomy-The Baduy agricultural calendar and prediction of environmental perturbations. *Biodiversitas*, 17(2), 694-703.
- Iskandar, J. & Iskandar, B.S. (2017). Kearifan Ekologi Orang Baduy dalam Konservasi Padi dengan "Sistem Leuit". *Jurnal Biodjati*, 2(1), 38-51.
- Katayama, N., Baba, Y. G., Kusumoto, Y., & Tanaka, K. (2015). A Review of Post-War Changes in Rice Farming and Biodiversity in Japan. *Agricultural Systems*, (132), 73-84.
- Lizarralde, M. (2004). Indigenous Knowledge and Conservation of the Rainforest: Ethnobotany of the Bari of Venezuela. Dalam: Carlson TJS & Maffi L. *Ethnobiology and Conservation of Biocultural Diversity*. New York: New York Botanical Garden.
- Newing, H., Eagle, C. M., Puri, R. K. & Watson, C. W. (2011). *Conducting Research in Conservation: a Social Science Perspective*. London: Routledge.
- Partasmita, R., Iskandar, B.S., Nuraeni, S. & Iskandar, J. (2019). Impact of the green revolution on the gender's role in wet rice farming: A case study in Karangwangi Village, Cianjur District, West Java, Indonesia. *Biodiversitas* 20(1): 23-36.
- Permana, S., Iskandar, J. & Parikesit (2018). Local Knowledge on Rice Variations (Landraces) of the Naga Community, West Java, Indonesia. *Asian Journal of Ethnobiology*, 1(1), 1-8.
- Pingali, P. L. (2012). Green Revolution: Impacts, Limits, and the Path Ahead. *PNAS* 109(31): 12302-12308. Retrieved from <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0912953109>
- Pranadji, T. & Purba, H. J. (2011). *Krisis Agraria dan Pemanfaatan Kewenangan dalam Pengelolaan Sumberdaya Lahan*. Dalam Suradisastra K, Sayaka B, Saliem HP, Soeparno H, Pasandaran E & Kasryno F. *Membangun Kemampuan Pengelolaan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan*. Bogor: IPB Press.
- Purwantini, T. B. & Susilowati, S. H. (2018). Dampak Penggunaan Alat Mesin Panen terhadap Kelembagaan Usahatani Padi. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 16(1), 73-88.
- Rahmawati, R., Subair, I., Gentini, E. D. & Setiawan, U. (2008). Pengetahuan Lokal Masyarakat Adat Kasepuhan: Adaptasi, Konflik dan Dinamika Sosio-Ekologis. *Jurnal Transdisiplin Sosiologi, Komunikasi dan Ekologi Manusia*, 2(2), 151-190.
- Ramadhan, B., Chikmawati, T. & Waluyo, E.B. (2015). Perspektif Kultural Pengelolaan Lingkungan pada Masyarakat Adat Cikondang Kabupaten Bandung Jawa Barat. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 1(1), 7-14.
- Soemarwoto, O. (1991). Human Ecology in Indonesia: The Search for Sustainability in Development. Dalam Hardjono J. *Indonesia: Resources, Ecology and Environment*. Singapore: Oxford University Press.

- Suseno, D. & Suyatna, H. (2007). Mewujudkan Kebijakan Pertanian yang Pro-Petani. *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 10(3), 267-294.
- Tarigan, G. H. (2013). Perubahan Sistem Pertanian Sawah Masyarakat Kampung Naga Desa Neglasari Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya. *Tesis*. Bandung: Sekolah Pascasarjana, Universitas Padjadjaran.
- Tauruslina, E. A., Yaharwandi, T. & Hamid, H. (2015). Analisis keanekaragaman hayati musuh alami pada ekosistem padi sawah di daerah endemik dan non-endemik wereng batang coklat *Nilaparvata lugens* di Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 13 Juni 2015. Hlm 581-589.

Kelompok: GENETIKA, BIOLOGI SEL MOLEKULER DAN MIKROBIOLOGI			Hal
NO	PEMBICARA	JUDUL	
GBS-6	Ibnu Dwi Buwono, Sihlvia Oktanita, Iskandar Yuniar Mulyani	Perbandingan Pemijahan Betina Hibrid Lele Mutiara Transgenik-Sangkuriang Dan Betina Hibrid Lele Mutiara Non-Transgenik-Sangkuriang F1	257
GBS-7	Hani Fitriani, Nurhamidar Rahman, N. Sri Hartati	Pertumbuhan Tanaman Regenerasi Ubi Kayu Dari Kalus Embriogenik (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) pada Genotipe Gajah Berdasarkan Media Murashige-Skoog (MS) dan Pemasak	266
GBS-8	M. Ace Suhendar, Try Zulchi P.H.	Koleksi Tanaman Padi Dan Uji Ketahanannya Terhadap Penyakit Blas (<i>Pyricularia grisea</i>)	273
GBS-9	Budi Mulyati	Peran Genestein Pada Pengikatan Reseptor Estrogen A	280
GBS-10	Nurhamidar Rahman, Hani Fitriani, N. Sri Hartati	Induksi Tunas Ubi Kayu (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) Genotipe Kuning Secara <i>In Vitro</i> Berdasarkan Penggunaan Benzil Amino Purin (BAP) dan Kinetin	287
MK-1	Rokhanah, Noertjahyani, Suparman	Pengaruh Konsentrasi Cendawan <i>Beauveria bassiana</i> terhadap Mortalitas Hama Boleng (<i>Cylas formicarius</i>) Ubi jalar	294
MK-2	Kintan Prisca Haryanto, Irma Maudyni, Alfiyah, Muhimatul Umami	Interaksi <i>Trichonympha</i> sp. dan Rayap dalam Menjaga Kesuburan Tanah	302
MK-3	Inherni Marti Abna	Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa (<i>Cocos nucifera</i> L) Terhadap Produksi Antibiotika oleh <i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6051	306
MK-4	Mega Ayu Oktavina, Angga Aliansyah dan Evi Endang Kurnia Ratnasari	Aktifitas Antibakteri Ekstrak Cangkang Gonggong (<i>Strombus</i> sp.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Roti Tawar dan Roti Gandum	318
MK-7	Putri Kurnia, Listiatie Budi Utami	Uji Patogenisitas Cendawan <i>Metarhizium Anisopliae</i> yang Ditumbuhkan Pada Media Beras Putih, Beras Merah dan Ketan Putih Terhadap Mortalitas Larva Kumbang Badak (<i>Oryctes rhinoceros</i> L.)	325
MK-9	Luciasih Agustini	Potensi Fungi Patogen Busuk Akar Sebagai Sumber Enzim untuk Produksi Bioetanol Generasi II	331
MK-11	Arnol E. Manu, Markus M. Kleden, Luh Sri Enawati	Pengaruh Lama Pengasapan Menggunakan Kayu Kusambi (<i>Schleichera oleosa</i>) dan Lama Simpan Terhadap Total Koloni Bakteri Telur Asin	340
MK-12	Nia Rossiana, Ida Indrawati, Betty Mayawatie, Sri Rejeki Rahayuningsih, Mohammad Raihan Amin, Eka Fitriani, Betrik	Morfologi Mikrofungi Pendegradasi Limbah Lumpur Minyak Bumi (Oil Sludge) Secara Scanning Electron Microscope (SEM)	347
MK-13	Ade Trisna, Nuraini, Yose Rizal Mirzah	Pengaruh Dosis Inokulum dan Lama Fermentasi dengan <i>Pleurotus Ostreatus</i> Terhadap Kualitas Lumpur Sawit	354
MK-14	Syifa Putri Fauziah, Nana Mulyana, Tri Retno Dyah Larasati, Edy Suryadi	Peningkatan Kemampuan <i>Trichoderma harzianum</i> dan <i>Aspergillus niger</i> dengan Perlakuan Sinar Gamma dalam Mereduksi Kadmium	359
MK-17	Afifah Nur Shobah, Feny Pratami, Siti Yuliana	Kemunculan Pinhead Jamur Tiram Putih dengan Perbedaan Komposisi Media Tanam	364

MK-20	Astri Windia Wulandari, Neni Gunaeni	Karakterisasi Sifat Biologi Virus Mosaik CMV Pada Tomat	368
MK-21	Erny Qurotul Ainy, Anti Damayanti H.	Aplikasi Gulma Sebagai Biokontrol Terhadap <i>Aeromonas hydrophyla</i> Penyebab Penyakit Mas Pada Budidaya Air Tawar	374
MK-22	Alfi Rumidatul, I Nyoman P., Aryantha	Uji Toksisitas Inhibitor Tripsin Tanaman Sengon (<i>Falcataria moluccana</i> Miq.)	378
MK-34	Wawan, Alina Akhdiya	Kemampuan <i>Pseudomonas</i> sp. dan <i>Bacillus</i> spp. dalam Menghambat Pertumbuhan In-Vitro <i>Rhizoctonia solani</i>	385
MK-36	Nanik Nufiani, Muhajir Utomo, Samsul Bakri, Farida Fathul	Pengaruh Lingkungan Biofisik Kandang Peternakan Sapi Tradisional Terhadap Cemaran Bakteri Coli dalam Air Sumur	391
MK-38	Muhammad Ilyas, Ahmad Fathoni, Praptiwi, Dewi Wulansari-Marlin Megalestin Raunsai, Andria Agusta	Isolasi Dan Identifikasi Fungi Endofit Pada Tumbuhan Obat Asal Kuta Mandalika Dan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat	398
MK-39	Muhammad Ilyas, Dian Alfian Nurcahyanto, Iman Hidayat, Wibowo Mangunwardoyo	Isolasi Dan Identifikasi Kapang <i>Aspergillus</i> Hitam Pada Rhizosfer Marga <i>Piper</i> Di Kebun Raya Eka Karya, Bedugul Bali	409
MK-40	Siti Nur Jannah, Novera Natasia, MG Isworo Rukmi, Susiana Purwantisari	Aktivitas Antifungi Bakteri Asam Laktat Dari Saluran Pencernaan Ayam Kampung Terhadap Kapang <i>Aspergillus flavus</i> .	420
MK-41	Sylvia J. R. Lekatompessy, Nuriyanah, Liseu Nurjanah	Studi Ketahanan Bakteri Pupuk Hayati Dalam Berbagai Bahan Pembawa: Solusi Bagi Produsen Pupuk Hayati	430

**PERBANDINGAN PEMIJAHAN BETINA HIBRID LELE MUTIARA
TRANSGENIK-SANGKURIANG DAN BETINA HIBRID LELE MUTIARA
NON-TRANSGENIK SANGKURIANG F1**

Ibnu Dwi Buwono², Sihlvia Oktanita*¹, Iskandar², Yuniar Mulyani²

^{1,2}Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran, Bandung
e-mail: *¹sihlviaoktanita01@gmail.com

Abstrak. Penerapan teknologi transgenesis pada kegiatan pemijahan ikan lebih menguntungkan daripada pemijahan ikan secara konvensional. Efek transgenesis menstimulasi pertumbuhan ikan lebih cepat dibanding ikan non transgenik, menyebabkan kematangan gonad ikan transgenik lebih awal dibanding ikan normal. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis kemampuan pemijahan induk betina hibrid lele Mutiara Transgenik-Sangkuriang (MTS) dibandingkan dengan induk betina hibrid lele Mutiara Non-Transgenik-Sangkuriang (MNTS) keturunan pertama (F1). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap untuk pemijahan. Sebanyak empat pasang induk F1 disilangkan secara semi buatan dan digunakan sebagai perlakuan (A/♀MNTS X ♂MTS, B/♀MTS X ♂MNTS, C/♀MTS X ♂MTS, D/♀MNTS X ♂MNTS). Parameter diameter telur, derajat pembuahan, derajat penetasan dan derajat kelangsungan hidup dianalisis secara kuantitatif, sedangkan Gonado Somatic Index dan fekunditas dianalisis secara deskriptif komparatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa performa pemijahan induk betina Hibrid Transgenik (Gonado Somatic Index: 15,0%, fekunditas: 83.333 butir/kg, diameter telur: 1,79 mm, sintasan larva: 86,5%) lebih tinggi dibandingkan betina Hibrid Non-Transgenik sebagai salah satu keuntungan dari transgenesis. Induk betina Hibrid Traansgenik memiliki potensi untuk dijadikan sebagai kandidat induk unggul.

Kata Kunci: Ikan Lele, Pemijahan, Transgenesis, Hibridisasi

PENDAHULUAN

Seiring berjalannya kegiatan budidaya, adanya perkawinan induk yang tidak terkontrol dengan baik oleh pembenih mengakibatkan penurunan mutu genetik seperti halnya penurunan kemampuan pemijahan induk yang akan berakibat pada menurunnya kualitas benih dan produksi ikan lele sebagai salah satu ikan yang disukai masyarakat. Oleh karena itu perlu adanya peningkatan kualitas induk secara genetik yang dapat dilakukan menggunakan induk transgenik yang dipijahkan dengan metode hibridisasi (Arifin, 2009).

Lele Mutiara transgenik yang telah berhasil disisipi gen GH lele dumbo memberikan keberhasilan terhadap laju pertumbuhan yang cepat dibanding ikan lele normal. Hasil penelitian Lathifah (2016) menunjukkan bahwa ikan hibrid lele Mutiara transgenik-sangkuriang memiliki keragaman genotip lebih tinggi dibandingkan dengan ikan hibrid lele Mutiara non-transgenik sangkuriang, dimana ikan dengan keragaman genotip tinggi akan memiliki kualitas genetik yang lebih baik sehingga mengalami pertumbuhan yang cepat dan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi. Kemampuan pemijahan induk ikan transgenik perlu dikaji untuk mengetahui pengaruh sisipan gen CgGH (*Clarias gariepinus Growth Hormone*) terhadap keberhasilan pemijahan ikan.

BAHAN DAN METODE

Deteksi induk ikan transgenik dilakukan sebelum pemijahan ikan menggunakan metode *Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR).

Hewan uji yang digunakan adalah indukan F1 hibrid lele mutiara transgenik-sangkuriang dan lele mutiara non-transgenik-sangkuriang. Masing-masing induk berumur 1,5 tahun yang diperoleh dari hasil pemijahan sendiri di laboratorium *hatchery* gedung 4, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran. Dua jenis ikan tersebut dari hasil pemijahan induk yang berbeda disilangkan secara resiprok dengan metode eksperimental dan Rancangan Acak Lengkap. Persilangan induk yang digunakan sebagai perlakuan adalah:

1. Perlakuan A: Persilangan antara F1 ♀MNTS dengan ♂MTS.
2. Perlakuan B: Persilangan antara F1 ♀MTS dengan ♂MNTS
3. Perlakuan C: Persilangan antara F1 ♀MTS dengan ♂MTS
4. Perlakuan D: Persilangan antara F1 ♀MNTS dengan ♂MNTS.

Keempat perlakuan tersebut diulang sebanyak empat kali untuk parameter diameter telur, derajat pembuahan, derajat penetasan, dan derajat kelangsungan hidup dan dianalisis secara kuantitatif menggunakan analisis *One Way Annova* dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (Sigma plot 12), sedangkan parameter *Gonado Somatic Indeks* dan fekunditas dianalisis secara deskriptif komparatif.

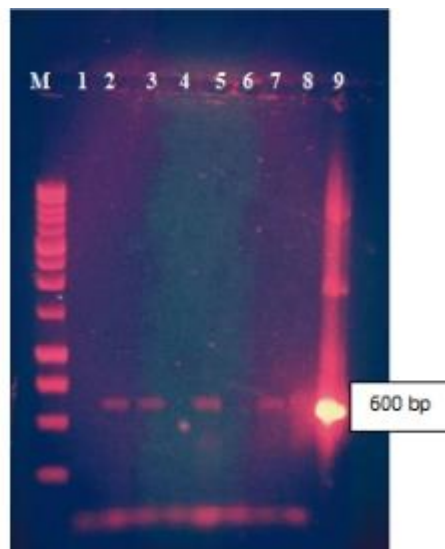
HASIL DAN PEMBAHASAN

Deteksi Sisipan GH

Gen yang disisipkan merupakan GH ikan lele dumbo (600 bp) dan telah diintegrasikan ke dalam vektor ekspresi pTarget-CMV menjadi konstruksi gen pCMV-CgGH (Buwono et al. 2015).

pTarget-CMV ini merupakan vektor ekspresi mamalia komersial yang diproduksi Promega, dan telah digunakan dalam aplikasi transgenesis pada ikan. Primer yang digunakan yaitu Cg-F (5'-ATGGCTCGAGTTTTGGTGCTGCT-3') dan Cg-R (5'-CTACAGAGTGCAGTTGGAATCCAGGG-3') untuk mengcopy sekuen CgGH (Zhang et al. 2009). Primer tersebut digunakan untuk mendeteksi gen CgGH lele dumbo yang terdapat pada ikan lele mutiara. Fragemen DNA yang tercopy oleh primer tersebut merupakan representasi visual dari GH lele dumbo yang terdeteksi dari ikan uji.

Deteksi gen CgGH pada induk hibrid lele mutiara transgenik diperlukan sebelum dilakukan pemijahan pada induk ikan. Gambar 1 di bawah ini merupakan hasil analisis RT-PCR pada empat pasang induk MTS dan MNTS F1 yang digunakan untuk perlakuan persilangan pemijahan (A, B, C, D).



Gambar 1. Deteksi sisipan GH lele dumbo (CgGH) pada induk lele jantan dan betina MTS dan MNTS F1 yang akan dipijahkan (Dokumentasi Pribadi, 2018)

Keterangan:

M = Marker; 1 = betina (♀) MNTS_F1 (Persilangan A); 2 = betina (♀) MTS_F1 (Persilangan B); 3 = betina (♀) MTS_F1 (Persilangan C); 4 = betina (♀) MNTS_F1 (Persilangan D); 5 = jantan (♂) MTS_F1 (Persilangan A); 6 = jantan (♂) MNTS_F1 (Persilangan B); 7 = jantan (♂) MTS_F1 (Persilangan C); 8 = jantan (♂) MNTS_F1 (Persilangan D); 9 = Kontrol positif 600 bp (plasmid, pCMV-CgGH).

Hasil deteksi menunjukkan keberadaan sisipan gen CgGH (600 bp) positif terdeteksi pada induk jantan maupun betina MTS berdasarkan analisis RT-PCR yang tervisualisasi dengan gel *agarose* 1% (Gambar 1). Hasil yang diperoleh ditandai dengan munculnya pita yang sejajar dengan plasmid

pCMV-CgGH (600 bp) dan menunjukkan bahwa induk lele jantan maupun betina merupakan ikan transgenik. Sementara MNTS tidak terlihat munculnya pita pada ukuran fragmen 600 bp yang menunjukkan ikan non-transgenik.

Gonado Somatic Index (GSI)

Indeks kematangan gonad induk betina hibrid lele MTS yaitu 15,0% (Perlakuan B) dan 14,3 % (Perlakuan C), sedangkan induk betina hibrid lele MNTS memiliki indeks kematangan gonad yaitu 11,1% (Perlakuan A) dan 12,0% (Perlakuan D).

Nilai GSI yang didapat tersebut mengindikasikan bahwa kematangan gonad (ovari) induk betina MTS lebih tinggi dibanding MNTS F1. Induk MTS memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan induk MNTS sebagai akibat dari overekspresi gen CgGH yang disisipkan pada ikan lele Mutiara transgenik. Pertumbuhan yang cepat dapat memicu kematangan gonad yang lebih awal (Karim 2002). Selain perannya dalam meningkatkan pertumbuhan, GH bertindak langsung pada jaringan gonad untuk merangsang sintesis hormon pada ovarium (Miura et al. 2011). Ekspresi hormon pertumbuhan ditemukan pada ikan transgenik coho salmon yang mencapai tingkat pematangan seksual umur lebih awal dari ikan non-transgenik yang dibudidayakan (Bessey et al. 2004, Fitzpatrick et al. 2011).

Fekunditas

Fekunditas pemijahan pada induk betina hibrid lele MTS lebih tinggi dibanding hibrid lele MNTS F1 terlihat pada perlakuan B (♀MTS X ♂MNTS) dan C (♀MTS X ♂MTS) yaitu 83.333 dan 84.000 butir/kg dibandingkan perlakuan A (♀MNTS X ♂MTS) dan D (♀MNTS X ♂MNTS) yaitu 79.366 dan 75.231 butir/kg.

Ikan hibrid lele MTS memiliki fekunditas lebih tinggi karena memiliki ukuran tubuh relatif lebih besar dibanding ikan non-transgenik (MNTS). Hal ini sesuai dengan pendapat Suyanto dan Enny (2009) mengatakan bahwa, jumlah telur yang dapat dihasilkan oleh seekor induk betina tergantung pada ukuran bobot tubuhnya, semakin besar induk, semakin banyak telur yang dikeluarkannya. Fekunditas yang tinggi pada ikan MTS sebagai akibat over ekspresi gen CgGH yang menginduksi perbanyakan sel telur pada gonad betina ikan transgenik. (Dunham & Liu 2002).

Selain dilihat dari ukuran bobot tubuh, Haryono (2006) menyatakan bahwa jumlah telur yang diproduksi oleh induk betina juga dipengaruhi oleh bobot gonad. GH diduga dapat meningkatkan sel-sel yang terdapat dalam gonad seperti oogonia, apabila oogonia banyak maka akan meningkatkan jumlah telur atau fekunditas yang banyak. Induk hibrid lele MTS memiliki nilai GSI relatif lebih tinggi (14,3-15,0%) diindikasikan dengan bobot gonad tinggi bila dibandingkan dengan nilai GSI induk betina MNTS (11,1-12,0%), sehingga fekunditas relatif juga semakin tinggi (83.333-84.000 kg/butir).

Berdasarkan hasil penelitian Setyaningrum dan Wibowo (2016) bahwa Clarias gariepinus tergolong memiliki fekunditas tinggi yaitu 51.400-60.000. Begitupula menurut Sunarma (2004) nilai fekunditas relatif ikan lele sangkuriang berkisar 40.000-60.000 butir/kg induk, namun nilai fekunditas tersebut masih di bawah hasil penelitian pada penelitian ini.

Diameter Telur

Pengukuran diameter telur menggunakan mikroskop binokuler, pada persilangan induk hibrid lele MTS dan MNTS F1 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Diameter Telur

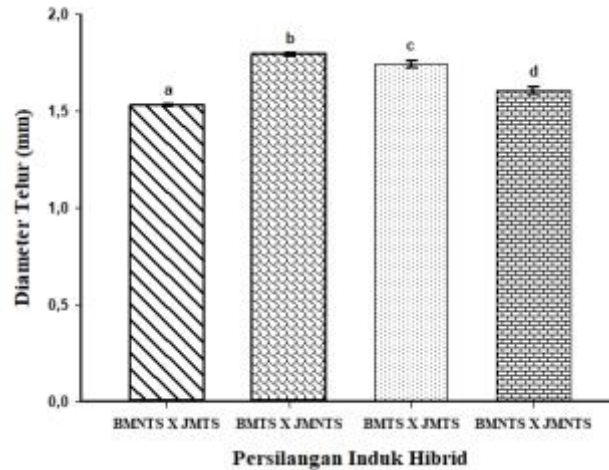
Perlakuan	Diameter Telur (mm)
(A) ♀MNTS X ♂MTS	1,53 ± 0,0067 ^a
(B) ♀MTS X ♂MNTS	1,79 ± 0,0101 ^b
(C) ♀MTS X ♂MTS	1,74 ± 0,0184 ^c
(D) ♀MNTS X ♂MNTS	1,61 ± 0,0182 ^d

^{a,b,c,d} : signifikan pada taraf kepercayaan 95%

Diameter telur induk betina MTS pada perlakuan B (♀MTS X ♂MNTS) dan C (♀MTS X ♂MTS) lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran diameter telur pada induk betina MNTS pada perlakuan A (♀MNTS X ♂MTS) dan D (♀MNTS X ♂MNTS). Ukuran diameter telur yang tinggi

pada betina MTS dapat terjadi karena kontribusi dari hormon pertumbuhan (GH) ikan transgenik yang mengakibatkan over-ekspresi GH dan menyebabkan diameter telur lebih besar daripada ikan normal (Shaffer et al. 2004).

Baik ikan hibrid lele MTS maupun MNTS F1 pada penelitian ini keduanya masih produktif untuk dipijahkan karena memiliki diameter telur lebih dari 1,0 mm (Gambar 2).

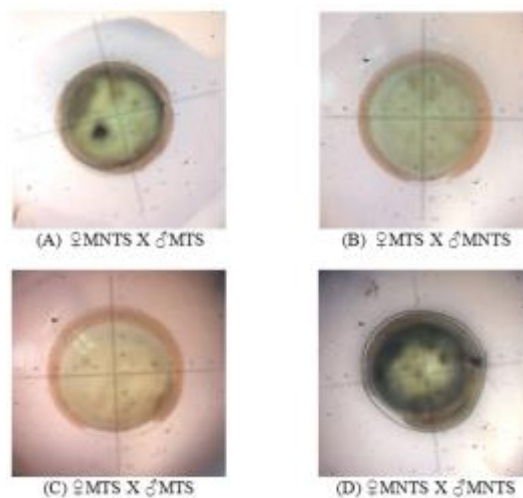


Gambar 2. Grafik Diameter Telur (Dokumentasi Pribadi, 2018)

Berdasarkan uji statistik tersebut menunjukkan bahwa diameter telur berbeda antar ikan transgenik dan non-transgenik, namun pada ikan transgenik memiliki diameter telur lebih besar dibandingkan ikan non-transgenik dilihat dari perlakuan B dan C dibandingkan dengan perlakuan A dan D.

Sisipan gen CgGH yang menstimulasi peningkatan konsentrasi gonadotropin dan memicu peningkatan produksi estrogen yakni estradiol-17 β (E2) dan pada akhirnya memacu perkembangan ovarium ikan betina. Estradiol-17 β beredar menuju hati, memasuki jaringan secara difusi dan secara spesifik merangsang sintesis vitelogenin, adanya vitelogenin menunjukkan terjadinya akumulasi lipoprotein kuning telur di dalam oosit (Sinjal 2007). Akumulasi penumpukan kuning telur akan mengakibatkan ukuran telur membesar, seperti yang ditunjukkan oleh telur MTS_F1.

Gambar 3 memperlihatkan diameter telur ikan hibrid lele MTS lebih besar daripada MNTS. Hal ini menunjukkan bahwa transgenesis memberikan kontribusi positif pada pembentukan telur sehingga diameter telur lebih besar dari ikan normal.



Gambar 3. Diameter Telur Ikan Hibrid Lele

Derajat Pembuahan / *Fertilization Rate* (FR)

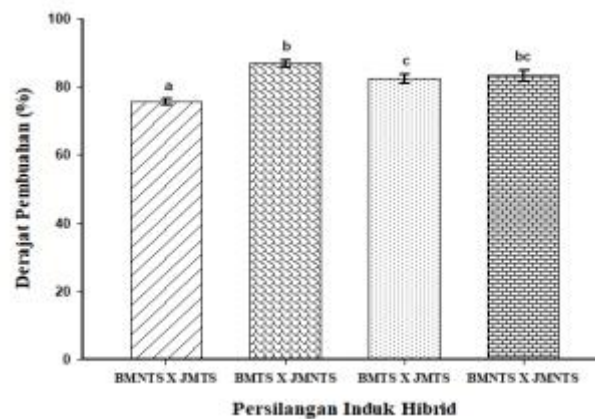
Hasil derajat pembuahan pada persilangan induk hibrid lele MTS dan MNTS F1 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Fertilization Rate* (FR)

Perlakuan	FR (%)
(A) ♀MNTS X ♂MTS	75,6 ± 0,924 ^a
(B) ♀MTS X ♂MNTS	86,8 ± 1,028 ^b
(C) ♀MTS X ♂MTS	82,4 ± 1,340 ^c
(D) ♀MNTS X ♂MNTS	83,3 ± 1,604 ^{bc}

a,b,c,bc : huruf yang sama tidak signifikan pada taraf kepercayaan 95%

Hasil uji statistik derajat pembuahan pada pemijahan dengan perlakuan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik Derajat Pembuahan (Dokumentasi Pribadi, 2018)

Salah satu faktor yang mempengaruhi derajat pembuahan adalah faktor fisiologis yaitu kualitas sperma ikan jantan. Sperma jantan yang membuahi telur betina pada perlakuan B dan D berasal dari ikan hibrid non-transgenik, sedangkan sperma yang membuahi perlakuan A dan C berasal dari ikan hibrid transgenik. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Marnis (2015) menunjukkan bahwa transgen (*PhGH*) yang ada pada ikan transgenik tidak mempengaruhi kemampuan sperma untuk membuahi sel telur. Zhong (2012) menemukan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam pembuahan antara ikan mas (*Cyprinus carpio*. L.) transgenik dan non-transgenik yaitu berkisar $89,1 \pm 2,8\%$ dan $86,4 \pm 2,1\%$.

Telur yang tidak terbuahi diduga disebabkan oleh sperma yang tidak dapat masuk ke dalam lubang mikrofil telur atau ketidaksinkronan dalam proses spermiasi dan ovulasi, sehingga telur berwarna putih keruh. Tingginya derajat pembuahan yang menggunakan induk betina transgenik (BMTS, perlakuan B) berkaitan dengan meningkatnya diameter telur yang menyebabkan mikrofil mengembang akibat akumulasi vitelogenin dan lemak. Ukuran diameter mikrofil telur yang besar memudahkan sperma masuk dan meningkatkan keberhasilan derajat pembuahan. Hal ini didukung oleh Najmiyati (2009) bahwa telur dengan diameter yang besar diikuti dengan derajat pembuahan yang tinggi dan sebaliknya telur dengan diameter yang kecil juga diikuti dengan derajat pembuahan yang rendah.

Derajat Penetasan / *Hatching Rate* (HR)

Hasil derajat penetasan pada persilangan induk hibrid lele MTS dan MNTS F1 dapat dilihat pada Tabel 3.

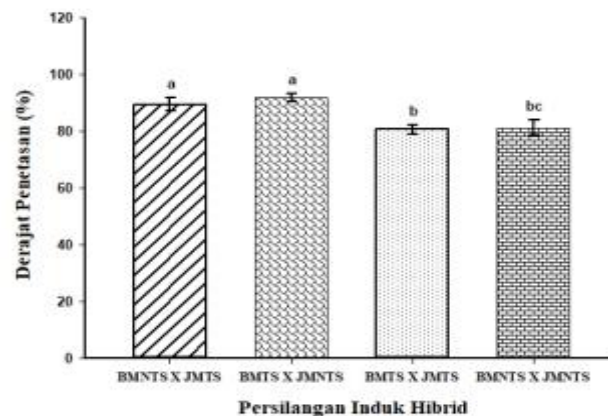
Tabel 3. *Hatching Rate* (HR)

Perlakuan	HR (%)
(A) ♀MNTS X ♂MTS	89,5 ± 2,196 ^a
(B) ♀MTS X ♂MNTS	91,8 ± 1,391 ^a
(C) ♀MTS X ♂MTS	80,6 ± 1,638 ^b
(D) ♀MNTS X ♂MNTS	81,2 ± 2,729 ^{bc}

^{a,a,b,bc} : huruf yang sama tidak signifikan pada taraf kepercayaan 95%

Data derajat penetasan telur ikan hibrid menunjukkan bahwa derajat penetasan telur pada perlakuan A (BMNTS X JMNTS) dan B (BMTS X JMNTS) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan C (BMTS X JMNTS) dan D (BMNTS X JMNTS). Derajat penetasan yang ditunjukkan dari betina MTS (Perlakuan B) dan betina MNTS (perlakuan A) relatif sama (tidak ada perbedaan nyata). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas telur ikan transgenik relatif sama dengan ikan normal. Perlakuan C (BMTS X JMNTS) dan perlakuan D (BMNTS dan JMNTS) juga menunjukkan bahwa betina transgenik fungsional memiliki kesuburan gonad yang sama dengan betina non-transgenik, artinya transgenesis tidak mempengaruhi derajat penetasan.

Hasil uji statistik derajat penetasan telur antara ikan hibrid transgenik dan hibrid non-transgenik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik *Hatching Rate* (HR) (Dokumentasi Pribadi, 2018)

Hasil ini sesuai dengan penelitian Marnis (2015) yang menunjukkan bahwa transgen (*PhGH*) yang ada pada ikan transgenik tidak mempengaruhi kemampuan derajat penetasan telur karena hasil yang didapat tidak berbeda nyata meskipun derajat penetasan ikan transgenik lebih tinggi dibandingkan ikan non-transgenik. Zhong (2012) menemukan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam tingkat penetasan antara ikan mas (*Cyprinus carpio*. L.) transgenik dan non-transgenik yaitu berkisar $82,3 \pm 11,2\%$ dan $80,0 \pm 4,2\%$.

Faktor utama yang mempengaruhi derajat penetasan telur adalah kualitas telur dan kualitas air pada media penetasan. Kualitas telur yang baik dan didukung oleh kualitas air pada media penetasan yang memadai dapat membantu proses pembelahan sel dan perkembangan telur sampai mencapai tahap akhir terbentuknya embrio (Hijriyati 2012). Kualitas telur dapat dilihat salah satunya dari besarnya diameter telur. Perlakuan B dengan derajat penetasan yang tinggi memiliki diameter telur juga besar. Ketika proses pembelahan, sel kuning telur menjadi sumber energi pada proses pembentukan pembelahan dan pembentukan organ tubuh larva sehingga diperkirakan bahwa semakin besar ukuran diameter telur maka persentase keberhasilan penetasan telur semakin besar.

Derajat Kelangsungan Hidup / *Survival Rate* (SR)

Hasil derajat kelangsungan hidup pada persilangan induk hibrid lele MTS dan MNTS F1 dapat dilihat pada Tabel 4.

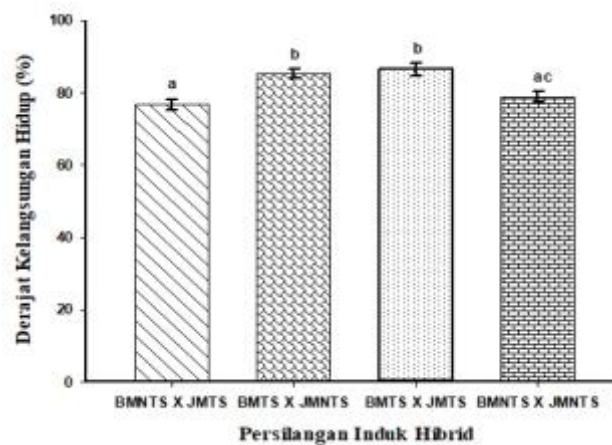
Tabel 4. *Survival Rate* (SR)

Perlakuan	SR (%)
(A) ♀MNTS X ♂MTS	76,7 ± 1,460 ^a
(B) ♀MTS X ♂MNTS	85,3 ± 1,315 ^b
(C) ♀MTS X ♂MTS	86,5 ± 1,837 ^b
(D) ♀MNTS X ♂MNTS	78,8 ± 1,460 ^{ac}

a,b,b,ac: huruf yang sama tidak signifikan pada taraf kepercayaan 95%

Data tersebut menunjukkan bahwa perlakuan B (BMTS X JMNTS) dan C (BMTS X JMNTS) mempunyai kelangsungan hidup larva yang tinggi dibanding dengan perlakuan A (BMNTS X JMNTS) dan D (BMNTS X JMNTS). Ikan transgenik memiliki tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi dibandingkan dengan nontransgenik (Kurdianto et al., 2016; Marnis, 2015).

Hasil uji statistik menunjukkan derajat kelangsungan hidup pada akhir masa pemeliharaan selama 14 hari pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Derajat Kelangsungan Hidup (Dokumentasi Pribadi, 2018)

Derajat kelangsungan hidup pada perlakuan B tidak berbeda nyata dengan perlakuan C, begitupula dengan perlakuan D yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan A. Tingginya tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan B dan C merupakan salah satu keunggulan dari induk betina hibrid transgenik. Ukuran telur sangat berperan dalam kelangsungan hidup larva ikan. Hal ini karena kandungan vitellogenin atau kuning telur lebih banyak pada telur yang berukuran besar, sehingga larva yang dihasilkan mempunyai persediaan makanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan telur-telur yang berukuran kecil (Sukendi, 2005).

Berdasarkan hasil penelitian bahwa ikan lele hibrid transgenik memiliki tingkat toleransi hidup yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan hibrid non-transgenik. Kelangsungan hidup yang lebih tinggi pada ikan transgenik diduga akibat sistem imun dan ketahanan tubuh yang lebih baik dibandingkan dengan ikan non-transgenik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yada (2007) bahwa GH dapat meningkatkan fungsi sistem imun termasuk sistem imun non-spesifik, aktivitas sitotoksik, fagositik, haemolitik, dan lisozim.

Tingginya kelangsungan hidup juga diduga disebabkan oleh kualitas air yang baik dan cenderung stabil selama masa pemeliharaan, kandungan oksigen berada di atas 3 mg/L, suhu berkisar antara 25-30°C dan pH 6,5-8 (SNI 6484.4:2014). Kualitas air yang terus dijaga dengan baik melalui pergantian air, serta pemberian pakan yang mencukupi untuk ikan. Pengelolaan air yang baik menyebabkan tingkat kelangsungan hidup ikan menjadi tinggi. Kisaran kualitas air yang didapatkan selama masa pemeliharaan larva dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter	Satuan	Kisaran yang didapat	(SNI 6484.4:2014)
Suhu	°C	28-30	25-30
pH	-	7,5-8,0	6,5-8
DO	mg/L	6,4-7,2	>3

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa induk betina hibrid Lele Mutiara Transgenik-Sangkuriang (MTS) dapat dijadikan sebagai calon kandidat induk unggul, karena memiliki *Gonado Somatic Index*: 15,0%, fekunditas: 83.333 butir/kg, diameter telur: 1,79 mm, sintasan larva: 86,5% lebih tinggi dibanding induk betina hibrid lele Mutiara Non-Transgenik-Sangkuriang. Meskipun derajat pembuahan dan derajat penetasan telur tidak berbeda antara ikan transgenik dan non-transgenik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, O. Z., Ath-thar, M. H. F. & Gustiano, R. (2009). Aplikasi Genetik pada Budidaya Ikan di Indonesia. *Media Akuakultur*, 4(1): 1-8.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). *Ikan lele dumbu (Clarias sp) Bagian 4: Produksi benih*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bessey, C., Devlin, R. H., Liley, N. R. & Biagi, C. A. (2004). Reproductive Performance of Growth-enhanced Transgenic Coho salmon. *Transactions of the American Fisheries Society*, 133:1205–1220.
- Buwono, I. D., Carsono, N., Mulyani, Y. & Kurnia, M. U. (2015). Konstruksi Vektor Ekspresi Gen Hormon Pertumbuhan Lele Dumbo (*Clarias Sp.*) untuk Produksi Ikan Lele Lokal (*Clarias Batrachus*) Transgenik. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(1): 89-106.
- Dunham, R. A. & Liu, Z. (2002). *Gene Mapping, Isolation and Genetic Improvement in Catfish*. pp 45-60. In: N. Shimizu, T. Aoki, I. Hirono, F. Takashima (eds.). *Aquatic Genomics: Steps Toward a Great Future*, Springer-Verlag, New York, NY, USA.
- Fitzpatrick, J. L., Akbarashandiz, H., Sakhrani, D., Biagi, C. A., Pitcher, T. E. & Devlin, R. H. (2011). Cultured Growth Hormone Transgenic Salmon Are Reproductively Outcompeted by Wild-Reared Salmon in Semi-Natural Mating Arenas. *Aquaculture*, 312, 185–191.
- Hijriyati, K. H. (2012). Kualitas Telur dan Perkembangan Awal Larva Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*, Valenciennes (1928)) di Desa Air Saga, Tanjung Pandan, Belitung. *Tesis*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia.
- Haryono. (2006). Aspek Biologi Ikan Tambra (*Tor tambroides* Blkr) yang Eksotik dan Langka sebagai Dasar Domestikasi. *BIODIVERSITAS*, 7(2): 195-198.
- Karim, M. Y. (2002). Upaya Peningkatan Produksi Akuakultur melalui Aplikasi Teknologi Transgenik. Makalah Pengantar Falsafah Sains. *Program Pasca Sarjana / S3*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kurdianto, A., Faridah, N., Yoshizaki, G., Nuryati, S. & Setiawati, M. (2016). Growth, Survival, and Body Composition of Transgenic Common Carp *Cyprinus carpio* 3rd Generation Expressing Tilapia Growth Hormone cDNA. *HAYATI Journal of Biosciences*, xxx: 1-5.
- Lathifah, A. U., Buwono., I. D. & Subhan, U. (2016). Deteksi Keragaman Genotip Hibrid Ikan Lele Sangkuriang, Mutiara Transgenik dan Mutiara Non Transgenik pada Keturunan Pertama. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(2): 111-120.
- Marnis, H., Iswanto, B., Suprpto, R., Imron & Dewi, R.R.S.P.S. (2015). Pertumbuhan dan Sigositas Ikan Lele Afrika (*Clarias Gariepinus*) Transgenik F-2 yang membawa Gen Hormon Pertumbuhan Ikan Patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 10 (2): 161-168.
- Miura, C., Shimizu, Y., Uehara, M., Ozaki, Y., Young, G., Miura, T. (2011). Gh is produced by the testis of Japanese eel and stimulates proliferation of spermatogonia. *Reproduction*, 142: 869–

- Najmiyati, E. (2009). Induksi Ovulasi dan Derajat Penetasan Telur Ikan Hike (*Labeobarbus longipinnis*) dalam Penangkaran Menggunakan GnRH Analog. *Disertasi*. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setyaningrum, N. & Wibowo, E. S. (2016). Potensi Reproduksi Ikan Air Tawar Sebagai Baby Fish. *Biosfera*, 33(2): 85-91.
- Shaffer A. L., Shapiro-Shelef, M., Iwakoshi, N.N., Lee, A.H., Qian, S .B., Zhao, H., Yu, H., Yang, L., Tan, B.K., Rosenwald, A., Hurt, E. M., Petroulakis, E., Sonenberg, N., Yewdell, J. W., Calame, K., Glimcher, L. H. & Staudt, L. M. (2004). XBP1, downstream of Blimp-1, expands the secretory apparatus and other organelles, and increases protein synthesis in plasma cell differentiation. *Immunity*. 21(1):81-93.
- Sinjal, H. J. (2007). Kajian Penampilan Reproduksi Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Betina melalui Penambahan Ascorbyl Phosphate Magnesium sebagai Sumber Vitamin C dan Implantasi dengan Estradiol-17 β . *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sukendi. (2005). *Vitellogenesis dan Manipulasi Fertilisasi pada Ikan*. Bahan Ajar Mata Kuliah Biologi Reproduksi Ikan. Jurusan Budidaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak diterbitkan).
- Sunarma, A. (2004). *Peningkatan Produktivitas Usaha Lele Sangkuriang (Clarias sp.) Temu Unit Pelaksana Teknis (UPT) dan Temu Usaha Direktorat Jendral Perikanan Budidaya*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Bandung, 4-7 Oktober 2004. 13 hlm.
- Suyanto & Enny, P. T. (2009). *Panduan Budidaya Udang windu*. Penebar Swadaya. Jakarta. 143 hlm.
- Yada, T. (2007). Growth hormone and fish immune system. *Gen Comp Endocrinology*, 152: 353–358.
- Zhang, M. C., C. Chen, Y. Guo., J. Guo & Wang, X. (2009). Cloning and Sequence Analysis of Full-length Growth Hormone cDNA from *Clarias gariepinus*. *Acta Agricultural Boreali Sinical*. Vol 6. Hlm. 1-6.
- Zhong, C., Song, Y., Wan, Y., Li, Y., Liao, L., Xie, S., Zhu, Z. & Hu, W. (2012). Growth hormone transgene effects on growth performance are inconsistent among off spring derived from different homozygous transgenic common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 356-357. genus of duckweeds. *Novon Journal*, 9(4): 530–533.

**PERTUMBUHAN TANAMAN REGENERASI UBI KAYU DARI KALUS EMBRIOGENIK
(*Manihot esculenta* Crantz) PADA GENOTIPE GAJAH BERDASARKAN MEDIA
MURASHIGE-SKOOG (MS) DAN PEMADAT**

Hani Fitriani*¹, Nurhamidar Rahman², N. Sri Hartati³

Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI
Jl. Raya Bogor KM 46 Cibinong
Telp:021-8754587

email: *¹hfitriani76@yahoo.com, ²nurhamidarr@yahoo.com, ³hartati12@yahoo.com

Abstrak. Indonesia merupakan urutan ketiga sebagai salah satu produsen ubi kayu terbesar dunia setelah Nigeria dan Thailand. Produksi ubi kayu Indonesia diprediksi untuk tahun 2016 mencapai 20,23 ton/ha dengan proyeksi luas penanaman sekitar 1,11 juta hektar. Penyediaan bibit ubi kayu melalui kultur jaringan dengan teknik embriogenesis somatik sangat penting mengingat permintaan ubi kayu yang semakin tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan pertumbuhan dari tanaman regenerasi ubi kayu genotipe Gajah. Penelitian ini disusun berdasarkan rancangan kelompok lengkap teracak faktorial dengan dua faktor dan empat ulangan. Faktor pertama yaitu media kultur Murashige dan Skoog (MS) pada konsentrasi setengah dan penuh. Faktor kedua yaitu jenis agar swallow dan mikro agar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum keempat parameter pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tunas, jumlah tunas, jumlah daun, dan jumlah akar dari tanaman regenerasi ubi kayu genotipe Gajah lebih tinggi dibanding tanaman kontrol yaitu tanaman kultur in vitro ubi kayu dari tunas aksiler dan pucuk. Media perlakuan terbaik diperoleh pada media kultur MS pada konsentrasi setengah dengan jenis agar baik swallow maupun mikro agar yang ditunjukkan dengan tingginya tunas yang tumbuh dan jumlah tunas, daun, dan akar yang terbentuk pada tanaman regenerasi ubi kayu genotipe Gajah.

Kata Kunci: agar swallow, genotipe Gajah, media Murashige dan Skoog (MS), mikro agar, ubi kayu.

PENDAHULUAN

Ubi kayu (*Manihot esculenta*) termasuk dalam famili Euphorbiaceae merupakan tanaman yang sudah lama dikenal dan dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Hal tersebut terlihat dari daerah penyebaran komoditas tersebut di hampir seluruh provinsi di Indonesia. Ubi kayu merupakan bahan makanan pokok ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung. Disamping sebagai makanan pokok, ubi kayu juga dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak, bahan baku industri, energi dan obat-obatan (Kementan, 2016; Augustyn et al., 2007). Perhatian masyarakat terhadap ubi kayu meningkat terutama berkaitan dengan potensinya sebagai pangan fungsional yang memberi dampak positif terhadap kesehatan. Keunggulan sifat fungsional ubi kayu sebagai sumber karbohidrat terletak pada serat pangan, daya cerna pati dan indeks glikemik (Widianingsih, 2017).

Indonesia berpeluang menjadi negara penghasil ubi kayu terbesar di dunia, dengan syarat diversifikasi budidaya ubi kayu dilakukan secara intensif dan terus-menerus. Beberapa perusahaan telah mengekspor ubi kayu ke China, Korea, dan Eropa dengan produksi nasional di tahun 2015 sekitar 21,80 juta ton dengan luas penanaman 0,95 juta hektar dan diprediksi untuk tahun 2016 mencapai 20,23 ton/ha dengan proyeksi luas penanaman sekitar 1,11 juta hektar (Kementan, 2016). Hal ini menjadikan Indonesia termasuk dari tiga negara penghasil ubi kayu terbesar di dunia setelah Nigeria dan Thailand (Anonim, 2017). Oleh karena itu, program pengembangan dan peningkatan produktivitas tanaman ubi kayu, termasuk penyediaan bibit dalam skala besar, cepat, seragam, dan murah menjadi hal yang perlu dilakukan untuk mendukung penyediaan bibit yang sehat dan kontinyu.

Salah satu strategi yang dapat dilakukan adalah melalui propagasi ubi kayu secara kultur jaringan. Aplikasi kultur jaringan tanaman semakin meluas penggunaannya terutama dalam menyediakan bibit tanaman secara massal, cepat, murah, dan bebas patogen (cendawan, bakteri, atau virus) pada tanaman hortikultura, tanaman pangan, dan tanaman industri (Behera & Sahoo, 2009), identik dengan induknya dan tersedia sepanjang waktu serta tidak dipengaruhi oleh musim.

Penggandaanbiakan dalam kultur jaringan dapat dilakukan melalui jalur organogenesis dan embriogenesis somatik. Cara embriogenesis somatik banyak mendapat perhatian karena jumlah propagula yang dihasilkan tidak terbatas dan dapat diperoleh dalam waktu yang lebih singkat. Selain itu, untuk mendukung program pemuliaan tanaman melalui rekayasa genetika, penggunaan embrio somatik dapat mempercepat keberhasilan dengan peluang transformasi yang lebih tinggi karena embrio somatik dapat berasal dari satu sel somatik. Embrio somatik dalam perbaikan tanaman dianggap merupakan bahan tanaman yang ideal untuk disimpan karena bila diregenerasikan dapat membentuk bibit somatik (Susilawati et al., 2009). Perbanyakan tanaman melalui fase kalus dapat menginduksi terjadinya variasi somaklonal, yaitu perubahan yang terjadi pada tanaman yang diregenerasikan dari kultur *in vitro* dan pada umumnya bersifat heritable.

Tanaman hasil variasi somaklonal dapat mengalami perubahan sifat yang berbeda dengan tanaman awalnya baik secara permanen maupun sementara. Variasi somaklonal dapat diketahui dengan menganalisis fenotipe, protein, jumlah dan struktur khromosom, serta DNA (de Klerk 1990, Maraschin et al., 2002). Selain variasi somaklonal, sumber variasi lain yang dapat diamati pada tanaman regeneran adalah variasi epigenetik yang merupakan modifikasi ekspresi genetik, biasanya bersifat reversibel (Henikoff & Matzke, 1997). Tipe dan intensitas variasi sering berbeda antar spesies atau kultivar maupun antar perlakuan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi terbentuknya keragaman somaklonal pada kultur jaringan adalah: fase pertumbuhan awal, genotipe, zat pengatur tumbuh, sumber jaringan eksplan (Karp 1995) dan protokol atau prosedur regenerasi plantlet (Semal & Lepoivre 1990). Keragaman somaklonal berpotensi untuk perbaikan varietas karena menghasilkan sifat-sifat baru yang tidak diperoleh dari persilangan atau mutasi, dan tidak terdapat hambatan yang sering dijumpai pada hibridisasi seperti: fertilitas rendah, kurangnya keragaman genetik, atau lamanya waktu yang dibutuhkan (Semal & Lepoivre 1990).

Bibit ubi kayu dapat diperbanyak secara kultur jaringan dengan menggunakan media MS (Murashige & Skoog). Media ini mengandung garam-garam anorganik yang tinggi. Media MS merupakan media yang paling banyak digunakan untuk berbagai tujuan karena didalamnya terdapat unsur-unsur hara makro, mikro dan vitamin yang cukup untuk pertumbuhan tanaman (Marlina, 2004). Menurut Hartman et al. (1997), media MS merupakan salah satu media yang digunakan secara luas untuk beragam tipe kultur jaringan dan berbagai spesies khusus tanaman herbaceous karena tingginya kandungan nitrogen baik dalam bentuk amonium maupun nitrat. Media dasar Murashige dan Skoog merupakan jenis media dasar yang biasa digunakan dalam kultur jaringan dan untuk regenerasi hampir seluruh jenis tanaman (Gamborg & Phillips, 1995). Komposisi media MS terdiri dari unsur hara makro, mikro, vitamin, gula, asam amino, dan bahan pematat. Komposisi media MS tersebut dapat dimodifikasi untuk berbagai tujuan (Wetherell, 1982). Menurut Conger (1980) komposisi suatu media adalah salah satu faktor yang memiliki peranan penting untuk pertumbuhan dan morfogenesis jaringan tanaman di dalam perbanyakan.

Bahan pematat yang banyak digunakan untuk media kultur adalah agar-agar. Agar-agar adalah campuran polisakarida yang diperoleh dari beberapa spesies algae. Selain agar-agar, zat pematat lain adalah gelrite dan Phytigel yang merupakan polisakarida yang diproduksi dari bakteri (Byel, 2000). Jenis dan konsentrasi pematat (agar) di dalam teknik kultur jaringan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan (Cardoso et al, 2007). Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh konsentrasi media MS dan jenis agar yang berbeda terhadap kecepatan pertumbuhan tanaman regeneran ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) dari kalus embriogenik genotipe Gajah.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Penelitian (Puslit) Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bogor antara bulan Januari sampai Februari 2018.

Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan eksplan yang berasal dari bagian tunas aksilar dari tanaman kultur ubi kayu genotipe Gajah asal regeneran kalus embriogenik dan *in vitro* sebagai kontrol yang sudah disubkultur beberapa kali dan saat ditransfer ke media perlakuan umur kultur sekitar 3-4 bulan.

Tanaman regenerasi dari kalus embriogenik berasal dari sumber eksplan yang berbeda saat induksi kalus embriogenik yaitu *leaf lobe* dengan ukuran 1-3 mm dan lebih dari 5 mm. Bahan eksplan dipotong sepanjang 1 cm. Satu eksplan mengandung satu buku. Pengamatan dilakukan selama 18 hari dengan interval tiga hari sekali.

Cara Kerja

Media perlakuan untuk pertumbuhan tanaman ubi kayu genotipe Gajah adalah media MS dengan konsentrasi yang berbeda yaitu konsentrasi penuh garam makro dan mikro MS (MS) dan setengah konsentrasi garam makro dan mikro MS (1/2MS). Jenis agar yang digunakan adalah agar-agar komersil (swallow) merek Globe dan Mikro agar merek Duchefa. Media perlakuan secara keseluruhan ada empat jenis, antara lain; a) MS + agar komersil (swallow) 7 g/L + sukrosa 4% (M1), b) MS + Mikro agar 8 g/L + sukrosa 4% (M2), c) 1/2MS + agar komersil (swallow) 7 g/L + sukrosa 4% (M3), dan d) 1/2MS + Mikro agar 8/L + sukrosa 4% (M4).

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali. Setiap ulangan terdiri atas satu botol yang berisi tiga eksplan asal tunas aksilar sehingga untuk masing-masing perlakuan dibutuhkan sebanyak 12 eksplan tunas aksilar. Jadi, total eksplan yang dibutuhkan sebanyak 240.

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Jika terdapat perbedaan yang nyata akan dilakukan uji lanjut uji jarak dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf uji 5%. Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, jumlah akar, jumlah buku, waktu muncul tunas, dan waktu muncul akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Media dasar MS dengan bahan pematang agar swallow mampu menghasilkan tanaman yang tumbuh paling tinggi dalam waktu 3 MST, yaitu sekitar 1,03 mm (Tabel 1). Semakin tinggi tunas yang terbentuk, semakin banyak pula peluang terbentuknya daun. Hutagalung (1993) menyatakan bahwa peningkatan tinggi tanaman pada jahe muda diikuti penambahan jumlah daun.

Media dasar MS yang penuh maupun setengah konsentrasi dan jenis agar tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tunas aksilar baik pada tanaman kontrol maupun regenerasi. Hal ini diduga terjadi karena kemampuan genetik eksplan terhadap respon yang berbeda. Kemampuan metabolisme tanaman sangat tergantung pada kemampuan genetik tanaman (faktor endogen). Selain itu, pertumbuhan juga dipengaruhi oleh keseimbangan antara interaksi faktor endogen dan eksogen (Hidayat, 2009).

Tabel 1. Tinggi tanaman yang berasal dari tunas aksilar pada tanaman regenerasi ubi kayu asal kalus embriogenik genotipe Gajah pada berbagai media perlakuan

Media perlakuan	<i>In vitro</i> (kontrol)	Tinggi tanaman (cm)	
		Regenerasi	
		1 - 3 mm	Lebih dari 5 mm
M1	0.117 tn ^a	0.083 tn ^a	1.033 tn ^a
M2	0.142 tn ^a	0.142 tn ^a	0.083 tn ^a
M3	0.158 tn ^a	0.158 tn ^a	0.3 tn ^a
M4	0.157 tn ^a	0.217 tn ^a	0.4 tn ^a

Keterangan: M1, MS + agar komersil (swallow) 7 g/L + sukrosa 4%;
M2, MS + Mikro agar 8 g/L + sukrosa 4%;
M3, 1/2MS + agar komersil (swallow) 7 g/L + sukrosa 4%; dan
M4, 1/2MS + Mikro agar 8/L + sukrosa 4%.
tn, tidak nyata pada taraf kesalahan 5%

Jumlah Daun

Hasil menunjukkan bahwa jumlah daun pada semua media perlakuan bertambah walaupun menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata secara statistik. Daun yang dihitung merupakan daun yang telah terbuka penuh dan yang masih menempel pada tunas. Secara umum, penambahan jumlah daun pada 3 MST di semua media perlakuan hampir sama sekitar 0 - 0,4 daun per eksplan (Tabel 2). Jumlah daun paling banyak di media dasar MS dengan agar swallow sebanyak 1,03 daun per eksplan.

Hasil ini sama dengan hasil penelitian Mapayi *et al.* (2013) yang menunjukkan jumlah daun tiga genotipe ubi kayu *in vitro* pada media MS lebih tinggi dibandingkan pada media 1/2 MS. Serupa dengan hasil penelitian oleh Mariska & Syahid (1992) bahwa agar swallow memberikan hasil yang sama baiknya dalam pembentukan tunas jahe.

Tabel 2. Jumlah daun pada tanaman regenerasi ubi kayu asal kalus embriogenik genotipe Gajah pada berbagai media perlakuan

Media perlakuan	<i>In vitro</i> (kontrol)	Jumlah daun	
		1 - 3 mm	Regenerasi Lebih dari 5 mm
M1	0.116 tn ^a	0.083 tn ^a	1.033 tn ^a
M2	0.143 tn ^a	0.142 tn ^a	0.083 tn ^a
M3	0.158 tn ^a	0.159 tn ^a	0.3 tn ^a
M4	0.158 tn ^a	0.217 tn ^a	0.4 tn ^a

Keterangan: M1, MS + agar komersil (swallow) 7 g/L + sukrosa 4%;
M2, MS + Mikro agar 8 g/L + sukrosa 4%;
M3, 1/2MS + agar komersil (swallow) 7 g/L + sukrosa 4%; dan
M4, 1/2MS + Mikro agar 8/L + sukrosa 4%
tn, tidak nyata pada taraf kesalahan 5%

Jumlah dan Panjang akar

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa adanya perbedaan konsentrasi MS dan jenis agar yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah akar. Oleh karena itu, tidak dilakukan uji lanjut DMRT. Akar pada media dasar 1/2 MS pada tanaman regenerasi asal *leaf lobe* dengan ukuran 1-3 mm lebih cepat muncul akarnya dibanding eksplan lainnya yaitu muncul pertama kali pada 6 hari setelah tanam (HST), sedangkan pada media perlakuan dan jenis eksplan lainnya muncul pada 9 HST. Jumlah akar dipengaruhi oleh adanya hormon auksin endogen. Hormon tersebut akan mempengaruhi pertumbuhan baik tunas maupun akar pada suatu tanaman. Namun, untuk mempercepat munculnya akar diperlukan adanya penambahan hormon auksin eksogen pada media kultur sehingga dapat meningkatkan inisiasi akar dan pembentukan akar yang lebih cepat. Keberadaan hormon auksin eksogen dapat menginisiasi akar dan memacu perkembangan akar cabang pada kultur jaringan. Akan tetapi, hari pertama munculnya akar tidak menjamin bahwa perlakuan tersebut yang terbaik, karena, reaksi hormon endogen pada setiap tanaman berbeda reaksinya. (Pamungkas, 2015). Penelitian pada tanaman tembakau menunjukkan bahwa rasio auksin dan sitokinin yang tinggi akan menginduksi pembentukan akar, sedangkan rasio sebaliknya akan menginduksi morfogenesis pucuk. Namun, pola respon demikian tidak berlaku universal. Pembentukan akar pada tanaman-tanaman berkayu biasanya lebih sulit daripada tanaman-tanaman berbatang lunak. Pada tanaman berkayu, kultur yang diperoleh dari bibit (fase juvenil) lebih cepat berakar. Hal sama dapat pula diperoleh bilamana kultur tersebut telah melewati sejumlah siklus penggandaan atau pemisahan-pemisahan.

Jumlah akar per eksplan paling banyak dihasilkan dari media dasar MS dengan agar swallow sekitar 1,08 akar per eksplan pada tanaman regenerasi ubi kayu asal eksplan *leaf lobe* ukuran 1-3 mm dibandingkan jenis eksplan lainnya dan juga kontrol (Tabel 3). Hal tersebut mengindikasikan bahwa bahwa jenis eksplan memiliki respon yang berbeda terhadap media kultur. Menurut Syahid & Baermawi (2000) menyatakan bahwa semakin rendah konsentrasi media dasar yang digunakan cenderung menghasilkan jumlah akar yang lebih banyak. Banyaknya akar yang terbentuk diduga diakibatkan konsentrasi auksin endogen yang lebih tinggi. Jumlah akar pada tanaman mengindikasikan seberapa luas jangkauan tanaman dalam menyerap nutrisi dan unsur hara. Semakin banyak jumlah akar semakin luas jangkauan tanaman tersebut dan semakin banyak nutrisi dan unsur hara yang diserap.

Tabel 3. Jumlah akar pada tanaman regeneran ubi kayu asal kalus embriogenik genotipe Gajah pada berbagai media perlakuan

Media perlakuan	<i>In vitro</i> (kontrol)	Jumlah akar	
		Regeneran	
		1 - 3 mm	Lebih dari 5 mm
M1	0.583 tn ^a	0.584 tn ^a	0.75 tn ^a
M2	0.334 tn ^a	0.334 tn ^a	0.700 tn ^a
M3	0.334 tn ^a	1.083 tn ^a	0.417 tn ^a
M4	0.499 tn ^a	0.667 tn ^a	0.667 tn ^a

Keterangan : M1, MS + agar komersil (swallow) 7 g/L + sukrosa 4%;
M2, MS + Mikro agar 8 g/L + sukrosa 4%;
M3, 1/2MS + agar komersil (swallow) 7 g/L + sukrosa 4%; dan
M4, 1/2MS + Mikro agar 8/L + sukrosa 4%
tn, tidak nyata pada taraf kesalahan 5%

Tabel 4. Panjang akar pada tanaman regeneran ubi kayu asal kalus embriogenik genotipe Gajah pada berbagai media perlakuan

Media perlakuan	<i>In vitro</i> (kontrol)	Panjang akar (cm)	
		Regeneran	
		1 - 3 mm	Lebih dari 5 mm
M1	0.817 d	0458 abcd	0.375 abc
M2	0.633 bcd	0.092 ab	0.233 ab
M3	0.425 abcd	0.580 bcd	0.217 ab
M4	0.733 cd	0.350 abc	0.35 abc

Keterangan : M1, MS + agar komersil (swallow) 7 g/L + sukrosa 4%;
M2, MS + Mikro agar 8 g/L + sukrosa 4%;
M3, 1/2MS + agar komersil (swallow) 7 g/L + sukrosa 4%; dan
M4, 1/2MS + Mikro agar 8 g/l + sukrosa 4%

Menurut Hartati et al., (2015) akar membutuhkan nutrisi mineral yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangannya seperti bagian-bagian tanaman lainnya. Kandungan hara yang tinggi pada media MS penuh dan kadar sukrosa yang cukup mampu menyediakan energi yang cukup untuk pemanjangan akar. Menurut Darmawan (1995), proses pemanjangan sel akar diduga dipengaruhi oleh hara kalsium dan Fospor. Kalsium berperan dalam proses pemanjangan sel, pembentukan lamela tengah dan perkembangan meristematik jaringan dan sintesis protein. Disamping Kalsium, fosfor berperan penting dalam pembelahan sel. Fosfor merupakan komponen struktural dari sejumlah senyawa, molekul mentransfer energi ADP dari ATP, NAD, NADH serta senyawa sistem informasi genetik DNA dan RNA yang merupakan bagian penting dari inti sel.

Jumlah tunas

Media dasar dan jenis bahan pematat mempengaruhi pembentukan tunas, akar, dan daun. Komposisi media dasar berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah tunas per eksplan (Tabel 5). Media dasar MS menghasilkan jumlah tunas per eksplan terbanyak pada media dasar 1/2 MS dengan Mikro agar, yaitu 2,83 tunas dari tanaman regeneran asal eksplan *leaf lobe* ukuran 1-3 mm dibandingkan eksplan lainnya maupun kontrol. Sedangkan, media dasar MS dengan Mikro agar mampu menghasilkan tunas sebanyak 2,58 tunas per eksplan pada tanaman regeneran ubi kayu dari jenis eksplan *leaf lobe* dengan ukuran 1-3 mm lebih tinggi dari *leaf lobe* dengan ukuran lebih dari 5 mm (1,33 tunas per eksplan) tapi lebih rendah dari kontrolnya yang dapat menghasilkan tunas sebanyak 2,67 tunas per eksplan. Hal ini menunjukkan bahwa media dasar MS maupun 1/2 MS dengan pemakaian Mikro agar menghasilkan jumlah tunas per eksplan lebih tinggi dibandingkan di media dasar MS atau 1/2 MS dengan agar swallow baik pada tanaman regeneran maupun kontrol.

Pengurangan kandungan total ion khususnya garam-garam makro dapat mengurangi terbentuknya hormon sitokinin endogen, sehingga menyebabkan rasio auksin dan sitokinin pada tanaman dalam keadaan yang optimal. Keseimbangan antara sitokinin dan auksin akan menghasilkan tunas dan akar, hal ini terlihat pada hasil kultur dalam setiap eksplan mampu membentuk tunas pada semua perlakuan (Syahid & Bermawie, 2000). Penelitian oleh Ridhawati et al. (2017) pada tanaman

Agave menyebutkan bahwa rendahnya jumlah tunas, kemungkinan penyebabnya adalah hormon sitokinin endogen terlalu kecil sehingga tidak dapat menginduksi tunas.

Rendahnya tingkat pertumbuhan tunas pada eksplan dapat dipengaruhi oleh jenis bahan pemat media yang digunakan. Bahan pemat media kultur yang digunakan diduga memiliki efek inhibitor dan kekurangan ZPT. Efek inhibitor diakibatkan oleh agar-agar yang digunakan sebagai bahan pemat media. Dewasa ini diketahui bahwa agar-agar berpotensi mengandung senyawa inhibitor androgenesis, sehingga eksplan tidak akan mampu berkembang baik menjadi tunas. Pada penelitian ini, diduga agar swallow memiliki efek inhibitor terhadap pembentukan jumlah tunas pada sebagian besar tanaman regenerasi ubi kayu asal *leaf lobe* dan tanaman kontrol.

Tabel 5. Jumlah tunas yang terbentuk pada tanaman regenerasi ubi kayu asal kalus embriogenik genotipe Gajah pada berbagai media perlakuan

Media perlakuan	<i>In vitro</i> (kontrol)	Jumlah tunas	
		1 - 3 mm	Regenerasi Lebih dari 5 mm
M1	2.167 bc	2 abc	1.75 ab
M2	2.667 c	2.583 bc	1.333 a
M3	1.75 ab	1.75 ab	2.583 bc
M4	2.333 bc	2.8333 c	1.333 a

Keterangan : M1, MS + agar komersil (swallow) 7 g/l + sukrosa 4%;
M2, MS + Mikro agar 8 g/L + sukrosa 4%;
M3, 1/2MS + agar komersil 7 g/l + sukrosa 4%;
M4, 1/2MS + Mikro agar 8 g/l + sukrosa 4%

KESIMPULAN

Media dasar MS dengan bahan pemat agar swallow mampu menghasilkan tanaman yang tumbuh paling tinggi untuk seluruh eksplan, jumlah daun paling banyak pada tiap eksplan untuk seluruh eksplan dan jumlah akar tiap eksplan terbanyak pada tanaman regenerasi ubi kayu asal *leaf lobe* dibandingkan jenis eksplan lainnya dan kontrol dalam waktu 3 MST masing-masing sekitar 1,03 mm; 1,03; dan 1,08. Untuk jumlah tunas terbanyak tiap eksplan berasal dari perlakuan media dasar MS dengan Mikro agar, yaitu 2,83 tunas dari tanaman regenerasi asal eksplan *leaf lobe* ukuran 1-3 mm dibandingkan eksplan lainnya maupun kontrol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Muhammad Usen untuk pemeliharaan kultur ubi kayu, dan Agung Prabowo untuk bantuan teknis di laboratorium. Penelitian ini didanai oleh Program Insinas Puslit Bioteknologi LIPI tahun anggaran 2017-2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2017 Indonesia tiga besar, penghasil singkong. 21 Maret 2017. <https://www.mmindustri.co.id/indonesia-tiga-besar-penghasil-singkong/>. Diunggah 11 April 2019.
- Augustyn, G., Polnaya, F., & Parinusa, A. (2007). Karakterisasi Beberapa Sifat Pati Ubi Kayu (*Manihot esculenta*, Crantz). *Buletin Penelitian BIAM*, 3:35-39.
- Behera, K.K., & Sahoo, S. (2009). Rapid *in vitro* micro propagation of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.cv-Nayana) through callus culture. *Nature Science*, 7(4):1-10.
- Beyl, B. (2000). *Getting Started with Tissue Culture – Media Preparation, Sterile Technique and laboratory Equipment*. London: CRC Press.
- Cardoso, J. (2007). The semantic web vision: Where are we?. *IEEE Intelligent systems*, 22(5): 84-88.
- Conger, B.V. (2018). *Cloning Agricultural Plants Via In Vitro Technique*. CRC Press Inc.
- Florida P., & Dewi, I.S. Peranan Fisiologis Poliamin dalam Regenerasi Tanaman pada Kultur Antera Padi (*Oryza sativa* L.). *Disertasi*. Sekolah Pasca Sarjana, IPB. Hlm 147.

- Darmawan, A.R.B. (2015). Review: Usaha peningkatan kualitas mangga kasturi (*Mangifera casturi*) dengan modifikasi budi daya tanaman. *Pros Sem Na Masy Biodiv Indon*, 1(4): 894-899.
- De Klerk, G. J. (1990). How to measure somaclonal variation. *Acta Botanica Neerlandica*, 39(2): 129-144.
- Gamborg, O.L. & Phillips, G.C. (1995). *Media Preparation and Handling*. Springer-Verlag, Berlin.
- Hartati, S., Winarno, J., & Novarizki, G. (2012). Status Unsur Hara Ca, Mg, dan S sebagai Dasar Pemupukan Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) di Kecamatan Punung Kabupaten Pacitan. *Sains Tanah-Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 9(2): 108-121.
- Hartman, H.T, Kester, D.E., & Davies, F.T. (1997). *Plant Propagation Principal and Practise*. Prentice Hall Inc. New jersey. 647p.
- Henikoff, S. & Matzke, M. A. (1997). Exploring and explaining epigenetic effects. *Trends in Genetics*, 13(8), 293-295.
- Hidayat, T. 2009. *Pengantar Bioteknologi*. UPI. Bandung
- Hutagalung, D.P. (1993). Pengaruh Tingkat Pemberian Air, Frekuensi dan Saat Perlakuan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) muda. *Tesis*. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Karp, A. (1995) Somaclonal Variation as A Tool for Crop Improvement. *Euphytica*, 85: 295-302.
- Kementerian Pertanian. (2016). *Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Ubi Kayu*. ISSN: 1907-1507. pp. 1-56
- Maraschin, M., Sugui, J. A., Wood, K.V., Bonham, C., Buchi, D. F., Cantao, M. P. Carobrez, S. G., Araujo, P.S., Peixoto, M.L., Verpoorte, R., & Fontana, J.D. (2002). Somaclonal variation: a morphogenetic and biochemical analysis of *Mandevilla velutina* cultured cells. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research. Ribeirão Preto*, 35: 633-643.
- Mariska, I., & Syahid, S.F. (1992). Perbanyak Vegetatif melalui Kultur Jaringan Pada Tanaman Jahe. *Buletin Balitri*, 4: 1-5.
- Marlina, N. (2004). Teknik Modifikasi Media Murashige dan Skoog (MS) Untuk Konservasi *In Vitro* Mawar. *Bull. Teknik Pertanian*, 9(1): 4-6.
- Mapayi, E.F., Ojo, D.K., Oduwaye, O.A., & Porbeni, J.B.O. (2013). Optimization of In-Vitro Propagation of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Genotypes. *Journal of Agricultural Science (Toronto)*, 5(3): 261-269.
- Pamungkas, S.S.T. (2015). Pengaruh konsentrasi NAA dan BAP terhadap Pertumbuhan Tunas Eksplan Tanaman Pisang Cavendis (*Musa Paradisiaca* L.) melalui Kultur *In Vitro*. *Agrotech Science Journal*, 2(1).
- Ridhawati, Anggraeni T.D.A. & Purwati, R.D. (2017). Pengaruh Komposisi Media Terhadap Induksi Tunas dan Akar Lima Genotipe Tanaman Agave Pada Kultur *In vitro*. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 9(1): 1-9.
- Semal, J., & Lepoivre, P. (1990). Application of Tissue Culture Variability to Crop Improvement. In *Developments in Crop Science, Elsevier*, 19: 301-315.
- Syahid, S.F., & Bermawie, N. (2000). Pengaruh Pengenceran Media Dasar Terhadap Pertumbuhan Kultur Jahe dalam Penyimpanan Secara *In Vitro*. *Jurnal Puslit-bangtri*, 4: 115 -118.
- Wetherell, D.F. (1982). *Introduction to In Vitro Propagation (No. 581.8 W539)*. Avery.
- Widyaningsih, T. D., Wijayanti, N. & Nugrahini, N. I. P. (2017). *Pangan Fungsional: Aspek Kesehatan, Evaluasi dan Regulasi*. Universitas Brawijaya Press.

KOLEKSI TANAMAN PADI DAN UJI KETAHANANNYA TERHADAP PENYAKIT BLAS (*Pyricularia grisea*)

M. Ace Suhendar*, Try Zulchi P.H.

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111
email: *ace_suhendar62@yahoo.com

Abstrak. Penyakit blas yang disebabkan oleh cendawan *Pyricularia grisea* Cav. merupakan penyakit utama padi gogo. Penelitian bertujuan menguji tingkat ketahanan sumber daya genetik padi terhadap penyakit blas (*Pyricularia grisea*). Kegiatan penelitian di rumah kaca BB Biogen bertujuan untuk melihat reaksi ketahanan 20 aksesi padi (aksesi bersifat tahan pada pengujian tahun 2016) terhadap penyakit blas Ras 033, Ras 073, dan Ras 133. Benih padi ditanam dalam poly bag ukuran 10x15 cm, 10 tanaman/poly bag. Inokulasi dilakukan pada tanaman berumur 18 hari setelah tanam dengan cara penyemprotan spora patogen blas pada seluruh permukaan daun. Skoring ketahanan padi terhadap penyakit blas berdasarkan standar penilaian padi (SES) (IRTP, 1988; Silitonga et al., 2003). Penelitian di lapang (Sukabumi) bertujuan untuk melihat tingkat ketahanan 20 aksesi padi gogo terhadap serangan alami penyakit blas yang sudah endemi di lokasi. Sebanyak 20 aksesi padi (aksesi bersifat tahan pada pengujian tahun 2016) ditanam langsung tanpa semai dalam kondisi gogo. Pengujian dirancang dalam rancangan acak kelompok dengan 3 ulangan. Setiap aksesi padi ditanam sebanyak 26 rumpun/plot (2 baris), dengan panjang baris 2 meter. Jarak tanam 15 cm x 25 cm, ditanam 5 butir gabah/lubang. Luas petak 2 meter x 0,5 meter. Skoring ketahanan padi terhadap penyakit blas berdasarkan standar penilaian padi (SES) (IRTP, 1988; Silitonga et al., 2003). Di rumah kaca diperoleh 5 galur padi tahan terhadap penyakit blas Ras 033 yaitu galur Si Gupay Kandang, Segon, Sakodatu, Ti'ung, dan Madha Kedhi. Diperoleh 3 galur padi tahan terhadap penyakit blas ras 073 yaitu galur Segon, P. Pulut Timai, dan Ketan Nyaling. Diperoleh 10 galur tahan terhadap penyakit blas Ras 133 yaitu galur Si Gupay Kandang, Segon, Sakodutu, Meeto, Ketan Nyaling, Raden Kuning, P. Pulut Timai, Ti'ung, Way Rarem, dan Ketan Tomang. Di Sukabumi menunjukkan tidak satupun aksesi atau galur padi yang diuji bereaksi tahan baik pada pengamatan 5 minggu setelah tanam maupun pada pengamatan 7 minggu setelah tanam. Pada pengamatan penyakit blas 9 minggu setelah tanam di Sukabumi diperoleh 8 galur padi bereaksi tahan yaitu galur Lamo, Ketan Tomang, Way Rarem, Nggondo, Lokal A, Talangiangho, Ti'ung, dan Buntut Kuda. Sebanyak 7 aksesi bereaksi agak tahan yaitu galur P. Pulut Timai, Raden Kuning, Sahang, Boruk, Gerunsai, Ti'ung, dan Madha Kedhi. Lima galur bereaksi rentan yaitu galur Si Gupay Kandang, Segon, Sakodatu, Meeto, dan Ketan Nyaling. Berdasarkan kesesuaian tingkat ketahanan galur padi terhadap penyakit blas diperoleh informasi bahwa aksesi/galur Segon bereaksi tahan terhadap ketiga ras yang diuji pada pengujian di rumah kaca. Tetapi pada pengujian di Sukabumi yang diamati pada 9 minggu setelah tanam, aksesi/galur Segon berubah reaksinya menjadi rentan terhadap penyakit blas. Hal ini menunjukkan semakin meningkat umur tanaman padi, maka terjadi penurunan ketahanan padi terhadap penyakit blas.

Kata kunci: Ketahanan, padi, *Pyricularia grisea*

PENDAHULUAN

Plasma nutfah merupakan keanekaragaman genetik yang dimiliki oleh satu spesies tanaman. Adanya keanekaragaman genetik yang luas di dalam plasma nutfah memberikan peluang yang besar untuk perbaikan genotipe tanaman (Sumarno, 2002). Untuk menggali informasi yang terkandung di dalam koleksi plasma nutfah yang ada terutama mengenai sifat ketahanannya terhadap cekaman biotik maupun abiotik perlu dilakukan evaluasi sehingga dapat disaring genotipe-genotipe yang memberikan tanggapan positif terhadap pengaruh cekaman tersebut.

Penyakit blas yang disebabkan oleh cendawan *Pyricularia grisea* Cav. merupakan penyakit utama padi gogo. Penyakit ini dibedakan berdasarkan fase pertumbuhan tanaman yang terserang,

yaitu terjadi infeksi pada daun menyebabkan blas daun, dan infeksi pada malai menyebabkan blas leher (Syam dan Hermanto, 1995; Mukelar dan kardin, 1991). Blas leher dinilai lebih berbahaya karena dapat menyebabkan kehampaan biji. Faktor kelembaban sangat penting untuk timbulnya gejala blas pada daun maupun pada leher daun. Kehilangan hasil akibat penyakit blas dapat mencapai 50-90% pada varietas peka (Amir dan Kardin, 1991). Cendawan *P. grisea* mempunyai banyak ras, yang mudah berubah dan membentuk ras baru dengan cepat. Pada kondisi lingkungan yang mendukung, satu siklus penyakit blas membutuhkan waktu kurang lebih 1 minggu, yaitu dimulai ketika spora jamur menginfeksi dan menghasilkan suatu bercak pada tanaman padi dan berakhir ketika jamur bersporulasi (menghasilkan spora baru) yang siap disebarkan ke udara. Program pemuliaan padi gogo tahan blas merupakan prioritas utama dalam upaya menanggulangi penyakit blas. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi ketahanan plasma nutfah padi terhadap penyakit blas (*Pyricularia grisea*) di lapangan. Hasil penelitian berupa varietas/galur yang bersifat tahan blas diharapkan dapat dijadikan induk persilangan dalam program pemuliaan varietas padi tahan blas.

Tujuan penelitian adalah untuk menguji ketahanan 20 aksesori padi (aksesori bersifat tahan pada pengujian tahun 2016) terhadap penyakit blas (*Pyricularia grisea*) di rumah kaca dan lapang (Sukabumi).

BAHAN DAN METODE

Pengujian di Rumah Kaca BB Biogen

Benih padi sebanyak 20 aksesori ditanam dalam poly bag ukuran 10x15 cm, ditanam 10 benih/pot. Pengujian dirancang dalam rancangan acak faktorial tersarang, sebanyak 3 ulangan. Faktor pertama adalah 20 aksesori padi dan faktor kedua adalah 3 ras blas (Ras 033, Ras 073, Ras 133). Varietas pembanding tahan yang digunakan yaitu Asahan dan Sianak Bogor, sedangkan pembanding rentan yaitu Ciherang, Kencana Bali, dan IR 64.

Inokulasi blas dilakukan pada umur 18 hari setelah tanam atau stadia 4 daun, dengan menyemprotkan 200 ml suspensi konidia cendawan blas secara merata keseluruhan permukaan daun dengan kerapatan spora $\pm 3 \times 10^6$ spora/liter (Amir dan Kardin, 1991). Tanaman padi yang telah diinokulasi disimpan selama 48 jam dalam ruang lembab dan gelap (kelembaban ruang simpan dipertahankan dengan cara mengalirkan air pada dinding ruangan dan lantainya dilapisi dengan karung goni). Tanaman padi yang telah diinokulasi dipindahkan ke rumah kaca yang dindingnya dilapisi kain. Suhu rumah kaca antara 25-28°C dan kelembaban dipertahankan di atas 90% dengan cara penyiraman menggunakan *springkle* embun. Skoring ketahanan padi terhadap penyakit blas berdasarkan standar penilaian padi (SES) (IRTP, 1988; Silitonga *et al.*, 2003).

Tabel 1. Skala penilaian ketahanan plasma nutfah padi terhadap penyakit blas

Skala	Berat serangan	Reaksi ketahanan
0	Tidak ada serangan	Sangat tahan
1	Terdapat bintik coklat kecil sebesar ujung jarum atau lebih besar tanpa sporulasi	Tahan
3	Bintik coklat bulat sampai agak lonjong (diameter 1-2 mm)	Agak tahan
5	Luka bentuk elip 1-2 mm, panjang 3 mm dengan pinggiran berwarna coklat (serangan 4-10% luas daun)	Sedang
7	Luka lebar pinggiran daun kuning, coklat atau ungu (serangan 25-50% luas daun)	Rentan
9	Luka sangat besar, warna abu-abu keputihan (serangan 75% luas daun)	Sangat Rentan

Pengujian di Sukabumi

Sebanyak 20 aksesori berupa varietas/galur padi diuji ketahanannya terhadap penyakit blas di Desa Bojong, Kecamatan Cikembar, Kabupaten Sukabumi pada musim tanam 2017. Pertanaman disusun dalam rancangan acak kelompok dengan 3 ulangan dalam petakan berukuran 2 m x 1 m. Jarak tanam 15 cm x 25 cm, ditanam secara tugal 5 butir/lubang, jumlah tanam per nomor sebanyak 52 rumpun/plot (4 baris), panjang baris 2 meter. Pembanding rentan (Kencana Bali dan IR 64) dan

pembandingan tahan (Asahan dan Si Anak Bogor) ditanam pada awal plot, pada setiap 5 nomor tanaman yang diuji, dan di akhir plot.

Tanaman dipupuk dengan 200 kg urea + 100 kg TSP + 100 kg KCl/ha, diberikan pada dalam 3 tahap. Semua pupuk TSP + KCl dan 1/3 urea diberikan pada waktu tanam. Kemudian 1/3 dosis pupuk urea masing-masing diberikan pada umur 4 dan 7 minggu setelah tanam. Evaluasi ketahanan terhadap penyakit blas daun dilakukan pada tanaman berumur 5 dan 7 minggu setelah tanam, dan blas leher setelah tanaman berbunga (100 hari). Skoring dilakukan berdasarkan standar penilaian padi (SES) (IRTP, 1988; Silitonga et al., 2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian di Rumah Kaca BB Biogen

Hasil penelitian menunjukkan diperoleh 5 galur padi tahan (Si Gupay Kandang, Segon, Sakodutu, Ti'ung, dan Madha Kedhi), 13 galur agak tahan, dan 1 galur bersifat sedang terhadap penyakit blas Ras 033 (Tabel 2).

Tabel 2. Reaksi ketahanan padi gogo terhadap penyakit blas Ras 033. Rumah Kaca BB Biogen, 2017.

No	Register	Varietas/galur	Skor	Ketahanan
1	4170	Si Gupay Kandang	1	Tahan
2	5505	Segon	2	Tahan
3	9188	Sakodutu	2	Tahan
4	9205	Meeto	3	Agak Tahan
5	19975	P.Pulut Timai	3	Agak Tahan
6	20409	Raden Kuning	4	Agak Tahan
7	20411	Lamo	5	Sedang
8	20422	Sahang	4	Agak Tahan
9	20425	Boruk	4	Agak Tahan
10	2467	Ketan Nyalang	3	Agak Tahan
11	20468	Gerunsai	4	Agak Tahan
12	20485	Ti'ung	1	Tahan
13	20492	Ketan Tomang	3	Agak Tahan
14	20622	Way Rarem	3	Agak Tahan
15	20747	Madha Kedhi	2	Tahan
16	20768	Nggondo	3	Agak Tahan
17	21652	Lokal A	3	Agak Tahan
18	20450	Talanjangho	3	Agak Tahan
19	20485	Ti'ung	1	Tahan
20	20489	Buntut Kuda	3	Agak Tahan
	Cek Rentan 1	Ciherang	4	Agak Tahan
	Cek Rentan 2	Kencana Bali	5	Sedang
	Cek Rentan 3	IR 64	5	Sedang
	Cekl Tahan 1	Asahan	0	Tahan
	Cek Tahan 2	Sianak Bogor	4	Agak tahan

Hasil penelitian menunjukkan diperoleh 3 galur padi tahan (Segon, P. Pulut Timai, dan Ketan Nyalang), 12 galur agak tahan, dan 5 galur bersifat sedang terhadap penyakit blas Ras 073 (Tabel 3).

Tabel 3. Reaksi ketahanan padi gogo terhadap penyakit blas Ras 073. Rumah Kaca BB Biogen, 2017.

No	Register	Varietas/galur	Skor	Ketahanan
1	4170	Si Gupay Kandang	3	Agak Tahan
2	5505	Segon	2	Tahan
3	9188	Sakodutu	3	Agak Tahan
4	9205	Meeto	4	Agak Tahan
5	19975	P.Pulut Timai	2	Tahan
6	20409	Raden Kuning	4	Agak Tahan

7	20411	Lamo	5	Sedang
8	20422	Sahang	5	Sedang
9	20425	Boruk	5	Sedang
10	2467	Ketan Nyaling	1	Tahan
11	20468	Gerunsai	4	Agak Tahan
12	20485	Ti'ung	4	Agak Tahan
13	20492	Ketan Tomang	5	Sedang
14	20622	Way Rarem	4	Agak Tahan
15	20747	Madha Kedhi	4	Agak Tahan
16	20768	Nggondo	5	Sedang
17	21652	Lokal A	4	Agak Tahan
18	20450	Talanjangho	4	Agak Tahan
19	20485	Ti'ung	4	Agak Tahan
20	20489	Buntut Kuda	4	Agak Tahan
	Cek Rentan 1	Ciherang	5	Sedang
	Cek Rentan 2	Kencana Bali	6	Sedang
	Cek Rentan 3	IR 64	6	Sedang
	Cekl Tahan 1	Asahan	1	Tahan
	Cek Tahan 2	Sianak Bogor	5	Sedang

Hasil penelitian menunjukkan diperoleh 10 galur padi tahan (Si Gupay Kandang, Segon, Sakodutu, Meeto, P. Pulut Timai, Raden Kuning, Ketan Nyaling, Ti'ung, Ketan Tomang, dan Way Rarem), dan 10 galur agak tahan terhadap penyakit blas Ras 133 (Tabel 4).

Tabel 4. Reaksi ketahanan 20 aksesi padi gogo terhadap penyakit blas Ras 133. Rumah Kaca BB Biogen, 2017.

No	Register	Varietas/galur	Skor	Reaksi ketahanan
1	4170	Si Gupay Kandang	2	Tahan
2	5505	Segon	1	Tahan
3	9188	Sakodutu	2	Tahan
4	9205	Meeto	2	Tahan
5	19975	P.Pulut Timai	2	Tahan
6	20409	Raden Kuning	1	Tahan
7	20411	Lamo	3	Agak Tahan
8	20422	Sahang	3	Agak Tahan
9	20425	Boruk	4	Agak Tahan
10	2467	Ketan Nyaling	1	Tahan
11	20468	Gerunsai	3	Agak Tahan
12	20485	Ti'ung	2	Tahan
13	20492	Ketan Tomang	2	Tahan
14	20622	Way Rarem	1	Tahan
15	20747	Madha Kedhi	3	Agak Tahan
16	20768	Nggondo	4	Agak Tahan
17	21652	Lokal A	4	Agak Tahan
18	20450	Talanjangho	4	Agak Tahan
19	20485	Ti'ung	3	Agak Tahan
20	20489	Buntut Kuda	3	Agak Tahan
	Cek Rentan 1	Ciherang	5	Sedang
	Cek Rentan 2	Kencana Bali	6	Sedang
	Cek Rentan 3	IR 64	5	Sedang
	Cek Tahan 1	Asahan	0	Tahan
	Cek Tahan 2	Sianak Bogor	5	Sedang

Pengujian di Sukabumi

Pengujian ketahanan padi terhadap penyakit blas daun diamati pada 5, 7, dan 9 minggu setelah tanam:

Ketahanan Padi Gogo Terhadap Penyakit Blas Pada Umur 5 Minggu Setelah Tanam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh aksesori padi yang diuji bereaksi tahan terhadap penyakit blas (Tabel 5).

Tabel 5. Ketahanan 20 aksesori padi gogo terhadap penyakit blas Sukabumi, 2017 (Pengamatan 5 minggu setelah tanam).

No	Register	Varietas/galur	Skor	Ketahanan
1	4170	Si Gupay Kandang	1	Tahan
2	5505	Segon	1	Tahan
3	9188	Sakodutu	2	Tahan
4	9205	Meeto	1	Tahan
5	19975	P.Pulut Timai	1	Tahan
6	20409	Raden Kuning	2	Tahan
7	20411	Lamo	1	Tahan
8	20422	Sahang	2	Tahan
9	20425	Boruk	2	Tahan
10	2467	Ketan Nyalang	1	Tahan
11	20468	Gerunsai	1	Tahan
12	20485	Ti'ung	1	Tahan
13	20492	Ketan Tomang	2	Tahan
14	20622	Way Rarem	1	Tahan
15	20747	Madha Kedhi	1	Tahan
16	20768	Nggondo	1	Tahan
17	21652	Lokal A	2	Tahan
18	20450	Talanjangho	1	Tahan
19	20485	Ti'ung	1	Tahan
20	20489	Buntut Kuda	2	Tahan
	Cek Rentan 1	Kencana Bali	1	Tahan
	Cek Rentan 2	IR 64	2	Tahan
	Cek Tahan 1	Asahan	1	Tahan
	Cekl Tahan 2	Sianak Bogor	1	Tahan

Ketahanan Padi Gogo Terhadap Penyakit Blas Pada Umur 7 Minggu Setelah Tanam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh aksesori padi yang diuji bereaksi tahan terhadap penyakit blas (Tabel 6).

Tabel 6. Ketahanan 20 aksesori padi gogo terhadap penyakit blas. Sukabumi, 2017. (Pengamatan 7 minggu setelah tanam).

No	Register	Varietas/galur	Skor	Ketahanan
1	4170	Si Gupay Kandang	2	Tahan
2	5505	Segon	2	Tahan
3	9188	Sakodutu	2	Tahan
4	9205	Meeto	2	Tahan
5	19975	P.Pulut Timai	2	Tahan
6	20409	Raden Kuning	1	Tahan
7	20411	Lamo	2	Tahan
8	20422	Sahang	2	Tahan
9	20425	Boruk	2	Tahan
10	2467	Ketan Nyalang	1	Tahan
11	20468	Gerunsai	2	Tahan
12	20485	Ti'ung	2	Tahan
13	20492	Ketan Tomang	1	Tahan
14	20622	Way Rarem	1	Tahan
15	20747	Madha Kedhi	2	Tahan
16	20768	Nggondo	2	Tahan
17	21652	Lokal A	1	Tahan
18	20450	Talanjangho	2	Tahan
19	20485	Ti'ung	2	Tahan
20	20489	Buntut Kuda	2	Tahan

Cek Rentan 1	Kencana Bali	4	Agak Tahan
Cek Rentan 2	IR 64	4	Agak Tahan
Cek Tahan 1	Asahan	2	Tahan
Cek Tahan 2	Sianak Bogor	2	Tahan

Ketahanan aksesi padi terhadap penyakit blas pada umur 9 minggu setelah tanam

Hasil penelitian menunjukkan terdapat variasi ketahanan galur padi terhadap penyakit blas (Tabel 7). Diperoleh 8 galur padi bereaksi tahan yaitu galur Lamo, Ketan Tomang, Way Rarem, Nggondo, Lokal A, Talangjangho, Ti'ung, dan Buntut Kuda. Sebanyak 7 aksesi bereaksi agak tahan yaitu galur P. Pulut Timai, Raden Kuning, Sahang, Boruk, Gerunsai, Ti'ung, dan Madha Kedhi. Lima galur bereaksi rentan yaitu galur Si Gupay Kandang, Segon, Sakodatu, Meeto, dan Ketan Nyaling,

Tabel 7. Ketahanan 20 aksesi padi gogo terhadap penyakit blas (*Pyricularia grisea*). Sukabumi, 2017 (Pengamatan 9 minggu setelah tanam).

No	Register	Varietas/galur	Skor	Ketahanan
1	4170	Si Gupay Kandang	8	Rentan
2	5505	Segon	7	Rentan
3	9188	Sakodutu	7	Rentan
4	9205	Meeto	7	Rentan
5	19975	P.Pulut Timai	4	Agak Tahan
6	20409	Raden Kuning	4	Agak Tahan
7	20411	Lamo	2	Tahan
8	20422	Sahang	4	Agak Tahan
9	20425	Boruk	4	Agak Tahan
10	2467	Ketan Nyaling	7	Rentan
11	20468	Gerunsai	4	Agak Tahan
12	20485	Ti'ung	4	Agak Tahan
13	20492	Ketan Tomang	2	Tahan
14	20622	Way Rarem	2	Tahan
15	20747	Madha Kedhi	4	Agak Tahan
16	20768	Nggondo	2	Tahan
17	21652	Lokal A	1	Tahan
18	20450	Talangjangho	2	Tahan
19	20485	Ti'ung	2	Tahan
20	20489	Buntut Kuda	2	Tahan
	Cek Rentan 1	Kencana Bali	8	Rentan
	Cek Rentan 2	IR 64	7	Rentan
	Cek Tahan 1	Asahan	2	Tahan
	Cek Tahan 2	Sianak Bogor	2	Tahan

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian di rumah kaca diperoleh 5 galur padi tahan terhadap penyakit blas Ras 033 yaitu galur Si Gupay Kandang, Segon, Sakodatu, Ti'ung, dan Madha Kedhi. Diperoleh 3 galur padi tahan terhadap penyakit blas ras 073 yaitu galur Segon, P. Pulut Timai, dan Ketan Nyaling. Diperoleh 10 galur tahan terhadap penyakit blas Ras 133 yaitu galur Si Gupay Kandang, Segon, Sakodutu, Meeto, Ketan Nyaling, Raden Kuning, P. Pulut Timai, Ti'ung, Way Rarem, dan Ketan Tomang.
2. Hasil pengujian di Sukabumi menunjukkan tidak satupun aksesi atau galur padi yang diuji bereaksi tahan baik pada pengamatan 5 minggu setelah tanam maupun pada pengamatan 7 minggu setelah tanam.
3. Pada pengamatan penyakit blas 9 minggu setelah tanam di Sukabumi diperoleh 8 galur padi bereaksi tahan yaitu galur Lamo, Ketan Tomang, Way Rarem, Nggondo, Lokal A, Talangjangho, Ti'ung, dan Buntut Kuda. Sebanyak 7 aksesi bereaksi agak tahan yaitu galur P. Pulut Timai, Raden Kuning, Sahang, Boruk, Gerunsai, Ti'ung, dan Madha Kedhi. Lima galur bereaksi rentan yaitu galur Si Gupay Kandang, Segon, Sakodatu, Meeto, dan Ketan Nyaling.
4. Berdasarkan kesesuaian tingkat ketahanan galur padi terhadap penyakit blas diperoleh informasi bahwa aksesi/galur Segon bereaksi tahan terhadap ketiga ras yang diuji pada

pengujian di rumah kaca. Tetapi pada pengujian di Sukabumi yang diamati pada 9 minggu setelah tanam, galur padi Segon berubah reaksinya menjadi rentan terhadap penyakit blas. Hal ini menunjukkan semakin meningkat umur tanaman padi, maka terjadi penurunan ketahanan padi terhadap penyakit blas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, M. & Kardin, M. K. (1991). *Pengendalian Penyakit Jamur. Dalam Padi* Buku 3:825-835.
- IRTP. (1988). *Standard Evaluation System for Rice*. IRRI, Los Banos, Laguna Philippines. 54 hlm.
- Rismunandar. (2003). *Hama Penyakit Pangan dan Pembasmiannya*. Sinar Baru Algesindo.
- Silitonga, T. S., Somantri, I. H., Daradjat, A. A. & Kurniawan, H. (2003). *Panduan Sistem Karakterisasi Dan Evaluasi Tanaman Padi*. Departemen Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Komisi Nasional Plasma Nutfah. hlm. 27-28.
- Syam, M. & Hermanto. (1995). *Teknologi Produksi Padi Mendukung Swasembada Beras*. Puslitbangtan. 62 hlm.

PERAN GENESTEIN PADA PENGIKATAN RESEPTOR ESTROGEN α

Budi Mulyati

Fakultas Teknik, Universitas Nurtanio, Jl. Pajajaran, Bandung 40174

e-mail: b.mulyati@yahoo.com

Abstrak. *Reseptor Estrogen (RE) α akan berinteraksi dengan estrogen dalam tubuh manusia. Bila kadar Estrogen berkurang akan menyebabkan menopause. RE α digunakan sebagai target untuk mencari hormon pengganti untuk mengurangi gejala menopause dan menghambat pertumbuhan sel kanker. Genestein adalah salah satu senyawa isoflavon aglikon dalam kacang kedelai yang memiliki berbagai aktivitas biokimia, termasuk antikanker, antitumor, dan antioksidan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan urutan ligan yang berinteraksi lebih kuat terhadap RE α serta menentukan gugus fungsi yang berperan aktif dan jenis interaksi yang terjadi antara ligan dan reseptor. Ligan yang digunakan pada penelitian ini adalah Genestein, Daidzein, Biochanin A dan Kakkatin, Sebagai pembanding digunakan ligan alami Estrogen. Penelitian dilakukan dengan menggunakan komputasi yaitu dengan program ONIOM. Hasil penelitian ini menunjukkan urutan potensi estrogenik, secara berturut-turut dari Genestein, Daidzein, Biochanin A dan Kakkatin adalah 97,51%; 95,82 %; 87,14 % dan 84,42 %. Hasil dari ligplus menunjukkan bahwa interaksi antara ER α dengan Genistein merupakan interaksi dengan lima ikatan hidrogen dari 3 asam amino yaitu Thr 431, Arg 434 dan Gln 506. Kesimpulan Genestein dapat berperan sebagai pengganti hormon estrogen pada pengikatan dengan reseptor estrogen α .*

Kata Kunci: Estrogen, Genestein, Reseptor Estrogen α .

PENDAHULUAN

Genistein adalah fitoestrogen yaitu bahan kimia yang mirip estrogen pada tumbuhan yang berfungsi sebagai prekursor pada metabolisme manusia. Fitoestrogen ini secara alami menjadi bahan kimia yang dapat berinteraksi dengan reseptor estrogen untuk melemahkan estrogen atau dengan kata lain sebagai antiestrogen. Fitoestrogen ini tersusun atas komponen-komponen besar senyawa non steroid yang mirip dengan estrogen (Leclerg et al., 1999). Menurut Hughes et al. (1998) ada tiga kandungan kimia utama tumbuhan kedelai yang memiliki sifat dan fungsi seperti estrogen di dalam tubuh, yaitu lignin (enterolakton dan enterodiol), isoflavon (genistein, daidzein, biochanin A, dan glycitein) dan coumestan. Dua zat utama fitoestrogen yang ditemukan pada makanan manusia adalah lignan (enterodiol dan enterolakton) dan isoflavon (daidzein, genistein dan glycitein). Isoflavon merupakan bagian dari flavonoid yang banyak ditemukan di dalam kedelai. Kandungan utama isoflavon di kedelai adalah genistein dan daidzein walaupun sebenarnya ada banyak kandungan isoflavon lain seperti glycitein dan biochanin A. Kedelai mengandung lebih banyak Genistein daripada Daidzein walaupun rasio ini bervariasi dalam produk kedelai yang berbeda. Isoflavon yang merupakan bagian dari fitoestrogen ini memiliki fungsi penting dalam mekanisme pertahanan diri tumbuhan (Hughes et al., 1998).

Hormon adalah senyawa-senyawa kimia alami dan dikeluarkan oleh kelenjar endokrin ke dalam sirkulasi darah. Salah satu contoh hormon pada manusia adalah estrogen. Estrogen mempengaruhi pertumbuhan, merangsang perkembangan ciri kelamin sekunder wanita dan berfungsi pada berbagai macam target di jaringan, termasuk jaringan sistem reproduktif pria dan wanita seperti payudara, uterus, ovarium, testis dan prostat. Estrogen juga berperan penting dalam pemeliharaan tulang dan sistem kardiovaskular dimana estrogen mempunyai efek kardioprotektif tertentu (Clark et al. 1992).

Reseptor estrogen merupakan salah satu anggota reseptor inti yang memperantarai aksi hormon estrogen di dalam tubuh. Estrogen bekerja meregulasi pertumbuhan dan diferensiasi sel-sel sistem reproduksi baik pada wanita dan pria, serta dapat meningkatkan kadar kolesterol HDL dan menurunkan LDL sehingga berpotensi mengurangi resiko penyakit kardiovaskuler. Estrogen berperan penting pada perkembangan otak, penyakit autoimun, dan metabolisme tulang dan pada sisi lain,

estrogen dapat memicu pertumbuhan, *proliferasi* dan *metastase* kanker payudara (Prawiroharsono, 2001). Reseptor estrogen terdiri dari 2 subtipe yaitu, estrogen α (RE α) dan estrogen β (RE β). Kedua reseptor ini dibentuk oleh rantai tunggal polipeptida dengan 565 asam amino untuk RE α dan 530 asam amino pada RE β .

Menurut Allred (2004) sebuah penelitian menunjukkan bahwa bangsa Asia, khususnya Jepang, memiliki resiko yang lebih rendah untuk terserang penyakit kanker payudara dan gejala menopause, dibanding dengan bangsa Eropa dan sekitarnya. Hal ini disebabkan oleh banyaknya konsumsi kacang kedelai di kalangan Asia. Isoflavones dapat mengurangi kadar kolesterol, yang dapat mengakibatkan *atherosclerosis* dan penyempitan pembuluh darah sehingga dapat menurunkan resiko serangan jantung dan stroke.

Tanaman yang banyak terdapat di Indonesia dan sudah diketahui mengandung senyawa isoflavan dengan kadar tinggi selain kedelai adalah kunyit, laos, dan temu hitam (Asih, 2009).

Menurut penelitian Kuiper (1998) *fitoestrogen* meliputi *genistein*, *coumestrol* dan *zearalenone* menstimulasi aktivitas transkripsi kedua tipe estrogen reseptor pada konsentrasi 1-10 nM. Peringkat potensi estrogenik *fitoestrogen* terhadap reseptor estrogen α adalah sebagai berikut: Estradiol >> zearalenone = coumestrol > genistein > daidzein > apigenin = phloretin > biochanin A = kaempferol = naringenin > formononetin = ipriflavone = quercetin = chrysin. Sedangkan potensi estrogenik fitoestrogen terhadap reseptor estrogen β adalah Estradiol >> genistein = coumestrol > zearalenone > daidzein > biochanin A = apigenin = kaempferol = naringenin > phloretin = quercetin = ipriflavone = formononetin = chrysin.

ONIOM merupakan singkatan dari *Our own N-layered Integrated molecular Orbital and molecular Mechanic*. Singkatnya, *ONIOM* adalah suatu teknik perhitungan dengan membagi sistem menjadi beberapa lapisan (*layer*), bisa menjadi dua atau tiga lapisan dengan metode kimia komputasi yang berbeda. Untuk lapisan yang dalam atau ikatan antara ligan dan residu dari reseptor estrogen α dan β disebut sebagai "*high layer*". Pada *high layer* ini optimasi dan energi dihitung menggunakan metode *QM* (*Quantum Mechanics*) sedangkan lapisan yang tidak berikatan langsung dengan ligan, disebut lapisan "*low layer*". Lapisan *low layer* ini optimasi dan energi dihitung menggunakan *MM* (*Molecular Mechanics*).

BAHAN DAN METODE

Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini adalah Komputer server ITB *High Performance Computer (HPC)* dan sistem operasi Linux Mandriva 2009 dan perangkat komputer dengan sistem operasi Windows 2010. HPC ITB mempunyai 20 *nodes* dimana setiap *nodes* mempunyai 24 *cores intel prosesor* 16 GB dengan sistem operasi *Rocks Cluster*.

Perangkat Lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk keperluan simulasi yaitu ACD/Chemsketch digunakan untuk membuat struktur dua dimensi dan tiga dimensi seluruh ligan. Avogadro digunakan untuk visualisasi struktur tiga dimensi ligan dari hasil ACD/ChemSketch maupun Gaussian-09. Untuk membuat input data dan menentukan "*low layer*" dan "*high layer*" pada Gaussian-09 dengan metode ONIOM digunakan Gaussview 5.0, sedangkan untuk keperluan visualisasi adalah VMD digunakan untuk visualisasi dan preparasi input yang akan digunakan untuk simulasi pada NAMD. VMD juga digunakan untuk menganalisa *output* dari hasil perhitungan simulasi NAMD. NAMD digunakan untuk optimasi struktur protein. Autodock Vina digunakan untuk simulasi docking Reseptor Estrogen α dengan seluruh ligan. Pymol digunakan untuk visualisasi hasil proses docking juga hasil perhitungan dengan metode ONIOM pada Gaussian-09.

Optimasi Struktur Ligan dan Reseptor Estrogen

Ligan yang digunakan pada penelitian ini sebanyak delapan buah yaitu Estrogen, Genistein, Daidzein, Glisitein, Biochanin A, 6,4'-dihidroksi-7-metoksiisoflavan, Kakkatin dan Faktor 2. Struktur ligan digambar menggunakan ACD/Chemsketch kemudian dibuat tampilan tiga dimensi. Input dibuat menggunakan Avogadro untuk selanjutnya dilakukan simulasi optimasi geometri menggunakan Gaussian-09. Optimasi geometri diset pada temperatur 310 K dengan basis 6-31 G (d) dan teori B3LYP.

Simulasi Docking Reseptor Estrogen α - ligan dan Penentuan Residu Aktif

Program Autodock Vina digunakan untuk menggabungkan setiap ligan ke ligan-binding domain ER α . Autodock dapat menggabungkan molekul ligan ke molekul protein globular yang rigid berdasarkan algoritma *Lamarckian genetic*. Model ini mengkombinasikan kecepatan evaluasi energi menggunakan prekalkulasi kisi (grid) energi afinitas atomik setiap tipe atom dalam molekul reseptor dengan variasi algoritma pencarian untuk menemukan posisi pengikatan yang sesuai untuk ligan dimana pada penelitian ini digunakan *genetic algorithm* (GA).

Model estrogen reseptor digunakan sebagai molekul target. Program Autodock Vina 4.0 digunakan untuk mengkalkulasikan muatan parsial atom dalam molekul target. Kisi kubus (grid box) (18 x 18 x 18) dari interaksi karbon, hidrogen dan oksigen. Dilakukan penambahan hidrogen polar pada RE α menggunakan AutoDock Vina. Proses docking RE α -ligan juga dilakukan menggunakan AutoDock Vina. RE α yang digunakan adalah RE α dalam bentuk kristalnya sebelum dioptimasi dan RE α dalam bentuk solvasi setelah optimasi. Hasil docking dianalisis menggunakan Pymol. Untuk menentukan residu asam amino yang aktif yang berikatan langsung dengan ligan maka digunakan *software* Ligplot dengan memasukkan data PDB hasil dari autodock Vina.

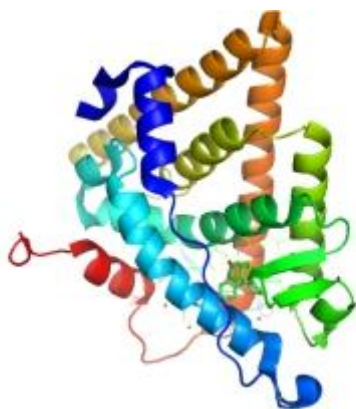
ONIOM

Hasil Docking dari autodock Vina yang berbentuk PDB, divisualisasi dengan Gaussview 5.0 kemudian residu asam amino yang berikatan langsung dengan ligan dipilih menjadi lapisan pertama atau "high layer" dan dihitung menggunakan metode *Density Functional Theory* (DFT) dan basis set 6-31G. Sedangkan residu lain yang tidak berikatan langsung dengan ligan dipilih sebagai lapisan kedua atau "Low layer" dengan perhitungan *Universal Force Field* (UFF). Setelah persiapan di Gaussview 5.0 kemudian dihitung muatan mulliken, optimasi, energi pada low layer dan high layer menggunakan Gaussian-09.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi Struktur Ligan

Struktur protein RE α diambil dari Bank Data Protein dengan kode 2 OUZ. RE α ini merupakan struktur kristal berupa monomer dengan satu rantai. RE α yang terikat kompleks dengan lasofixene. Namun selanjutnya dalam penelitian lasofixene dihilangkan keberadaannya. Struktur RE α sesudah dioptimasi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Reseptor Estrogen α (2OUZ) dari Protein Data Bank (PDB)

Komputasi kimia dapat menjelaskan dengan teliti sifat dan parameter yang ada dalam sistem kimia. Beberapa diantaranya yaitu penentuan struktur/geometri, frekuensi vibrasi dan spektra berbagai molekul. Tahap awal dari studi komputasi adalah menentukan optimasi geometri. Optimasi geometri bertujuan untuk mendapatkan struktur molekul tiga dimensi dengan energi minimum (keadaan paling stabil). Penentuan optimasi geometri molekul diawali dengan perkiraan awal struktur yang dinyatakan dalam Z-matrik.

Ligan adalah senyawa organik atau anorganik yang berperan dalam interaksi pada domain pengikatan ligan protein dan dapat mempengaruhi aktivitas pada protein tersebut. Ligan dapat berupa

substrat, regulator, inhibitor, kofaktor maupun efektor lain. Dalam penelitian ini ligan yang berupa senyawa organik yang berinteraksi dengan sisi aktif protein sebagai molekul pembawa pesan untuk mengaktifkan reseptor untuk melakukan tahap transkripsi. Ligan ini dioptimasi agar didapat energi elektronik seminimal mungkin. Perhitungan ini dilakukan dengan pendekatan DFT (*Density Functional Theory*), yaitu pendekatan untuk menghitung atau menentukan geometri struktur optimal pada molekul dengan banyak atom secara *Quantum Mechanics* (QM). Perhitungan ini juga dilakukan dengan pendekatan Born-Oppenheimer yaitu inti atom dianggap diam pada saat meninjau gerak elektron. Sehingga energi elektronik yang dihitung merupakan penjumlahan dari energi potensial elektron dan energi kinetik elektron. Ketika didapat geometri molekul berada pada posisi jarak dan sudut yang paling stabil. Molekul ini merupakan bentuk yang paling optimal. Proses Docking dilakukan pada RE α yang sudah dioptimasi dengan ligan yang sudah dioptimasi pula. Pada proses docking, protein reseptor diasumsikan sebagai molekul yang kaku sedangkan ligan diasumsikan sebagai molekul yang memiliki beberapa derajat kebebasan, terutama dalam sudut torsional, karena beberapa parameter lainnya seperti panjang ikatan dan sudut ikatan memiliki nilai konstan untuk konformasi molekul yang berbeda. Oleh karena itu, hasil yang didapat setelah tahap *docking* adalah berbagai energi afinitas interaksi ligan yang dapat terikat pada domain pengikatan ligan RE α .

Tabel 1. Energi Afinitas Ligan terhadap RE α Hasil docking *Autodock Vina*

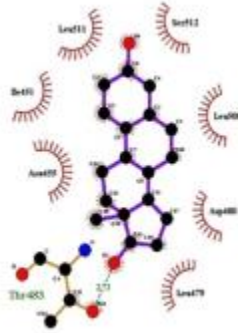
Nama Ligan	Energi Afinitas (Kkal/mol)
Estrogen	-6,8
Daidzein	-6,2
Genistein	-6,1
Kakkatin	-6,1
Biochanin A	-5,4

Pada uji transaktivasi secara eksperimen oleh Kuiper et al. (1998) estrogen dan berbagai fitoestrogen dicampurkan ke dalam larutan protein ER α , kemudian dilihat inhibisi fitoestrogen tersebut dalam interaksinya terhadap ER α . Urutan potensi estrogenik fitoestrogen adalah sebagai berikut: Estradiol >> zearalenone = coumestrol > genistein > daidzein > apigenin = phloretin > biochanin A = kaempferol = naringenin > formononetin = ipriflavone = quercetin = chrysin. Sedangkan berdasarkan komputasi urutan potensi estrogenik adalah sebagai berikut : estrogen > faktor 2 > daidzein > genestein > glisitein > biochanin A.

Dari urutan potensi estrogenik yang tidak sama menunjukkan bahwa hasil pemodelan struktur reseptor-ligan secara komputasi tidak sejalan dengan hasil eksperimen yang dilakukan oleh Kuiper et al, namun perbedaannya hanya terletak pada urutan daidzein dan genestein, hal ini dikarenakan adanya gugus OH yang lebih elektronegatif pada gugus aromatik pada ligan daidzein menyebabkan adanya ikatan hidrogen antara ligan dengan reseptor estrogen α lebih stabil, dan menyebabkan energi afinitas antara daidzein dan reseptor estrogen α menjadi rendah. Walaupun terdapat perbedaan urutan potensi estrogenik antara daidzein dan genestein, namun perbedaannya hanya 1,49%, sehingga perbedaannya tidak terlalu signifikan.

Gugus fungsi yang berperan pada Reseptor Estrogen α

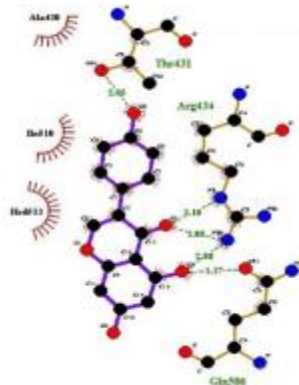
Dari tabel dapat diketahui bahwa energi afinitas estrogen yang paling rendah dibandingkan ligan lain. Hal ini disebabkan karena estrogen mempunyai gugus fenol pada posisi C-3 dalam cincin aromatik A, inti hidrokarbon yang relatif kaku dan gugus fungsi alkohol pada posisi C-17. Hidroksil dari C-3 berfungsi sebagai donor ikatan hidrogen dan C-17 hidroksi berfungsi sebagai akseptor ikatan hidrogen.



Gambar 2. Hasil ligplot Interaksi RE α dengan Estrogen

Estrogen adalah ligan alami RE α . Estrogen yang terikat dengan RE α memiliki energi afinitas paling negatif yaitu sebesar -6,7 kkal/mol. Interaksi kuat yang terbentuk antara ligan dengan asam amino pada protein berjarak antara 3,0 sampai 5,0 Å. Jika interaksi antara ligan dan asam amino pada domain pengikatan ligan RE α berjarak lebih dari 5,0 Å, maka interaksi tersebut lemah pada sistem RE α – ligan. Gugus yang bersifat nonpolar pada estrogen juga berperan interaksinya dengan asam amino pada domain pengikatan ligan RE α .

Gugus hidroksi fenolik pada C-15 membentuk ikatan hidrogen dengan Thr 483 dengan panjang ikatan 2,73 Å. Estrogen mengikat dengan energi afinitas yang paling negatif karena mempunyai konformasi ligan stabil yang berinteraksi kuat dengan tiga asam amino bersifat nonpolar.



Gambar 3. Hasil ligplot Interaksi RE α dengan Genistein

Dari hasil pengamatan interaksi antara ER α dengan genistein merupakan interaksi dengan lima ikatan hidrogen yaitu interaksi antara gugus hidroksi fenolik pada atom C6 dengan Thr 431 dengan panjang ikatan 2,85 Å, gugus hidroksi fenolik pada atom C12 membentuk ikatan hidrogen dengan Arg 434 pada dua atom nitrogen yang berbeda dengan panjang ikatan 3,10 Å dan 3,08 Å dan gugus fenolik pada atom C13 yang membentuk ikatan hidrogen dengan Arg 434 dan Gln 506. Adanya lima ikatan hidrogen ini membuat stabil sehingga energi afinitasnya sangat rendah.

Energi Binding dengan metode ONIOM

ONIOM merupakan perhitungan optimasi energi antara ligan dan RE α dimana letak ligan telah ditentukan dari hasil docking autodock vina pada energi afinitas yang paling rendah, kemudian dioptimasi untuk menentukan energi yang paling rendah, dan diketahui muatan mulliken untuk menentukan sisi aktif dari reseptor estrogen α .

Untuk menentukan energi binding antara ligan dan reseptor dilakukan perhitungan energi reseptor α dengan ligan kemudian dikurangi hasil penjumlahan energi reseptor α tanpa ligan dengan energi ligan.

Tabel 2. Hasil Energi binding RE α dari metode ONIOM

Nama Ligan	Δ Energi
Estrogen	-32.36
Genestein	-31.23
Daidzein	-30.50
Biochanin A	-28.20
Kakkatin	-27.20

Tabel 3. Perbandingan persentase estrogenik dari isoflavon terhadap estrogen berdasarkan binding energi pada Reseptor Estrogen α

Nama Ligan	Persentase Interaksi
Estrogen	100 %
Genistein	97.21%
Daidzein	94.25%
Biochanin A	87.14%
Kakkatin	84.05%

KESIMPULAN DAN SARAN

Genestein mempunyai potensi yang paling baik sebagai hormon pengganti estrogen karena mempunyai energi afinitas yang paling tinggi diantara isoflavon lain terhadap RE α dengan potensi estrogenik 97,21 %. Perlu dilakukan penelitian pada skala laboratorium, peran Genestein sebagai pengganti hormon estrogen pada reseptor estrogen α .

UCAPAN TERIMA KASIH

Bu Prof. Fida Madayanti, Aditya, jurusan Kimia, Institut Teknologi Bandung, 2013, yang sudah memberikan bantuan baik dalam bentuk alat, tenaga dan fikiran.

DAFTAR PUSTAKA

- Achadiat, C.M. (2003). *Klinik Net*, (http://situs.keseproInfo/aging/jul/20_03/ag01).
- Allred, C., Powel, B. & Daniel Medina. 2004, The Origin of Estrogen Receptor alpha-positive and estrogen alpha-negative human breast cancer. Texas, USA. *Breast Cancer Research*, 6, 240-245.
- Anonim. (2010). *ACD/Chemsketch 12.0 for Microsoft Windows. Reference Manual*. Comprehensif Interface Description. Advance Chemistry Development, Inc. United States. Hh. 131-171.
- Asih, I. A.R. Astiti. (2009). Isolasi dan Identifikasi Senyawa Isoflavon dari Kacang Kedelai (*Glycine max*). Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran., *Jurnal Kimia*, 3 (1), 33-40.
- Barz, W., Heskamp, Klus, K., Rehms, H. & Steinkamp, R. (1993). Recent Aspect of Protein, Phytate and Isoflavone Metabolism by Microorganisms Isolated from Tempe-Fermentation, *Tempo Workshop*, Jakarta, 15 Februari 1993.
- Bennion, B. J. (2005). *Computational Characterization and Prediction of Estrogen Receptor Coactivator Binding Site Inhibitors*, Lawrence Livermore National Laboratory.
- Gyorgy, P., Murata, K. & Ikehata, H. (1964). Antioksidants ISOLATED FROM FERMENTED SOYBEANS TEMPEH. *Nature*. 203, hh. 872-875.
- Handayani, I. (2006). *Studi Komputasi Interaksi 6,7,4'-trihidroksiisoflavon (faktor2) dengan Estrogen Reseptor β* , Tesis tidak diterbitkan, Institut Teknologi Bandung.
- Hanwell, Marcus, D., Geoff Hutchison & Andermeersch, T. (2010). *Avogadro: Molecule Editor and Visualizer*.

- Hughes, C. L. (1998). *Phytochemical Mimicry of Reproductive Hormones and Modulation of Herbivore Fertility by Phytoestrogens*. *Environ Health Perspect.* 78: 171-174.
- Humphrey, W., Dalke, A. & Schultenn, K (2011). VMD – Visual Molecular Dynamics. *J. Molec. Graphics 1996*. vol. 14, no. 1, hh. 33-38.
- Kuiper, George G.J.M. (1998). ENDOCRINOLOGY: Interaction of Estrogenic Chemicals and Phytoestrogens with Estrogen Receptor β , *The Endocrine Society*. 139, hh. 4252-4263.
- Leclercq G. & Heuson, J. C. (1999). *Physiological and pharmacological effects of estrogens in breast cancer*. *Biochim Biophys Acta.* 560: 427–55.

INDUKSI TUNAS UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crantz) GENOTIPE KUNING SECARA IN VITRO BERDASARKAN PENGGUNAAN BENZIL AMINO PURIN (BAP) DAN KINETIN

Nurhamidar Rahman*¹, Hani Fitriani², N. Sri Hartati³

Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI
Jl. Raya Bogor KM 46 Cibinong
Telp. 021-8754587

e-mail: *¹nurhamidarr@yahoo.com, ²hfitriani76@yahoo.com, ³hartati12@yahoo.com

Abstrak. Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) merupakan salah satu komoditas pangan jenis umbi-umbian yang menempati urutan ketiga setelah padi dan jagung. Keberhasilan perbanyakan dengan teknik kultur jaringan dipengaruhi oleh umur klon ubi kayu, media dasar MS dalam bentuk padat dan zat pengatur tumbuh (ZPT). Material yang digunakan adalah kultur ubi kayu dari tunas aksilar umur 3-4 bulan dari genotipe Kuning. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 16 perlakuan. Setiap perlakuan merupakan kombinasi antara BAP dan kinetin dengan berbagai konsentrasi. Konsentrasi BAP yang digunakan adalah 0; 0,5; 0,75 dan 1 mg/L; sedangkan konsentrasi kinetin yang digunakan adalah 0; 0,5; 0,75 dan 1 mg/L. Tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan BAP 1 mg/l dan kinetin 0,75 mg/l. Pertambahan tinggi tunasnya pada minggu ke-2 pengamatan mencapai 2 kali lipatnya dari pengamatan di minggu pertama. Jumlah tunas terbanyak dari perlakuan BAP 1 mg/l dan kinetin 1 mg/l adalah sebesar 112,5% saat pengamatan di minggu kedua. Perlakuan kinetin 0,5 mg/l menghasilkan jumlah daun terbanyak. Untuk jumlah akar terbanyak berasal dari media perlakuan dengan penambahan BAP 0,75 mg/l dan kinetin 1 mg/l sekitar 17,5% dibandingkan media lainnya. Panjang akar tertinggi di minggu pertama adalah sebesar 20 cm, sedangkan di minggu ke-2 pertambahan panjang akarnya sebesar 21,25 cm.

Kata kunci: BAP, genotipe Kuning, kinetin, ubi kayu, zat pengatur tumbuh (ZPT)

Abstract. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) is third rank tubers after rice and corn. Propagation of cassava is influenced by genotype and medium. The material research is axillary buds of cassava about 3-4 months in culture from genotype Kuning. Research through experiments aimed at studying the effect of BAP of the shoot induction of cassava Kuning genotype. The experiment design used was Completely Randomized Design (CRD) with two factors. The first factor was the concentration of Benzyl Amino Purine/BAP (0; 0.5; 0.75 and 1 mg / L). The second factor was the type media of kinetin (0; 0.5; 0.75 and 1 mg / L). The second factor is the concentrations of kinetin used, they are 0; 0.5; 0.75 and 1 mg/L. Each treatment replicated three times. The result showed that the addition of BAP 1 mg / L and kinetin 0.75 mg / L give an effect the increase of high planlets and so BAP 1 mg / L and kinetin 1 mg / L as much as 112.5% effect on shoots number. The treatment of kinetin 0.5 mg / L produced the highest number of leaves. Concentration of BAP 0.75 mg / L and kinetin 1 mg / L generates the best roots number is 17.5% compared to other media. The highest root length in the first week is 20 cm, while in the second week the root length is 21.25 cm.

Keywords: Benzil Amino Purin (BAP), Yellow Genotip, Kinetin, Cassava, growth regulators (ZPT)

PENDAHULUAN

Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) merupakan salah satu komoditas pangan jenis umbi-umbian yang menempati urutan ketiga sebagai bahan pangan pokok alternatif dengan sumber karbohidrat tertinggi setelah padi dan jagung (Dewanti-Hariyadi et al., 2002). Di Indonesia, kebutuhan ubi kayu diperkirakan akan meningkat sebanyak 5 juta ton per tahun (Hermiati et al., 2012). Oleh karena itu, pada tahun 2013 Indonesia termasuk negara terbesar ketiga sebagai penghasil ubi kayu setelah Brazil (28 juta ton), Thailand (26 juta ton), Indonesia (24 juta ton) diikuti Nigeria (11 juta ton) dan India (6 juta ton). Pada tahun 2014-2015 produksi ubi kayu di Indonesia mengalami peningkatan produktivitas (ha) 0,98% dan produksi (ton) 2,28%, sedangkan produksi untuk tahun 2015-2016 mencapai 26 juta ton dengan luas lahan 1,5 juta hektar (Kementrian Pertanian, 2014).

Akan tetapi, kendala yang dihadapi dalam pemenuhan kebutuhan pangan non-beras seperti ubi kayu salah satu diantaranya adalah ketersediaan bahan baku secara kontinyu, berkualitas dalam jumlah besar dan dalam waktu singkat. Hal ini berdampak terhadap keberlanjutan pemanfaatan dan industri pengolahannya. Perbanyak ubi kayu secara konvensional, sebagai salah satu makanan pokok penting di dunia, memiliki keterbatasan karena ketergantungannya terhadap waktu dan musim. Selain itu, dengan cara konvensional membutuhkan waktu yang cukup lama dan material yang dihasilkan tidak seragam.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan meningkatkan produksi bibit ubi kayu melalui teknologi modern dengan teknik *in vitro* atau teknik kultur jaringan. Teknik tersebut berpotensi memberikan peluang untuk melakukan perbanyak bibit tanaman secara massal (Ogero *et al.*, 2012). Menurut Lestari (2008), beberapa keuntungan pengadaan bibit secara kultur jaringan antara lain diperoleh bahan tanaman yang unggul dalam jumlah banyak dan seragam, diperoleh biakan steril (*mother stock*) yang dapat digunakan sebagai bahan untuk perbanyak selanjutnya. Keberhasilan perbanyak dengan teknik kultur jaringan dipengaruhi antara lain umur klon ubi kayu, media dasar dan zat pengatur tumbuh (ZPT) (Purnamaningsih dan Lestari, 1998). Kombinasi media dasar dan ZPT yang tepat akan meningkatkan aktivitas pembelahan sel dalam proses morfogenesis dan organogenesis.

Golongan ZPT yang berperan penting dalam kultur jaringan adalah sitokinin dan auksin. Benzil Amino Purin (BAP) dan kinetin (6-furfury amino purine) termasuk dalam kelompok sitokinin yang berfungsi untuk pengaturan pembelahan sel dan morfogenesis (Gunawan, 1992). Peranan sitokinin dalam perbanyak tanaman secara *in vitro* adalah untuk mengatasi dominansi apikal dan mempertinggi percabangan tunas lateral dari ketiak daun. Kombinasi kedua ZPT tersebut yaitu kinetin dan BAP yang berinteraksi sedemikian rupa sehingga harus mempertimbangkan konsentrasi maupun perbandingannya dalam media kultur (Wetherell, 1982). Pertumbuhan dan perkembangannya tanaman kultur ubi kayu dipengaruhi oleh jenis sitokinin dan konsentrasi yang digunakan (Arnold *et al.*, 2002). Perimbangan konsentrasi dan interaksi antara ZPT yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen akan menentukan arah perkembangan suatu kultur.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan dalam rangka mengkaji mengenai penggunaan media dasar MS dan kombinasi perlakuan pemberian ZPT berupa BAP dan Kinetin terhadap klon ubi kayu genotipe Kuning yang sesuai untuk memicu induksi tunas aksilar.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan ini dilaksanakan pada 02 Juli 2018 hingga 03 Agustus 2018 di Laboratorium Genetika Molekuler dan Modifikasi Jalur Biosintesis Tanaman, Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI. Material yang digunakan adalah kultur tanaman ubi kayu genotipe Kuning koleksi Laboratorium Genetika Molekuler dan Modifikasi Jalur Biosintesis Tanaman Puslit Bioteknologi LIPI. Adapun eksplan ubi kayu berupa tunas aksilar dari 1 nodul dengan umur berkisar antara 3-4 bulan.

Media dasar yang digunakan adalah media Murashige-Skoog (MS) dalam bentuk padat dengan penambahan pematik Gelrite 0,75 gram. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 16 perlakuan. Setiap perlakuan merupakan kombinasi berupa media MS padat dengan penambahan BAP dan Kinetin yang dicampurkan pada media tumbuh. Tabel 1 dibawah ini adalah kombinasi ZPT untuk untuk setiap perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini.

Tabel 1. Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) BAP dan Kinetin yang digunakan untuk perbanyak tanaman ubi kayu genotip Kuning

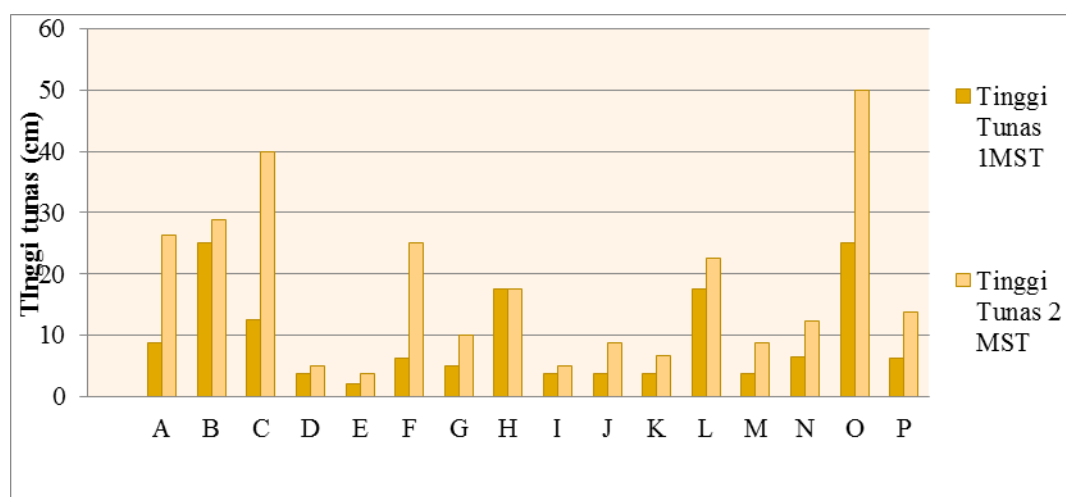
No.	Label	BAP (mg/l)	Kinetin (mg/l)	No.	Label	BAP (mg/l)	Kinetin (mg/L)
1.	A	0	0 (Kontrol)	9.	I	0,75	0
2.	B	0	0,5	10.	J	0,75	0,5
3.	C	0	0,75	11.	K	0,75	0,75
4.	D	0	1	12.	L	0,75	1
5.	E	0,5	0	13.	M	1	0
6.	F	0,5	0,5	14.	N	1	0,5
7.	G	0,5	0,75	15.	O	1	0,75
8.	H	0,5	1	16.	P	1	1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplan ubi kayu genotipe Kuning yang ditanam dalam media padat MS dengan penambahan ZPT baik tunggal maupun kombinasi antara kinetin dan BAP menunjukkan respon pertumbuhan dan perkembangan yang beragam. Respon yang berbeda-beda tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik internal maupun eksternal. Faktor internal adalah genotipe ubi kayu yang digunakan (Shirin et al., 2007), sedangkan faktor eksternal yaitu kombinasi ZPT yang digunakan (Abdelmageed et al., 2012).

Tinggi Tunas Ubi Kayu

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan menggunakan BAP 1 mg/L dan kinetin 0,75 mg/L dalam media MS padat menunjukkan pertambahan tinggi tunasnya pada minggu ke-2 pengamatan mencapai 2 kali lipatnya atau mengalami peningkatan dari 25 cm menjadi 50 cm dari pengamatan di minggu pertama. Tunas yang terpendek diperoleh dari media perlakuan BAP 0,5 mg/L dalam media MS padat dalam waktu 2 minggu terjadi penambahan sangat kecil sekitar 1,75 cm dari 2 cm pada minggu pertama menjadi 3,75 cm di minggu kedua. Diduga tunas akan semakin tinggi dengan semakin rendahnya konsentrasi BAP. Menurut Ali *et al.*, (2008), penggunaan sitokinin dalam kultur jaringan dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan keracunan pada jaringan tanaman.

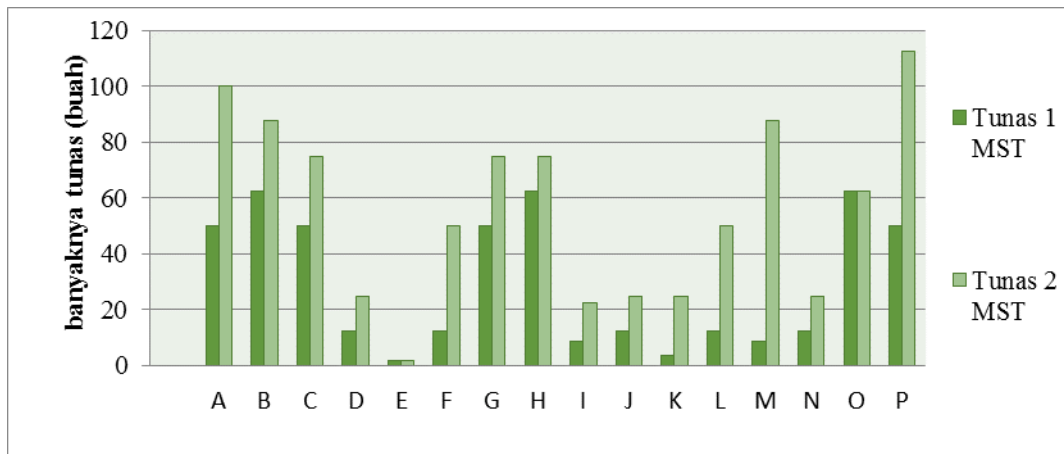


Gambar 1. Tinggi Tunas ubi kayu genotipe Kuning pada media perlakuan BAP dan kinetin

Jumlah Tunas Ubi Kayu yang Terbentuk

Semakin banyak tunas yang terbentuk berkorelasi dengan produksi bibit yang dapat dihasilkan melalui kultur jaringan. Dengan demikian, sitokinin diperlukan untuk memacu multiplikasi tunas. Media perlakuan dengan penambahan BAP 1 mg/l dan kinetin 1 mg/l dalam media MS padat diduga merupakan perlakuan yang tepat untuk pertumbuhan jumlah tunas ubi kayu genotipe Kuning karena dapat menambah jumlah sitokinin endogen sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tunas (Gambar 2).

Hasil pengamatan pada minggu kedua, untuk jumlah tunas dari media perlakuan BAP 1 mg/l dan kinetin 1 mg/l dalam media MS padat mengalami penambahan yang cukup signifikan yaitu meningkat sebesar 112,5% dibanding media perlakuan lainnya. Jumlah tunas paling sedikit dari media perlakuan dengan penambahan BAP tanpa kinetin dalam media MS padat sekitar 2 tunas. Selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Avivi dan Ikrarwati (2004) bahwa pemberian kinetin dengan konsentrasi 5 mg/l dalam media MS padat mampu menghasilkan jumlah tunas pisang abaca (*Musa textillis* Nee) dengan rata-rata 2,00 tunas per eksplan. Diduga bahwa pemberian kinetin dengan dosis yang tepat (1 mg/l) dalam MS padat dapat menghasilkan jumlah tunas terbanyak. Wattimena (1992) kinetin mempunyai pengaruh mempercepat induksi tunas. Selain itu kesesuaian pemakaian zat pengatur tumbuh juga merupakan faktor pembatas bagi spesies tanaman

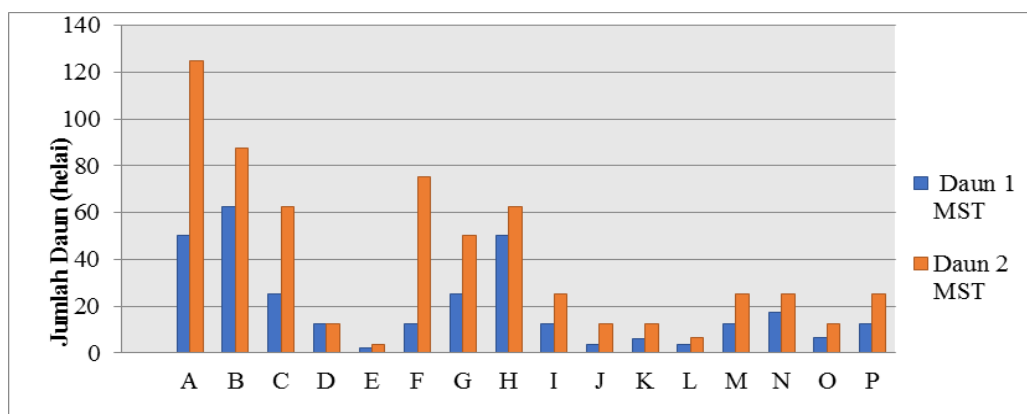


Gambar 2. Jumlah tunas ubi kayu genotipe Kuning pada media perlakuan dengan BAP dan kinetin

Jumlah Daun per Tanaman

Tanaman dapat tumbuh dengan baik karena tersedianya kandungan ZPT yang cukup dalam rangka merangsang pertumbuhan tanaman, terutama dalam pembentukan daun. Daun merupakan bagian penting pada tanaman yang berfungsi sebagai tempat pengolahan zat makanan atau sering disebut fotosintesis.

BAP dan kinetin adalah sitokinin yang digunakan dalam penelitian ini yang berperan untuk pembentukan daun. Menurut (Gardner et al., 1991) senyawa nitrogen yang terkandung dalam sitokinin berperan untuk proses sintesis asam-asam amino dan protein secara optimal yang selanjutnya digunakan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan eksplan dalam hal ini pembentukan daun. Perlakuan kinetin 0,5 mg/l dalam media MS padat menghasilkan jumlah daun terbanyak. Menurut (Purita et al., 2018) adanya penambahan BAP menyebabkan terjadi penghambatan terhadap pembentukan daun sehingga semakin tinggi konsentrasi BAP akan semakin sedikit jumlah daun yang terbentuk (Gambar 3). Pada penelitian ini, tanpa penambahan BAP dapat menghasilkan jumlah daun paling banyak diantara media perlakuan lainnya. Pada media perlakuan dengan penambahan BAP seharusnya dapat menambah jumlah daun yang terbentuk, kemungkinan ini disebabkan oleh penyerapan unsur hara yang belum maksimal sehingga penyerapan energi untuk melakukan respirasi tidak optimal. Diduga bahwa penambahan BAP dengan konsentrasi yang tinggi dapat menurunkan jumlah daun, sehingga terjadi penghambatan terhadap pembentukan daun.



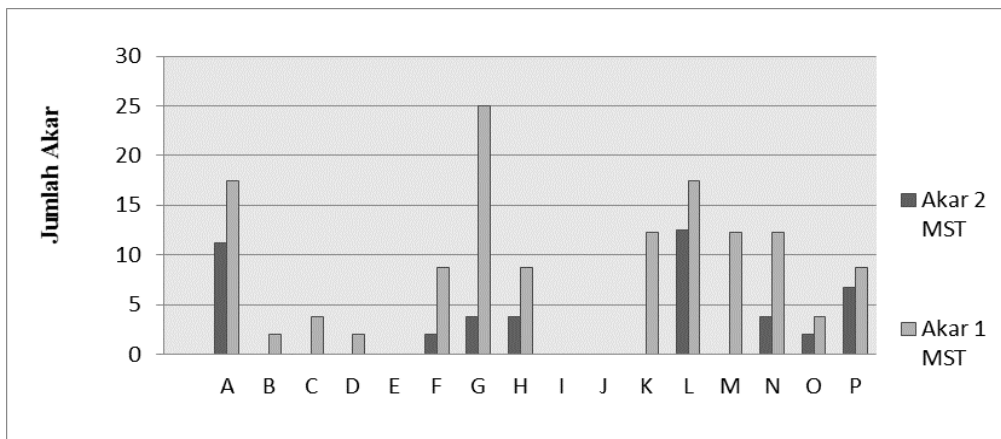
Gambar 3. Jumlah daun per tanaman pada tanaman ubi kayu genotipe Kuning pada media perlakuan BAP dan kinetin

Jumlah Akar per Tanaman

Jumlah akar terbanyak dari media perlakuan dengan penambahan BAP 0,75 mg/l dan kinetin 1 mg/l dalam media MS padat sekitar 17,5% dibandingkan media lainnya. Pada beberapa media perlakuan seperti pada media dengan penambahan BAP 0,5 mg/l dan kinetin 0 mg/l; BAP 0,75 mg/l dan kinetin 0 mg/l; dan BAP 0,75 mg/l dan kinetin 0,5 mg/l, tuna kultur tidak menghasilkan akar pada saat pengamatan di minggu kedua. Diperkirakan bahwa semakin tinggi konsentrasi BAP maka jumlah

akar yang terbentuk semakin sedikit. Menurut Ogero et al. (2012) bahwa akar dapat terbentuk pada ubi kayu yang dikulturkan di media tanpa ZPT karena akar yang terbentuk tersebut disebabkan adanya hormon auksin endogen dari eksplan ubi kayu. Perbandingan konsentrasi auksin dan sitokinin endogen yang hampir berimbang juga akan mempengaruhi terhadap pertumbuhan tunas dan akar (Arnold et al., 2002).

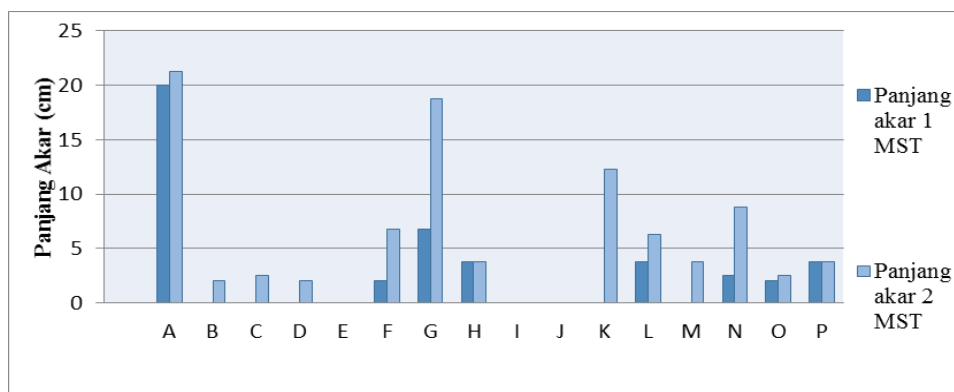
Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Khumaida dan Fauzi (2013) bahwasanya peningkatan konsentrasi BAP sampai dengan 3 ppm secara nyata menurunkan jumlah akar per tanaman. Semakin tinggi konsentrasi BAP yang digunakan akan menurunkan jumlah akar pada kultur *in vitro* ubi kayu varietas 'Adira 2' sebanyak 0,17 kali. Jumlah akar terbanyak terdapat pada perlakuan tanpa penambahan ZPT sebesar 75% (Gambar 4). Menurut Bhojwani dan Radzan (1996), ZPT yang termasuk sitokinin akan menghambat munculnya primordial akar. Secara fisiologi, pertumbuhan dominasi apikal pada akar eksplan akan terhambat dengan konsentrasi sitokinin yang tinggi (Mante & Tropper, 1983).



Gambar 4. Jumlah akar per tanaman pada tanaman ubi kayu genotipe Kuning pada media perlakuan BAP dan kinetin

Panjang Akar per Tanaman

Pada Gambar 5 menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada media kontrol atau media padat MS tanpa penambahan ZPT terhadap panjang akar pada eksplan. Panjang akar tertinggi pada minggu pertama adalah sebesar 20 cm, sedangkan pada minggu ke-2 pertambahan panjang akarnya sebesar 21,25 cm. Menurut Ho et al. (2010), tingginya pertambahan akar pada media MS padat tanpa ZPT karena medium tersebut mengandung lebih banyak senyawa organik dan zat-zat organik yang lebih tinggi dari media lain. Razdan (2003) menyatakan bahwa pada media tanpa penambahan ZPT tersebut mengandung nutrisi yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan optimal bagi tanaman secara *in vitro*.



Gambar 5. Panjang akar per tanaman pada tanaman ubi kayu genotipe Kuning pada media perlakuan BAP dan Kinetin

KESIMPULAN

Tanaman ubi kayu genotipe Kuning tertinggi diperoleh pada media perlakuan BAP 1 mg/l dan kinetin 0,75 mg/l. Jumlah tunas untuk tanaman ubi kayu genotipe Kuning terbanyak dari perlakuan BAP 1 mg/l dan kinetin 1 mg/l adalah sebesar 112,5%. Perlakuan kinetin 0,5 mg/l dalam media MS padat menghasilkan jumlah daun terbanyak. Untuk jumlah akar terbanyak berasal dari media perlakuan dengan penambahan BAP 0,75 mg/l dan kinetin 1 mg/l dalam media MS padat sekitar 17,5% dibandingkan media lainnya. Panjang akar tertinggi untuk tanaman ubi kayu genotipe Kuning berasal dari media perlakuan tanpa zat pengatur tumbuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmageed A. H. A., Faridah Q. Z., Nor Shuhada K., Julia A. A. 2012. Callus Introduction and Plants Regeneration of *Michelia champaca* (Magnoliaceae): A Multipurpose Tree. *Journal of Medicinal Plants Research* 6(17): 3338-3344,
- Ali, A., S. Naz, F. A. Siddiqui, and J. Iqbal. 2008. Rapid clonal multiplication of sugarcane (*Sacharum officinarum*) through callagenesis and organogenesis. *Pak J. Bot.*, 4(11):123-138.
- Arnold, S.V., I. Sabala, P. Bozhkov, J. Dyachok, and L. Filonova. 2002. Developmental Pathway Of Somatic Embryogenesis. *Plant Cell, Tiss. Org. Cult.* 69:233-249.
- Bhojwani SS and MK Radzan. 1996. *Plant Tissue Culture: Theory and Practice*, a Revised Edition. Departement of Botany. Delhi. India.
- Dewanti-Hariyadi, R., N. Andarwulan, N.S. Palupi. 2002. Pangan Lokal Sumber Karbohidrat. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Fauzi, A. R. 2010. Induksi Multiplikasi Tunas Ubi Kayu (*Mannihot esculenta* Crantz.) var. Adira 2 Secara In Vitro. *Skripsi*. Bogor, IPB Press.
- Gunawan. 1992. *Teknik Kultur jaringan*. Bogor. Pusat antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. 245p.
- Hermiati E, D. Mangunwidjaja, T.C. Sunarti, O. Suparno dan B. Prasetya. 2012. Potential Utilization of Cassava Pulp for Ethanol Production in Indonesia. *Scientific Research and Essays*, Vol. 7 (2): 100 – 106.
- Hess D. *Plant Physiology*. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1975.
- Ho, CL., Qu, JP., Liu, YC., Hung, CP., Tsai, MC., Liao, PC., Wang, EIC., Chen, YL., and Su, YC. 2010. Compositions and *in vitro* anticancer activities of the leaf and fruits oils of *Litsea cubeba* from Taiwan. *Natural Product Communication*. 5: 617-620.
- Kementerian Pertanian. 2014. Ketahanan Pangan Ubi Kayu. Di akses pada 28 Juli 2018 melalui <https://www.selasar.com/kementrianpertanian/kementan.com/ekonomi/singkong> .
- Khumaida, N. dan Fauzi, A.R. 2013. Induksi Tunas Ubi Kayu (*Mannihot esculenta* Crantz.) var. Adira 2 Secara In vitro. *J. Agron. Indonesia* 41 (2) : 133 – 139.
- Lestari, E.G. 2008. *Kultur Jaringan: Menjawab Persoalan Pemenuhan Kebutuhan Akan Peningkatan Kualitas Bibit Unggul dan Perbanyakannya secara Besar-besaran*. Akademia, Bogor.
- Mante, S. and H.B. Tropper. 1983. *Propagation of Musa tektile Nee. Plant from Apical Meristem Slice In Vitro*. Plant Tissue Culture Two edition.
- Ogero, K.O., G.N. Mburugu, M. Mwangi, O. Ombori, M. Ngugi. 2012. *In vitro* micropropagation of cassava through low cost tissue culture. *Asian Journal Agricultural Science*. 4:205-209.
- Purita, S. Y., Ardiarini, N. R., & Basuki, N. (2018). Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Jenis BAP Terhadap Pertumbuhan Planlet Sub Kultur Jaringan Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L. Merr). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(7).
- Purnamaningsih, R. 2003. *Seleksi in vitro tanaman padi untuk ketahanan terhadap alumunium*. 59 hlm.
- Razdan, M. K. (2003). *Introduction Plant Tissue Culture (2 sd ed.)*. USA: Science Publisher.
- Shirin. F., Hossain. M., Kabir. M., Roy, M. And Sarker. S. 2007. *Callus induction and Plant regeneration from intermodal and leaf explants of four Potatoes*
- Sholeh Avivi, I. (2004). Mikropropagasi Pisang Abaca (*Musa Textillis* Nee) Melalui Teknik Kultur Jaringan. *Ilmu pertanian*, 11(2004).

- Wattimena,G.A. 1992. *Bioteknologi Tanaman*. Departemen pendidikan dan kebudayaan. Dirjen Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi. IPB. Bogor.
- Wetherell, D.F. 1982. *Pengantar Propagasi Tanaman secara In Vitro (diterjemahkan dari: Introduction to In Vitro Propagation*. Penerjemah : Koensoemardiyah dan D. Gunawan). IKIP Semarang Press. Semarang. 110 hal.

PENGARUH KONSENTRASI CENDAWAN *Beauveria bassiana* TERHADAP MORTALITAS HAMA BOLENG (*Cylas formicarius*) UBI JALAR

Rokhanah¹, Noertjahyani^{2*}, Suparman³

¹ Kantor Satuan Pelayanan Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Wilayah II

^{2,3} Program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti, Sumedang 45362
e-mail: ¹anna.booth61@gmail.com, ²noertjahyani@yahoo.com, ³suparman.ir@yahoo.com

Abstrak. Ubijalar (*Ipomea batatas* L.) merupakan tanaman pangan keempat penghasil karbohidrat setelah padi, jagung, dan ubikayu. Salah satu hama utama yang memengaruhi kualitas hasil ubijalar adalah hama boleng (*Cylas formicarius*). Pengendalian hama boleng dengan insektisida sulit dilakukan karena hama ini berada di dalam batang dan umbi. *Beauveria bassiana* adalah salah satu cendawan entomopatogen yang potensial mengendalikan beberapa hama tanaman. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi cendawan *B. bassiana* terhadap mortalitas hama boleng serta mendapatkan konsentrasi yang dapat memberikan persentase mortalitas hama boleng tertinggi. Penelitian ini bersifat verifikatif melalui percobaan laboratorium. Percobaan dilakukan pada bulan Maret sampai dengan April 2018 di Laboratorium Kantor Satuan Pelayanan Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Wilayah II Kecamatan Subang Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat. Rancangan Acak Lengkap sebagai rancangan lingkungan dan konsentrasi *B. bassiana* sebagai perlakuan, yaitu: tanpa aplikasi *B. bassiana*, 5 g L⁻¹, 10 g L⁻¹ dan 15 g L⁻¹. Tiap perlakuan diulang 6 kali. *B. bassiana* efektif mengendalikan hama boleng (*C. formicarius*). Konsentrasi 5 g L⁻¹ *B. bassiana* mengendalikan hama boleng dengan presentase mortalitas total 75% (mortalitas 82,22 % pada jantan dan 67,78 % pada betina).

Kata Kunci: *Beauveria bassiana*, mortalitas hama boleng, ubijalar

PENDAHULUAN

Kebutuhan makanan pokok selain beras di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Penyediaan bahan makanan pokok perlu ditingkatkan baik kuantitas maupun kualitas agar tercukupinya kebutuhan bahan pangan. Salah satu makanan pokok pengganti beras bagi sebagian penduduk di Indonesia yakni ubijalar.

Ubijalar (*Ipomea batatas* L.) merupakan tanaman pangan penghasil karbohidrat ke-4 setelah padi, jagung, dan ubikayu. Di pedesaan terutama daerah terisolir, manfaat dan peran ubijalar sangat besar terutama dalam hal peningkatan gizi dan ketahanan pangan (ILO & UNDP, 2012). Areal pertanaman ubijalar di Indonesia terdapat di Pulau Jawa (39,67%), Maluku dan Irian Jaya (33,61%), Sumatera (18,56%), Bali dan Nusa Tenggara Barat (9,24%), Sulawesi (8,77%), dan Kalimantan (3,74%) (Badan Pusat Statistik, 2015). Selain sebagai bahan pangan, keistimewaan ubijalar terletak pada kandungan seratnya yang sangat tinggi (pektin, selulosa, hemiselulosa), vitamin, mineral, dan antioksidan serta mampu mengikat zat karsinogen penyebab kanker di dalam tubuh (Syamsir, 2008).

Ubijalar memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, daya adaptasi yang cukup luas, dan memiliki nilai jual yang cukup baik. Meningkatnya industri rumah tangga berbahan baku ubijalar, komoditas ini menjadi rebutan dan bahkan ketika masih di ladang pun sudah menjadi incaran para pengusaha makanan ringan. Oleh karena itu, ubijalar sudah menjadi komoditas yang sangat menguntungkan dan memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi.

Salah satu kendala untuk mempertahankan produktivitas dan kualitas ubijalar yaitu serangan hama boleng (*Cylas formicarius*). Hama boleng merupakan hama penting pada ubijalar, baik di daerah tropika maupun subtropika. Hama boleng merusak umbi, batang, dan akar, baik di pertanaman, maupun di penyimpanan. Penurunan hasil akibat hama lanas ini berkisar antara 10–80%, tergantung pada lokasi, jenis lahan, dan musim (Widodo et al., 1994 dalam Indiaty & Saleh, 2010). Pada musim Kemarau serangan hama ini menyebabkan kehilangan hasil lebih besar dibandingkan pada musim penghujan. Selain menurunkan kuantitas hasil, hama ini menyebabkan kualitas hasil umbi menurun,

karena kerusakan kecil pada umbi dan rasa pahit akibat senyawa terpenoid yang terbentuk Umbi yang demikian tidak layak dikonsumsi.

Pengendalian hama boleng dengan insektisida sulit dilakukan karena hama ini berada di dalam batang dan umbi. Selain itu, penggunaan insektisida kimia yang tidak bijaksana akan menimbulkan masalah lingkungan, terutama meningkatnya resistensi hama sasaran, ledakan populasi hama bukan sasaran yang berbahaya, terbunuhnya musuh alami dan serangga berguna lainnya, tercemarnya tanah dan sumber air, menurunnya biodiversitas, dan bahaya keracunan pada manusia yang melakukan kontak langsung dengan insektisida kimia (Soetopo & Indrayani, 2007). Mengingat banyaknya dampak negatif dari aplikasi insektisida kimia, perlu dicari alternatif teknologi pengendalian hama yang dapat menekan penggunaan insektisida kimia.

Upaya pengendalian organisme pengganggu tumbuhan yang saat ini dikembangkan adalah konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT), diantaranya penggunaan agens hayati. Agens hayati adalah musuh alami berupa parasitoid, predator, entomopatogen dan agens antagonis yang telah diketahui mempunyai potensi yang besar bagi salah satu sarana pengendalian organisme pengganggu tumbuhan. Cendawan entomopatogen adalah organisme heterotrof yang hidup sebagai parasit pada serangga. Cendawan entomopatogen merupakan salah satu jenis bioinsektisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama tanaman.

Salah satu cendawan entomopatogen yang potensial dan diketahui efektif mengendalikan hama boleng di lapangan adalah *Beauveria bassiana*. Organisme ini merupakan cendawan yang dapat menimbulkan penyakit pada serangga. Cendawan *B. bassiana* merupakan parasit dan hidup dari mengambil nutrisi inangnya. Cendawan ini sangat potensial mengendalikan beberapa hama, seperti untuk mengendalikan serangga hama kelapa sawit (*Darna catenata*), penggerek batang lada (*Lophobaris piperis*), dan ulat pemakan tanaman teh (*Ectropis bhurmitra*) (Soetopo & Indrayani, 2007); hama kumbang kelapa sawit (*Oryctes rhinoceros*) (Erawati & Wardati, 2016); penggerek batang padi kuning, Scirpophaga incertulas (Thalib et al., 2013); Wereng Batang Coklat (WBC), Nilaparvata lugens pada padi (Pertiwi, 2014; Rizal, et al., 2017); Aphis sp pada tanaman cabe (Bastian Wowiling et al., 2015). Cendawan ini juga dapat menyebabkan mortalitas larva sebesar 46,7% dan meningkatkan kehilangan bobot larva hidup hingga 59,3% pada penggerek buah kapas (*Helicoverpa armigera*) (Indrayani et al., 2013); menyebabkan mortalitas larva Spodoptera litura sebesar 82,50% (Rosmiati et al., 2018). Agen hayati ini bahkan telah dimanfaatkan sebagai insektisida dan fungisida alami di madrasah, petani sekitar di Kecamatan Jumapolo dan juga di luar wilayah kecamatan tersebut dalam rangka penerapan pertanian organik (Purnama et al., 2015).

Besarnya potensi *B. bassiana* sebagai agens hayati untuk mengendalikan hama, maka penelitian mengenai konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* terhadap mortalitas hama boleng (*C. formicarius*) dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh konsentrasi *B. bassiana* dalam menekan perkembangan *C. formicarius*, sehingga diharapkan cendawan ini dapat digunakan sebagai alternatif dalam mengendalikan hama boleng secara biologi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini bersifat verifikatif melalui percobaan laboratorium. Percobaan dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan April 2018 di Laboratorium Kantor Satuan Pelayanan Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Wilayah II Kecamatan Subang Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat. Bahan yang digunakan dalam percobaan ini antara lain : umbi yang terserang hama boleng, serangga hama boleng, umbi segar, air, isolate *B.bassiana*, beras, alkohol 70%, alkohol 96%, spirtus dan air steril. Alat-alat yang digunakan adalah toples 20 buah, pisau pelubang, jaring ukuran 0,12 cm, gunting, tabung penangkap serangga, tissue, wadah kecil, kapas, *incase*, jarum ose, plastik tahan panas ukuran 12 cm x 25 cm x 0,3 cm, masker, kertas koran, saringan, centong kecil, *strepler*, lampu bunsen, *autoclave* semi manual, korekapi, kompor, spidol, panci, kamera, mikroskop binokuler, *haemocytometer*, jarum suntik volume 1 ml, tabung reaksi, botol semprot volume 350 ml., *stopwatch*, blender, timbangan digital, kertas saring steril, gelas beker, pengaduk, petridish sebanyak 72 buah, *double tape*, label, alat tulis, thermohigrometer.

Rancangan lingkungan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 4 perlakuan dan diulang enam kali. Penempatan setiap perlakuan pada tempat

percobaan dilakukan secara acak. Setiap unit percobaan terdiri dari 3 petridish, sehingga jumlah keseluruhan sebanyak 72.

Perlakuan pada percobaan ini adalah konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* yang terdiri dari: (A) Tanpa aplikasi *B. bassiana*, (B) Konsentrasi *B. bassiana* 5 g L⁻¹, (C) Konsentrasi *B. bassiana* 10 g L⁻¹, dan (D) Konsentrasi *B. bassiana* 15 g L⁻¹. Imago hama boleng jantan dan betina masing - masing sebanyak 5 ekor dimasukkan ke dalam petridish. Pada alas petridish diberi kertas tisu dan disemprot air steril hingga lembab. Larutan semprot cendawan *B. bassiana* diencerkan dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan percobaan, yaitu 5 g L⁻¹, 10 g L⁻¹ dan 15 g L⁻¹ (Gambar 1), kemudian disemprotkan dengan tekanan penuh sebanyak 2 kali pada petridish yang berisi imago *C formicarius*. Setelah selesai aplikasi *B. bassiana*, serangga uji diberi umbi segar sebagai pakan. Selanjutnya menutup petridish menggunakan jaring/kasa (Gambar 2).

Respon yang diamati meliputi dua kelompok pengamatan yaitu pengamatan penunjang dan pengamatan utama. Pengamatan penunjang meliputi kepadatan spora cendawan *B. bassiana*, suhu, kelembaban, dan waktu mortalitas. Perhitungan kepadatan spora diulang sebanyak 3 kali menggunakan *haemocytometer*. Pengamatan suhu dan kelembaban udara harian dilakukan dengan menggunakan thermohyrometer yang diletakkan di ruangan tempat percobaan.



Gambar 1. Penyiapan larutan semprot *B. bassiana*

(a) Biakkan padat *B. bassiana*, (b) Biakkan padat *B. bassiana* dihaluskan, (c) Penimbangan biakkan *B. bassiana* padat yang sudah dihaluskan, (d) Pelarutan biakkan *B. bassiana* dengan air steril, (e) Pengadukan (f) Penyaringan (g) Larutan semprot *B. bassiana* siap digunakan



Gambar 2. Kegiatan pemberian perlakuan *B. bassiana* terhadap serangga uji

(a) penangkapan serangga jantan dan betina, (b) penyemprotan tissue dengan air steril pada petridish; (c) peletakkan serangga pada petridish; (d) aplikasi *B. bassiana*, (e) Menutup petridish menggunakan kasa

Pengamatan waktu serangga uji mulai mati, yaitu waktu (hari) yang dibutuhkan untuk mematikan minimal satu ekor serangga uji pada tiap perlakuan. Pengamatan perkembangan mortalitas *C. formicarius* dilakukan setiap pukul 07.00, dan dimulai satu hari sejak aplikasi agen hayati hingga hari ke-10. Pengamatan utama meliputi persentase mortalitas hama boleng jantan, betina dan total pada hari ke-10 setelah aplikasi *B. bassiana*; waktu mumifikasi, yaitu rentang waktu (hari) yang dibutuhkan satu ekor serangga yang telah menunjukkan gejala mumifikasi (terdapat miselia yang tumbuh pada tubuh serangga uji).

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *B. bassiana* terhadap mortalitas hama boleng, dilakukan menggunakan analisis *of varians* (Anava) taraf nyata 5%, dan untuk mengetahui konsentrasi *B. bassiana* yang memberikan mortalitas *C. formicarius* tertinggi digunakan uji Duncant (DMRT) taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan spora sebagai agen hayati akan berpengaruh terhadap kemampuannya dalam mengendalikan hama. Berdasarkan pengamatan dan perhitungan, kepadatan spora (konidia) per ml rata-rata adalah $1,83 \times 10^9$ spora. Kepadatan spora tersebut adalah kepadatan spora yang cukup efektif untuk mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan, karena berada di atas batas ambang kepadatan spora minimum yang efektif digunakan yakni $10^6 - 10^7$ (Lestari, 2014; Herdatiarni et al., 2014). Kepadatan spora/konidia merupakan salah satu penentu patogenitas (Thalib et al., 2013).

Hasil pengukuran temperatur tempat percobaan menunjukkan bahwa rata-rata temperatur harian adalah 26,9°C. Temperatur tersebut masih sesuai dengan suhu yang dikehendaki untuk siklus perkembangan hama boleng optimal berkisar 27°C-30°C (Indiati & Saleh, 2010). Hasil pengamatan kelembaban udara harian di laboratorium berada pada kisaran 67% -74%. Kelembaban tersebut kurang optimal untuk perkembangan *B. bassiana* karena cendawan ini menghendaki kelembaban yang tinggi (80%–100%). Kelembaban yang tinggi merupakan salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi perkembangan fungi dan mortalitas serangga hama target. *B. bassiana* mampu menyebabkan kematian yang besar pada kondisi kelembaban yang tinggi dan kepadatan yang juga tinggi (Capinera, 1998). Dengan demikian aplikasi pengendalian organisme pengganggu tumbuhan, *B. bassiana*, sebaiknya dilakukan pada saat kelembaban tinggi atau ketika musim hujan.

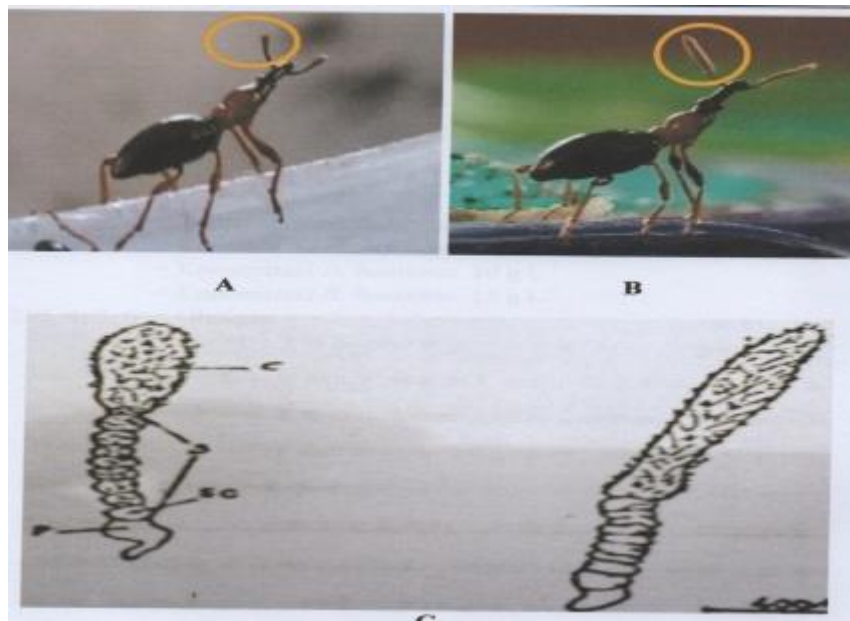
Konsentrasi agen hayati *B. bassiana* berpengaruh terhadap lamanya waktu untuk mematikan *C. formicarius*. Tanpa aplikasi *B. bassiana*, *C. formicarius* hingga hari ke-10 setelah aplikasi agen hayati masih tetap hidup. Akan tetapi, dengan aplikasi agen hayati konsentrasi 5 g L⁻¹, 10 g L⁻¹ dan 15 g L⁻¹, waktu yang diperlukan untuk mematikan 1 ekor serangga *C. formicarius* adalah berbeda (Tabel 1). Semakin tinggi konsentrasi agen hayati, maka waktu yang diperlukan untuk mematikan imago *C. formicarius* semakin singkat.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi terhadap lamanya waktu untuk mematikan *C. formicarius*

Konsentrasi <i>B. bassiana</i> (g L ⁻¹)	Rata-rata Waktu untuk mematikan <i>C. formicarius</i> (hari)
5	3,22
10	2,61
15	2,56

Serangga hama boleng yang menunjukkan gejala kematian ditandai dengan tidak terjadinya aktifitas hidup, yakni dari pergerakan dan kegiatan makan. Ciri lainnya, adalah tekstur imago mengeras dan kaku, serta mudah patah ketika imago dipegang. Kematian hama boleng yang terinfeksi cendawan *B. bassiana* terjadi melalui serangkaian proses yaitu pertama terjadi kontak antara propagul cendawan dengan serangga, dimana cendawan menghasilkan enzim kitinase ekstraseluler saat menginfeksi inangnya dan enzim ini menghidrolisis ikatan β-1,4-asetomido-2-deoksi-D-glikosida pada kitin dan oligomer kitin (Sahai & Manocha, 1993 dalam Suryadi et al., 2013). Proses perkecambahan dan perkembangan *B. bassiana* menggunakan senyawa/nutrisi dari serangga (*B. bassiana* bersifat parasit pada *C. formicarius*), sehingga lama-kelamaan serangga akan lemah (gerakannya lambat dan tidak mau makan) dan akhirnya mati. Pada percobaan ini kematian serangga uji terjadi sekitar hari

kedua setelah aplikasi *B. bassiana* (Tabel 1). Waktu yang dibutuhkan untuk mematikan serangga (*C. formicarius*) tergantung dari virulensi patogen (*B. bassiana*), tingkat resistensi serangga hama dan juga lingkungan (Steinhaus (1967) dalam Susan Wowilling et al., 2015).



Gambar 3. Perbedaan morfologi antena imago betina dan jantan *C. formicarius*
 (A). antena imago betina; (B) antena imago jantan, (C).ujung antena ruas ke-10 dari imagobetina dan jantan

Tingkat kematian hari ke-10 yang dinyatakan sebagai mortalitas serangga uji *C. formicarius* jantan, betina dan total tertera pada Tabel 2. Perbedaan antara *C. formicarius* jantan dan betina secara morfologi terletak pada bentuk antena ruas ke-10 dan ukuran tubuh. Antena imago jantan bentuknya memanjang sedangkan antena imago betina berbentuk seperti gada (Gambar 3), dan ukuran tubuh imago jantan lebih kecil daripada yang betina (Indiati & Saleh, 2010).

Imago hama boleng tetap hidup seluruhnya (jantan dan betina) pada hari ke-10 (mortalitas 0%), jika tanpa aplikasi *B. bassiana*. Akan tetapi, dengan aplikasi *B. bassiana*, mortalitas total imago *C. formicarius* antara 75,00% - 84,44%. Aplikasi 5 g L⁻¹ *B. bassiana*, tingkat mortalitas jantan (82,22%) lebih tinggi dari pada betina (67,78%) (Tabel 2). Ini menunjukkan bahwa *C. formicarius* betina lebih *survive* terhadap *B. bassiana* atau *C. formicarius* jantan lebih rentan terhadap *B. bassiana*. Seperti yang telah dilaporkan Fransen, 1935; Subramanian, 1959 dalam Hashim et al. (2017), bahwa umumnya hama boleng betina dapat *survive* lebih lama dibandingkan jantan pada kondisi lingkungan yang sama. Oleh karena itu, untuk mencapai tingkat mortalitas yang relative sama antara jantan dan betina pada waktu yang sama, diperlukan aplikasi *B. bassiana* dengan konsentrasi lebih tinggi (10 g L⁻¹).

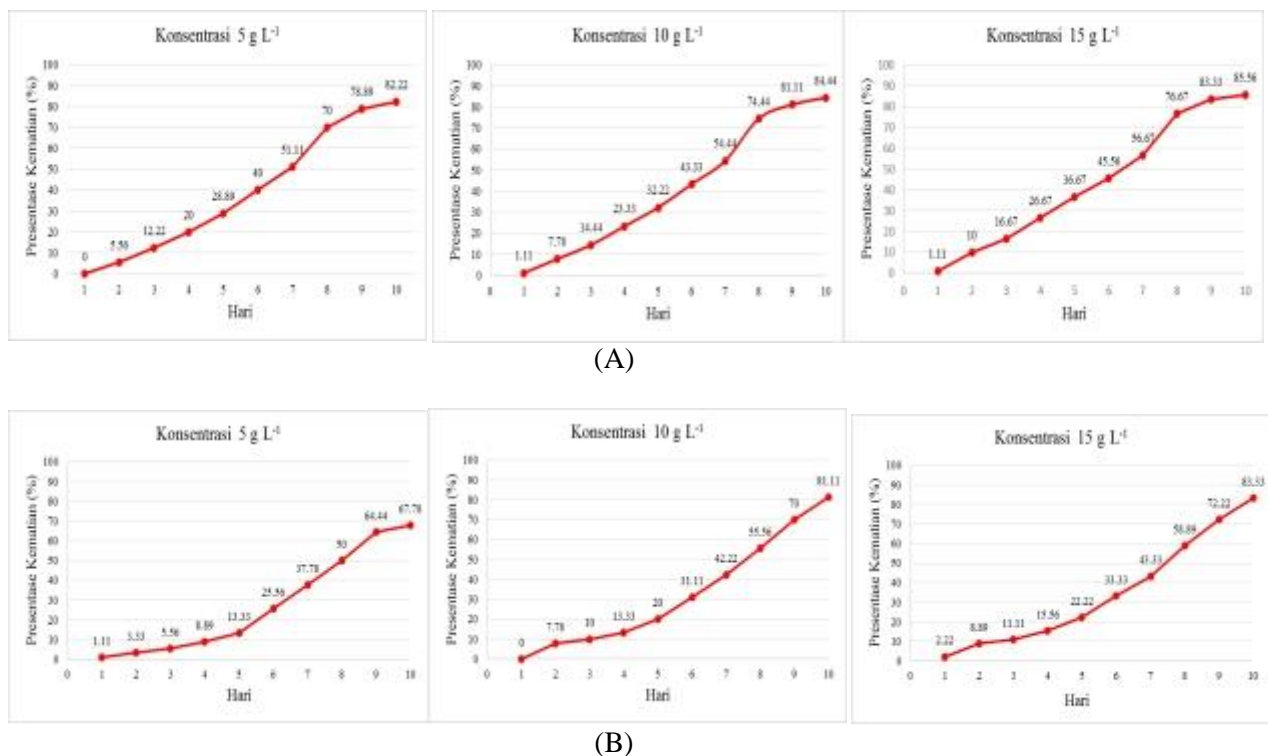
Tabel 2. Persentase mortalitas hama boleng pada hari ke-10 setelah aplikasi cendawan *B. bassiana*

Konsentrasi <i>B. Bassiana</i> (g L ⁻¹)	Rata-rata Mortalitas <i>C. formicarius</i> (%)		
	Jantan	Betina	Total
0 (tanpa aplikasi <i>B. bassiana</i>)	0,00± 0,00 a	0,00± 0,00 a	0,00± 0,00 a
5	82,22± 10,04 b	67,78± 7,79 b	75,00± 5,48 b
10	84,44± 14,40 b	81,11± 9,81 c	82,78± 9,98 b
15	85,56 ± 10,68 b	83,33± 10,95 c	84,44± 8,61 b

Keterangan : Angka pada masing-masing kolom, yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji Duncan taraf nyata 5%.

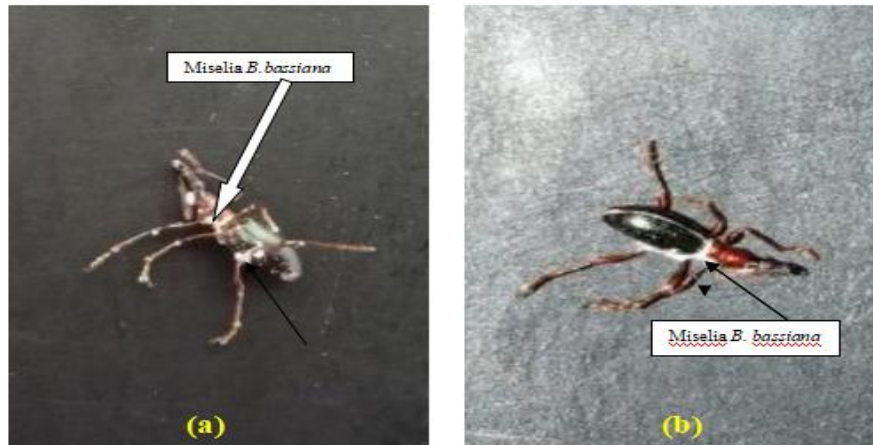
Tidak tercapainya 100% tingkat mortalitas total, disebabkan lingkungan tumbuh *B. bassiana* kurang optimal untuk pertumbuhan, yaitu kelembaban hanya 67% -74%, sedangkan untuk perkecambahan spora/konidia yang optimal adalah > 90% (Soetopo & Indriyani, 2007). Hasil ini sejalan dengan hasil uji di laboratorium, *B. bassiana* dapat menyebabkan mortalitas hama boleng 80%-97% (Pangestu, 2011); mortalitas larva *Scirphophaga incertulas* hari ke-10 pada tanamana padi sebesar 57,5%-98,33% (Thalib et al., 2013). Perbedaan efektivitas *B. bassiana* dalam mengendalikan hama tergantung dari kepadatan konidia (virulensi dan patogenitas), stadia serangga yang dikendalikan, waktu aplikasi, cara aplikasi serta frekuensi aplikasi (Tantawizal et al., 2015).

Perkembangan tingkat mortalitas imago jantan dan betina pada aplikasi *B. bassiana* terlihat pada Gambar 4. Sehari hingga hari keempat sejak aplikasi agen hayati, peningkatan mortalitas lebih lambat, dan mortalitas terus meningkat lebih tinggi mulai hari kelima hingga hari kesembilan. Hari kesepuluh tingkat mortalitas mencapai 85,56% (jantan), dan 83,33% (betina) pada aplikasi *B. bassiana* 15 g L⁻¹.



Gambar 4. Perkembangan mortalitas hama boleng jantan (A) dan betina (B) pada aplikasi *B. bassiana* dengan konsentrasi berbeda

Mumifikasi merupakan salah satu ciri serangga yang telah terparasiti lanjut oleh *B. bassiana*, dimana sebagian tubuh serangga ditumbuhi oleh miselium yang berwarna putih menyerupai kapas. Jika kondisi kelembaban lingkungan optimal, koloni cendawan dapat tumbuh sangat subur sehingga membentuk bantalan berwarna putih yang menutupi permukaan serangga yang sudah terparasit (Purnama et al., 2015; Rizal et al., 2017). Mumifikasi merupakan proses selanjutnya setelah serangga hama terinfeksi, dan bahkan mati. Pada kelembaban yang tinggi spora *B. bassiana* berkecambah, berpenetrasi dan memanfaatkan tubuh serangga hama sebagai substrat untuk pertumbuhan dan perkembangan (Indianti & Saleh, 2010). Setelah serangga hama mati, cendawan muncul melalui sambungan kulit luar serangga dan terus berkembang sehingga terlihat warna putih dari masa miselia yang tumbuh pada tubuh serangga *C. formicarius* (Gambar 5).



Gambar 5. Mumifikasi serangga hama boleng (a) tampak dari bagian ventral, (b) tampak dari bagian dorsal (gambar diperbesar dari ukuran aslinya).

Berdasarkan pengamatan pada hari ke sepuluh setelah aplikasi *B. bassiana*, mumifikasi pada hama boleng tidak terjadi pada tiap perlakuan, kecuali pada perlakuan aplikasi 15 g L^{-1} *B. bassiana*. Aplikasi 5 g L^{-1} dan 10 g L^{-1} *B. bassiana* walaupun tidak terjadi mumifikasi pada serangga uji, tetapi dapat memberikan tingkat mortalitas total yang berbeda tidak nyata di dibandingkan dengan aplikasi 15 g L^{-1} (Tabel 2). Keadaan ini menunjukkan bahwa serangga *C. formicarius* yang mati tidak selalu mengalami mumifikasi. Hal ini seperti pernyataan Soetopo & Indrayani (2007), bahwa serangga yang mati tidak selalu disertai gejala pertumbuhan spora pada tubuhnya.

Berdasarkan hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa *B. bassiana* efektif mengendalikan *C. formicarius*, dan aplikasi 5 g L^{-1} dapat menyebabkan pesentase mortalitas total imago hama boleng sebesar 75% (82,22 % pada jantan dan 67,78 % pada betina). Aplikasi konsentrasi ini disarankan digunakan untuk mengendalikan *C. formicarius*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Koordinator dan seluruh staf Satuan Pelayanan Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Wilayah II atas fasilitas laboratorium yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat berlangsung dengan lancar. Terima kasih juga kami haturkan kepada Kepala Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT) Jatisari yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (2015). Luas Pertanaman Ubijalar. Retrieved from www.bps.go.id/tmnpgn.php
- Bastian P. W., Salaki, C., Makal, H. & Tulung, M. (2015). Pemanfaatan jamur *Beauveria bassiana* terhadap serangga *Aphis* sp pada tanaman cabe. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/view/7971/7529>
- Capinera, J. L. (1998). Common Name Sweet Potato Weevil, Scientific Name: *Cylas formicarius* Fabricius) (Insecta: Coleoptera: Brentidae (Curculionidae) Retrieved from <http://creatures.ifas.ufl.edu/>
- Erawati, D. N. & Wardati, I. (2016). Teknologi Pengendalian Hayati *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* terhadap Hama Kumbang Kelapa Sawit (*Oryctes rhinoceros*). Prosiding Seminar Nasioal Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat 2016, Pusat penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Jember, September 2016. Hlm 1-5
- Hashim, N. A., Zulkifli, N. A., Saad, K. & Basari, N (2017) The Infestation of *Cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera: Brentidae) And Its Effect on Postharvest Quality of Storage Sweet Potatoes. *Malays. Appl. Biol.*, 46(3): 185–193

- Herdatiarni, F., Himawan, T. & Rachmawati, R. (2014). Eksplorasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria* sp. Menggunakan Serangga Umpan pada Kooditas Jagung, Tomat dan Wortel Organik di Batu Malang. *J. HPT*, 1(3): 1-11
- ILO & UNDP (2012). Kajian Ubi Jalar dengan Pendekatan Rantai Nilai dan Iklim Usaha di Kabupaten Jayawijaya. “Program Pembangunan berbasis Masyarakat Fase II: Implementasi Institusionalisasi Pembangunan Mata Pencaharian yang Lestari untuk Masyarakat Papua” Retrieved from http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@asia/@ro-bangkok/@ilo-jakarta/documents/publication/wcms_342931.pdf
- Indiati, S. W. & Saleh, N. (2010). Hama Boleng pada Tanaman Ubijalar dan Pengendaliannya. *Buletin Palawija* No. 19: 27–37
- Indrayani, I., Soetopo, D. & Hartono, J. (2013). Efektivitas Formula Jamur *Beauveria bassiana* dalam Pengendalian Penggerek Buah Kapas (*Helicoverpa armigera*). *J. Littri*, 19(4):178 – 185
- Lestari, D.H. (2014). Teknik Menghitung Mikroba (ALT dan MVN). Fakultas Farmasi Universitas Pancasila Jakarta.
- Pangestu, B. D. (2011). Efikasi Tiga Isolat Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Vuill.) Balsm. Dalam Mengendalikan Hama Boleng *Cylas formicarius* (F) (Coleoptera: Formicidae) pada Ubijalar. Skripsi. Malang: Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang
- Pertiwi, D. A. A. (2014). Manfaat *Beauveria bassiana* dalam Pengendalian WBC. Retrieved from <http://distan.jogjaprovo.go.id/manfaat-beauveria-bassiana-dalam-pengendalian-wbc/>
- Purnama, H., Hidayati, N. & Setyowati, E. (2015). Pengembangan Produksi Pestisida Alami dari *Beauveria bassiana* dan *Trichoderma* sp. Menuju Pertanian Organik. *Warta*. 18(1): 01 - 9
- Rizal, M., Wahyono, T. E. & Sukmana, C. (2017). Keefektifan *Beauveria bassiana* dan Pupuk Organik Cair terhadap *Nilaparvata lugens*. *Bul. Littro*, 28 (1): 97-104
- Rosmiati, A., Hidayat, C., Firmansyah, E. & Setiati, Y. (2018). Potensi *Beauveria bassiana* sebagai Agens Hayati Spodoptera litura Fabr. pada Tanaman Kedelai. *J. Agrikultura*, 29 (1): 43-47.
- Soetopo, D. & Indrayani, I. (2007). Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* Untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan.. *Perspektif* 6 (1): 29 – 46
- Suryadi, Y., Priyatno, T. P., Samudra, I. M., Susilowati, D. N., Lawati, N. & Kustaman, E. (2013). Pemurnian Parsial dan Karakterisasi Kitinase Asal Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Isolat BB200109. *J. Agro Biogen*. 9(2):77-84
- Susan S.C.A. Wowiling, J. Pelealu & Maramis, R.T.D. (2015). Pemanfaatan cendawan *Beauveria bassiana* dalam mengendalikan hama *Paraecusmetus* sp. pada tanaman padi sawah di Kabupaten Minahasa Selatan. *J. Bioslogos*. 5 (2) :55-62
- Syamsir, E. (2008). Ubijalar. Retrieved from <http://id.shvoong.com>
- Tantawizal, A., I. & Prayogo, Y. (2015) Potensi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin untuk Mengendalikan Hama Boleng *Cylas formicarius* F. pada Tanaman Ubijalar. *Bul. Palawija* No. 29: 46–53.
- Thalib, R., Fernando, R., Khodijah, D. M. & Herlinda, S. (2013) Patogenitas Isolat *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* asal Tanah Lebak dan Pasang Surut Sumatera Selatan untuk Agens Hayati *Scirpophaga incertulas*. *J. HPT Tropika*. 13(1): 10 – 18.

INTERAKSI *Trichonympha* sp. DAN RAYAP DALAM MENJAGA KESUBURAN TANAH

Kintan Prisca Haryanto¹, Irma Maudyni², Alfiah³, Muhimatul Umami⁴

^{1,2,3}Jurusan Tadris IPA Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN Syekh Nurjati Cirebon
45131

^{1,2,3,4}IAIN Syekh Nurjati Cirebon, Jalan Perjuangan Karyamulya, Kota Cirebon Jawa Barat
Telp. (0231) 489926

e-mail: *¹kintanprisca12@gmail.com, ²irmamaudyni020998@gmail.com, ³aalfiyah88@gmail.com

Co-Author e-mail : ⁴muhimatul.umami92@gmail.com

Abstrak. Rayap merupakan salah satu jenis insekta yang berperan sebagai dekomposer karena mampu mendegradasi selulosa yang menghasilkan senyawa organik bermanfaat untuk kesuburan tanah. Peran rayap dalam lingkungan tidak luput dari interaksi antar organisme, salah satunya protozoa dari kelompok zooflagellata, familia Trichonymphidae. Namun, informasi terkait interaksi rayap tanah dan *Trichonympha* sp. tersebut dalam menjaga kesuburan tanah masih belum tersedia sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode eksperimental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis *Trichonympha* sp dapat ditemukan pada usus ketiga jenis rayap yaitu rayap kayu, rayap tanah dan rayap buku. Selain berperan dalam mendigesti lignoselulosa pada usus rayap, *Trichonympha* sp juga mampu bersimbiosis dengan rayap untuk menghasilkan sumber nutrient tanah sehingga dapat menjaga kesuburan tanah. Hal tersebut ditandai dengan terdapatnya kandungan unsur hara tanah yakni senyawa nitrogen dan fosfor yang diperoleh dari degradasi selulosa kayu, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan optimal serta kondisi tekstur tanah yang mudah menyerap air. Kesimpulan, interaksi zooflagellata jenis *Trichonympha* sp dengan rayap mampu menjaga kesuburan tanah sehingga pertumbuhan tanaman optimal.

Kata Kunci: Rayap, Zooflagellata, *Trichonympha* sp, Kesuburan tanah dan Unsur hara

PENDAHULUAN

Tanah merupakan dasar pijakan yang menjadi tempat tinggal semua makhluk hidup yang ada di bumi, yang menjadi salah satu faktor utama dalam menentukan keberlangsungan hidup. Kondisi tanah yang subur tentunya akan sangat dibutuhkan, terutama bagi tumbuhan untuk memperoleh nutrisi hara sehingga mampu menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Prabowo dan Subantoro (2011), tanah yang subur memiliki produktivitas tinggi, yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai komoditas baik pertanian maupun ekonomi. Tanah yang subur biasanya memiliki profil yang dalam melebihi 150 cm, strukturnya gembur, pH atau derajat keasamannya 6,0-6,5, kandungan unsur hara yang cukup, dan tidak terdapat faktor pembatas dalam tanah untuk menghambat pertumbuhan tanaman.

Kesuburan tanah dapat pula ditilik dari kemampuan tanah dalam menyediakan berbagai unsur hara dengan kadar yang cukup. Suplai unsur hara di dalam tanah akan dipengaruhi oleh sifat-sifat yang dimiliki oleh tanah, meliputi sifat fisik, sifat kimia, dan sifat biologi dari tanah itu sendiri. Unsur hara yang terkandung di dalam tanah, terdiri atas unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro meliputi kandungan kalium, karbon, nitrogen, magnesium, sulfur, dan kalium, sedangkan unsur mikro meliputi seng, tembaga, besi, nikel, boron, dan klor. Keseluruhan unsur hara berasal dari bebatuan tanah maupun mineral-mineral terkecuali unsur nitrogen yang dapat diperoleh dari lingkungan itu sendiri, salah satunya berasal dari pupuk organik.

Kualitas kesuburan tanah dapat ditentukan oleh beberapa faktor, salah satunya dapat ditentukan oleh makrofauna tanah. Makrofauna tersebut akan memanfaatkan tanah sebagai habitat alami yang menunjang proses pertumbuhan dan aktivitas fisiologi, yang tentunya akan sangat menentukan produktivitas lahan yang ditempatinya.

Rayap merupakan jenis insekta yang termasuk dalam ordo Isoptera, yang berperan sebagai dekomposer senyawa organik yang mampu melakukan perbaikan fisik dan kimia tanah. Menurut Pranoto dan Latifah (2016), Rayap terutama jenis rayap tanah mampu melakukan proses perbaikan agregat tanah, menstabilkan bahan organik tanah, membantu proses dehumifikasi, dan pelepasan unsur nitrogen dan fosfor yang sangat dibutuhkan sebagai indikator tanah yang subur. Keberadaan rayap tanah akan ditemui dalam jumlah yang banyak, pada areal yang ditumbuhi tanaman dengan subur.

Rayap akan tetap hidup dengan memperoleh nutrisi dari kayu yang mengandung selulosa, selulosa dapat dicerna oleh rayap berkat bantuan organisme protozoa yang hidup di dalam usus rayap. Protozoa yang hidup di dalam usus rayap termasuk ke dalam kelas zooflagellata, salah satunya yaitu family Trichonymphidae. Simbiosis yang terjadi antara rayap dan Trichonymphidae berlangsung secara simbiosis mutualisme, yang mana Trichonymphidae dapat mensintesis enzim selulose. Enzim selulose yang dihasilkan dapat berguna untuk membantu proses pemecahan selulosa yang terkandung di dalam kayu sehingga selulosa dapat dicerna oleh rayap. Sedangkan, rayap memberikan tempat tinggal dan nutrisi bagi Trichonympha sehingga kelangsungan hidup rayap sangat bergantung pada keberadaan organisme simbiosis tersebut.

Keberlangsungan simbiosis mutualisme yang terjadi membuat rayap berperan penting bagi lingkungan, yakni sebagai pengurai selulosa yang memiliki fungsi utama untuk kesuburan tanah. Proses penguraian selulosa dari kayu nantinya akan dikembalikan menjadi unsur hara tanah, sehingga menyebabkan tanah menjadi subur karena kaya akan kandungan hara yang melimpah dan bermanfaat bagi kehidupan tanaman. Tanaman yang tumbuh subur karena melimpahnya kandungan hara di dalam tanah, akan berguna bagi keseimbangan ekosistem. Tanaman akan berperan dalam keberlangsungan siklus hidrologi dan membantu menyimpan cadangan air, sehingga meminimalisir terjadinya kekeringan dan produktivitas tanah semakin meningkat.

Rayap tidak akan mampu bertahan hidup tanpa hadirnya organisme zooflagelata, termasuk family Trychonymphidae. Namun, masih belum diketahui kandungan apa saja yang terkandung dalam Trychonymphidae sehingga mampu membantu proses pemecahan selulosa pada proses pencernaan Rayap. Selain itu, spesifikasi jenis rayap yang juga belum diketahui secara pasti, jenis mana yang lebih banyak mengandung Trychonymphidae. Banyaknya organisme Trychonymphidae akan berbanding lurus dengan jumlah rayap, yang otomatis akan terkait untuk membantu proses penguraian kayu menjadi unsur hara yang kembali ke dalam tanah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rayap yang berguna sebagai pengurai selulosa untuk kesuburan tanah. Akan tetapi, penelitian ini akan lebih terfokus pada simbiosis zooflagellata family Trychonymphidae yang terdapat pada usus rayap dan jenis rayap yang banyak memiliki kandungan simbiosis zooflagellata.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Zoologi IAIN Syekh Nurjati Cirebon pada bulan Maret. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental, yakni menggunakan tiga sampel rayap yang berbeda yakni rayap kayu, rayap buku, dan rayap tanah. Masing-masing sampel akan dikeluarkan isi abdomennya untuk mengisolasi protozoa yang ada di dalamnya. Teknik isolasi yang digunakan adalah *squash*. Secara *squash*, isi abdomen sampel akan direndam dengan larutan NaCl fisiologis dan bagian ususnya dicacah dengan menggunakan jarum. Kemudian, satu tetes sampel diambil dengan pipet dan diteteskan pada *object glass* untuk diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran tertentu. Teknik tersebut dilakukan untuk mengidentifikasi protozoa yang ada di dalam usus rayap dan untuk mengetahui jenis rayap mana yang lebih banyak memiliki simbiosis protozoa di bagian ususnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Protozoa jenis *Trichonympha* sp. ditemukan disemua jenis rayap, baik pada rayap kayu, rayap buku, maupun rayap tanah. *Trichonympha* sp. dapat ditemukan pada bagian pencernaan rayap, tepatnya berada pada bagian usus belakang rayap. *Trichonympha* sp. memiliki fungsi fisiologis yang paling utama dalam proses pencernaan, protozoa jenis ini mampu menghasilkan enzim selulase yang dapat mendegradasi selulosa kayu yang menjadi sumber makanan bagi rayap. Enzim selulase ini terdiri atas kompleks endo- β -1,4-glukanase, ekso- β -1,4-glukanase, yang mampu menghancurkan

selulosa murni dan selulosa terlarut menjadi glukosa, (Antriana, 2014). Simbion zooflagellata akan mengeluarkan enzim selulase untuk merombak polimer selulosa menjadi monomer-monomer gula sederhana yang mampu diserap ke dalam tubuh rayap.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dari ketiga sampel jenis rayap diperoleh pada sampel rayap kayu memiliki simbion protozoa *Trichonympha* sp. dengan jumlah yang lebih melimpah dibandingkan pada jenis rayap buku maupun tanah. Jenis rayap kayu yang diperoleh diidentifikasi termasuk ke dalam genus *Glyptotermes*, hal ini dikarenakan berasal dari kayu lembab. Genus *Glyptotermes* bersarang dalam kayu dan tidak berhubungan dengan tanah, rayap ini tentu lebih banyak mengkonsumsi kayu yang mengandung selulosa.



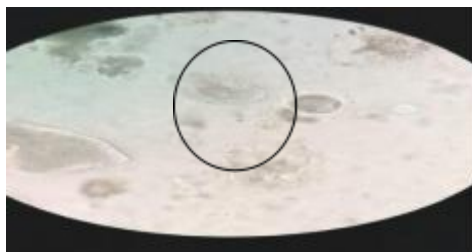
Gambar 1. Rayap Kayu di Habitatnya



Gambar 2. Morfologi Rayap Kayu

Konsumsi kayu oleh rayap kayu otomatis mengakibatkan proses penguraian selulosa menjadi monomer-monomer gula sederhana dalam pencernaan lebih banyak dilakukan, sehingga tentu terdapat banyak simbion *Trichonympha* sp. yang hidup di bagian usus rayap tersebut. Berbeda dengan rayap buku dan rayap tanah, pada rayap buku ditemukan simbion protozoa *Trichonympha* sp. dalam jumlah sedikit.

Rayap *Glyptotermes* memiliki ciri morfologi, yakni memiliki antenna 12 ruas dengan panjang tubuh kurang lebih 5,1 mm, tubuh berwarna putih pucat dengan kepala berwarna kuning muda, dan panjang kepala dengan mandibel 2,1 mm. Rayap ini hidup dan berkembang hanya dengan mengkonsumsi serat kayu yang mengandung serat kasar, (Handru et al, 2012).



Gambar 3. Protozoa pada usus rayap buku



Gambar 4. Protozoa pada rayap kayu

Berdasarkan hasil penelitian, rayap kayu memiliki jumlah protozoa yang lebih banyak dibandingkan rayap buku terlebih lagi rayap tanah. Simbion protozoa *Trichonympha* sp. yang diperoleh dengan berbagai variasi ukuran, yang memiliki bentuk seperti buah pir yang di bagian ujungnya terdapat bulu cambuk (flagel). Bulu cambuk tersebut berguna sebagai alat lokomasi untuk memperoleh makanan melalui cara fagositosis yang terjadi pada bagian vakuola kontraktil yang berada pada bagian ujung tubuhnya.

Simbion protozoa jenis *Trichonympha* sp. secara mandiri menghasilkan enzim selulase yang mampu membantu proses pencernaan rayap dalam menguraikan selulosa yang terkandung pada kayu. Enzim selulase tersebut akan mengubah selulosa menjadi gula-gula sederhana yang dapat diserap oleh rayap sebagai nutrisi untuk melakukan seluruh aktivitas maupun mendukung pertumbuhan dan perkembangan rayap.

Jenis rayap kayu memiliki simbion protozoa yang lebih banyak dalam bagian ususnya, yang membantu proses penguraian selulosa kayu dalam jumlah yang lebih dibandingkan jenis rayap buku maupun rayap tanah. Keragaman simbion protozoa terutama family Trichonymphidae yang membantu menguraikan selulosa sehingga rayap mampu melangsungkan kehidupannya. Semakin banyak

keragaman protozoa yang terdapat dalam usus rayap, maka semakin banyak rayap yang dapat bertahan hidup sebagai dekomposer yang mampu memecah selulosa kayu. Selulosa kayu yang berhasil terdegradasi nantinya akan dikembalikan menjadi unsur hara yang banyak mengandung nitrogen dan fosfor yang turut mendukung produktivitas tanah untuk pertumbuhan tanaman.

Berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa hambatan yang ditemukan pada pelaksanaan penelitian. Hambatan tersebut yakni sulitnya memperoleh bahan utama penelitian rayap, dikarenakan pada saat penelitian dilakukan ketika musim kemarau sehingga sulit ditemukan berbagai rayap. Selain itu, setelah dilakukan percobaan ulang untuk memastikan adanya simbiosis keberadaan protozoa family Trichonymphidae sulit ditemukan pada rayap buku. Hal ini dapat diakibatkan kemungkinan rayap buku ini mengkonsumsi buku yang bertinta sehingga terkontaminasi oleh zat senyawa kimia yang terkandung oleh tinta. Meskipun demikian, memang terbukti bahwa rayap mampu menyuburkan tanah karena mampu mendegradasi selulosa menjadi unsur hara bagi tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih Kami ucapkan kepada pihak Laboran Laboratorium Zoologi IAIN Syekh Nurjati Cirebon, yang telah kesempatan untuk menggunakan laboratorium secara leluasa yang sangat mendukung dalam pelaksanaan penelitian. Tak lupa pula, terimakasih kepada Ibu Muhimatul Umami, selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan semangat, bimbingan, dan motivasi sehingga penelitian ini berjalan lancar dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Antriana, N. (2014). Isolasi Bakteri Asal Saluran Pencernaan Rayap Pekerja (*Macrotermes* sp.). *Jurnal Sainfika*. Vol.16(1): 18-28.
- Handru, A. et al. (2012). Jenis-Jenis Rayap (Isoptera) di Kawasan Hutan Bukit Tengah Pulau Dalam Areal Perkebunan Kelapa Sawit, Solok Selatan. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. Vol. 1(1): 67-99.
- Prabowo, R. & Subantoro, R. (2011). Analisis Tanah sebagai Indikator tingkat Kesuburan Lahan Budidaya Pertanian di Kota Semarang. *Jurnal Ilmiah Cendikia Eksakta*. Vol.2(4): 59-64.
- Pranoto, D.Y.B. & Latifah, S. (2016). Pengaruh Aktivitas Rayap Tanah terhadap Produktivitas Tanah di Arboretum Sylva Fakultas Kehutanan. *Jurnal Hutan Lestari*. Vol.4(4): 463-471.

PENGARUH KONSENTRASI AIR KELAPA (*Cocos nucifera* L) TERHADAP PRODUKSI ANTIBIOTIKA OLEH *Bacillus subtilis* ATCC 6051

Inherni Marti Abna

Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Esa Unggul Jakarta
Jalan Arjuna Utara No.9, Kebon Jeruk, Jakarta-11510
e-mail: inherni.martiabna@esaunggul.ac.id

Abstrak. Penyakit infeksi masih menjadi masalah yang utama diderita oleh masyarakat Indonesia. Antibiotika merupakan bahan baku obat yang sangat memegang peranan penting dalam menanggulangi penyakit infeksi di Indonesia. Hampir 90% bahan baku antibiotika yang digunakan di industri farmasi adalah impor. Ketergantungan yang teramat tinggi pada bahan baku impor menjadikan industri farmasi Indonesia sangat rawan. Oleh karena itu, saat ini gencar dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan antibiotika baru dengan biaya murah berasal dari bahan alam asli Indonesia. Telah dilakukan penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan dengan pengambilan sampel secara purposive sampling. Dalam penelitian ini bakteri yang digunakan adalah *Bacillus subtilis* ATCC 6051. Air kelapa digunakan pada konsentrasi 25%, 50%, 75%, 100% v/v, dan tanpa menggunakan air kelapa (100% v/v media Hanlon dan Hodges, 1981) sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air kelapa dapat digunakan sebagai media fermentasi untuk menghasilkan kadar antibiotika yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh Media Hanlon dan Hodges (1981). Dalam fermentasi menggunakan orbital shaker incubator didapatkan kadar antibiotika tertinggi sebanyak 2,72 IU pada konsentrasi air kelapa 50% (v/v).

Keywords: *Bacillus subtilis*, Antibiotik

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk salah satu negara penghasil kelapa (*Cocos nucifera* L.) yang potensial, dengan total produksi 3,75 ton/tahun (Mahmud & Fery, 2005). Kelapa merupakan jenis tanaman serbaguna karena hampir semua bagian tubuh kelapa dapat dimanfaatkan, seperti daging, air, sabut, tempurung, daun, batang dan akar.

Air kelapa sebagai salah satu komponen buah kelapa belum dimanfaatkan secara optimal malahan lebih sering dibuang (Warisno, 2007). Salah satu alternatif untuk menanggulangi masalah tersebut adalah dengan penerapan bioteknologi, sehingga dapat dihasilkan produk baru yang mempunyai nilai tambah. Dalam bidang bioteknologi, air kelapa memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bahan obat, salah satunya adalah antibiotika melalui proses fermentasi. Air kelapa mengandung protein, gula, lemak, vitamin-vitamin dan zat tumbuh. Komponen kimiawi ini merupakan senyawa yang diperlukan oleh mikroorganisme terutama bakteri (Arsa, 2011).

Dewasa ini gencar dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan antibiotika baru. Beberapa upaya itu diantaranya telah berhasil dan diproduksi secara besar-besaran salah satunya basitrasin. Basitrasin suatu antibiotika polipeptida dari beberapa galur *Bacillus licheniformis* dan *Bacillus subtilis* telah diproduksi dalam skala industri dan dipasarkan (Moeis et al., 2000). Antibiotika polipeptida bersifat bakterisidal terutama terhadap bakteri Gram Positif antara lain *Staphylococcus*, *Streptococcus*, dan *Micrococcus*, juga efektif terhadap beberapa mikroorganisme Gram Negatif seperti *Meningococcus*, *Gonococcus*, dan *Haemophilus influenzae* (Volk & Wheeler, 1993; Siswandono & Sukarjo, 1995). Penelitian lain yang pernah dilakukan diantaranya adalah pengaruh protease ion pada produksi antibiotika pyoluteorin oleh *Pseudomonas fluorescens* Pf-5 (Whistler et al., 2000). Selanjutnya, produksi bacilysosin oleh *Bacillus subtilis* 168 (Tamehiro et al., 2002). Bacilysosin merupakan suatu antibiotika fosfolipid baru yang mampu menghambat pertumbuhan berbagai bakteri dan jamur. Biosintesis antibiotik basitrasin secara fermentasi padat oleh *Bacillus licheniformis* menggunakan minyak biji lemak sebagai substrat juga berhasil diteliti (Farzana, 2005). Kemudian

Awais (2010) melaporkan produksi metabolit antimikroba oleh *Bacillus subtilis* dalam polyacrylamide gel.

Penelitian mengenai pengaruh konsentrasi air kelapa terhadap produksi antibiotika oleh *Bacillus subtilis* belum pernah dilaporkan. Salah satu yang pernah dilaporkan Abna (2018) baru sebatas pemanfaatan limbah air kelapa sebagai media fermentasi antibiotika. Dalam penelitian ini akan ditinjau lebih lanjut bagaimana pengaruh penggunaan konsentrasi air kelapa yang berbeda terhadap produksi antibiotika oleh *Bacillus subtilis* ATCC 6051.

BAHAN DAN METODE

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Sampel air kelapa diambil secara Purposive Sampling, kemudian penelitian ditata dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan lima ulangan. Perlakuan tersebut sebagai berikut:

- A. Kadar air kelapa 0% (100% media dasar fermentasi sebagai kontrol)
- B. Kadar air kelapa 25% (dalam 75% media dasar fermentasi)
- C. Kadar air kelapa 50% (dalam 50% media dasar fermentasi)
- D. Kadar air kelapa 75% (dalam 25% media dasar fermentasi)
- E. Kadar air kelapa 100%

Dengan tata letak perlakuan sebagai berikut:

D4	C1	A3	E1	C5
A5	C4	A2	D2	B2
C2	E3	B5	C3	D1
B4	B3	A1	A4	D3
E5	D5	B1	E4	E2

Keterangan: A,B,C,D dan E adalah perlakuan. 1,2,3,4 dan 5 adalah ulangan

Alat

Alat-alat yang digunakan antara lain: cawan petri 50 ml, tabung reaksi, pembakar bunsen, jarum ose, corong kaca, erlenmeyer 1000 ml, erlenmeyer 500 ml, bekkor glass 500 ml, bekkor glass 1000 ml, orbital-shaker incubator, autoklaf, timbangan listrik, inkubator, lemari pengering (oven), freezer, lemari pendingin suhu 0-4°C, lemari asam, mikrosentrifuga eppendorf, kompor listrik, waterbath, hot plate magnetic stirrer, magnetic stirrer, pH meter (Backman), Spektrofotometer Shimadzu UV-120-02, disposable cuvet, spatula, vortex, gelas ukur, labu ukur, pipet ukur, pipet tetes, laminar air flow, jangka sorong, pipet tip, mikropipet, tabung mikrosentrifuga eppendorf, foto mikroskop, kaca objek, kaca penutup, pelobang agar dan labu semprot.

Bahan

Bahan yang digunakan limbah air kelapa yang diambil secara purposive sampling, biakan murni *Bacillus subtilis* ATCC 6051 dan *Micrococcus luteus* NCIMB 8945, air kaldu, pepton, air suling, agar bacto, NaH₂PO₄, KH₂PO₄, MgSO₄ . 7H₂O, CaCl₂ . 6H₂O, FeSO₄ . 7H₂O, CoCl₂ . 6H₂O, MnCl₂ . 4H₂O, ZnSO₄ . 7H₂O, H₃BO₃, Na₂MoO₄ . 2H₂O, KI, H₂SO₄ pekat NaCl 0,1 M, HCL 2N, NaOH 2N, NH₄Cl, Glukosa, alkohol 70%, spiritus, kapas, kertas label, aluminium foil, benang, kain kassa, kertas saring, fenol, natrium hipoclorid, sodium nitroprusid, larutan buffer pH 7, larutan buffer pH 6, dan antibiotik basitrasin standar.

Penyiapan Media:

Media Air Kelapa

Sebanyak 10L air kelapa (*Cocos nucifera* L) dikumpulkan, disaring dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 1000 ml sebanyak sepuluh labu. Filtratnya diambil sebagai media starter dan media fermentasi *Bacillus subtilis* ATCC 6051.

Medium Nutrient Agar (NA)

Ditimbang secara seksama beef ekstrak 3 gr, pepton 5 gr dan agar bacto 15 gr, kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass 1000 ml, lalu dilarutkan dengan 1000 ml air suling, kemudian disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 15 lbs selama 15 menit. Medium ini digunakan untuk perbanyak bakteri *Bacillus subtilis* ATCC 6051.

Medium Nutrient Broth (NB)

Medium Nutrient Broth dibuat dengan cara yang sama seperti pada NA, tetapi tanpa penambahan agar. Medium NB digunakan untuk media kultivasi mikroba.

Media Dasar Fermentasi

Untuk pembuatan media dasar fermentasi antibiotik menggunakan metoda yang sama dengan pembuatan media NA dan NB namun dengan komposisi yang berbeda. Susunan media dasar fermentasi yang digunakan dibuat berdasarkan Hanlon dan Hodges (1981) sebagai berikut: NH_4Cl 5,00 mM, Na_2HPO_4 5,68 gr, KH_2PO_4 3,54 gr, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,12 gr, Glukosa 36,00 mM, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,15 gr, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,003 gr, larutan unsur mikro 2,5 ml, air suling sampai dengan 1000,00 ml. Untuk komposisi larutan unsur mikro sebagai berikut: $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1,98 gr, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,25 gr, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,29 gr, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,12 gr, H_3BO_3 0,31 gr, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,12 gr, KI 0,08 gr, dan air suling sampai dengan 1000,00 ml.

Peremajaan Biakan Murni Bakteri Starter dan Bakteri Uji

Biakan murni *Bacillus subtilis* diperoleh dari Pusat Kultur *American Type Collection Culture* (ATCC) melalui Perum Biofarma Bandung. Biakan murni *Micrococcus luteus* didapatkan dari Pusat Kultur *National Collection of Industrial and Marine Bacteria Aberdeen Scotland (NCIMB)* melalui Laboratorium Mikrobiologi ITB Bandung. Biakan yang sudah murni tersebut diperbanyak dengan ditanamkan pada media agar miring secara streak plate dilakukan secara aseptis kemudian diinkubasikan masing-masing pada suhu 37°C dan 30°C selama kurang lebih 24 jam, setelah itu disimpan pada suhu 0-4°C. Tiap lima belas hari dilakukan pemindahan biakan pada agar miring baru.

Pembuatan Inokulum

Diambil sebanyak 2 ose biakan murni *Bacillus subtilis* dan diinokulasikan ke dalam medium NB (50 ml), lalu dikocok dalam *orbital shaker incubator* dengan kecepatan 180 rpm pada suhu 37°C selama 24 jam. Kemudian dari medium NB tersebut, dipipet sebanyak 10 % lalu dimasukkan ke dalam medium NB berikutnya sebanyak 50 ml dan dikocok lagi dengan *orbital shaker incubator* selama 7 jam dengan kecepatan 180 rpm pada suhu 37°C, ini disebut inokulum I. Selanjutnya sebanyak 10 % dari medium inokulum I dipipet ke dalam medium inokulum II yang terdiri dari campuran air kelapa dan medium NB dengan perbandingan 1:1 dan dikocok pada *orbital shaker incubator* pada kondisi yang sama dengan pengocokan sebelumnya selama 7 jam. Kemudian sebanyak 10% dari medium inokulum II dipipet ke dalam medium inokulum III yang terdiri dari campuran medium dasar fermentasi Hanlon & Hodges (1981) dan air kelapa dengan perbandingan 1:1 dan dikocok kembali dengan kondisi yang sama dengan pengocokan sebelumnya selama 4 jam. Larutan pada medium inokulum III selanjutnya dapat dijadikan starter untuk media fermentasi.

Penentuan Kurva Pertumbuhan *Bacillus subtilis* ATCC 6051

Diambil 2 ose biakan murni *Bacillus subtilis* ATCC 6051 dan diinokulasikan ke dalam medium Nutrient Broth (NB), kemudian dikocok dengan *orbital shaker incubator* pada kecepatan 180 rpm selama 24 jam dengan suhu 37°C. Setiap jam dilakukan penyamplingan yaitu dengan memipet 1 ml larutan kultur untuk dimasukkan ke dalam kuvet disposable dan dilakukan pengukuran Optical Density (OD) dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 580 nm. Kemudian dibuat kurva pertumbuhan *Bacillus subtilis* ATCC 6051 dengan waktu sampling sebagai sumbu X dan OD sebagai sumbu Y. Sementara itu tiap-tiap jam juga diambil 1,5 ml larutan kultur untuk diisolasi dan diuji aktivitas antibiotiknya. Sementara itu terhadap bakteri uji *Micrococcus luteus* juga dibuat kurva pertumbuhannya.

Fermentasi

Fermentasi dilakukan dengan memakai dosis starter 10 % (v/v) dan konsentrasi air kelapa yang bervariasi sesuai perlakuan yaitu kadar air kelapa 0, 25, 50, 75 dan 100 % (v/v) dicampur dengan media dasar fermentasi dengan perbandingan 1:1. Fermentasi dilakukan dengan volume kerja erlenmeyer 200 ml dan Erlenmeyer 500 ml. Media kemudian dikocok dengan *orbital shaker incubator* dengan kecepatan 180 rpm pada suhu 37°C selama 48-52 jam. Setiap 2 jam dilakukan penyamplingan dengan menggunakan pipet ukur steril, 1 ml dimasukkan ke dalam kuvet disposable dan dilihat OD-nya dengan spektrofotometer dan 1,5 ml dimasukkan ke dalam tabung *mikrosentrifuga eppendorf* steril dan dimasukkan ke dalam freezer, untuk selanjutnya diisolasi dan diuji aktifitas antibiotiknya, kadar gula sisa, kadar amonia sisa, dan pH media fermentasi.

Isolasi Antibiotik

Larutan antibiotik dari media fermentasi diisolasi dengan sentrifugasi pada kecepatan 12.000 rpm selama 4 menit pada suhu 4°C, selanjutnya dipipet supernatant (larutan antibiotik) dan dimasukkan ke dalam tabung mikrosentrifuga eppendorf steril, kemudian disimpan dalam lemari pendingin suhu -20°C.

Uji Gula Pereduksi

Diambil cairan fermentasi (sampel) secara aseptis sebanyak 50 µl lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi ditambahkan air suling, sampai volume mencapai 5000 µl. Dari larutan tersebut diambil sebanyak 500 µl ditambahkan 500 µl fenol dan 2,5 ml H₂SO₄ pekat. Larutan-larutan tersebut dihomogenkan dengan vortex mixer dan diinkubasi pada suhu ruang selama 20 menit. Setelah itu ukur OD-nya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 570 nm. OD yang didapat kemudian dibandingkan dengan OD glukosa standar.

Uji Amonia Pereduksi

Diambil cairan fermentasi (sampel) secara aseptis lalu dimasukkan ke dalam tabung 4 ml dengan urutan 100 ml sampel, 400 ml air suling, 500 ml Reagen A dan 500 ml Reagen B. Kemudian larutan-larutan itu dicampur dan diaduk dengan vortex mixer dan diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu 37°C selama 15 menit. Setelah itu ukur OD-nya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 570 nm. OD yang didapat kemudian dibandingkan dengan OD amonia standar.

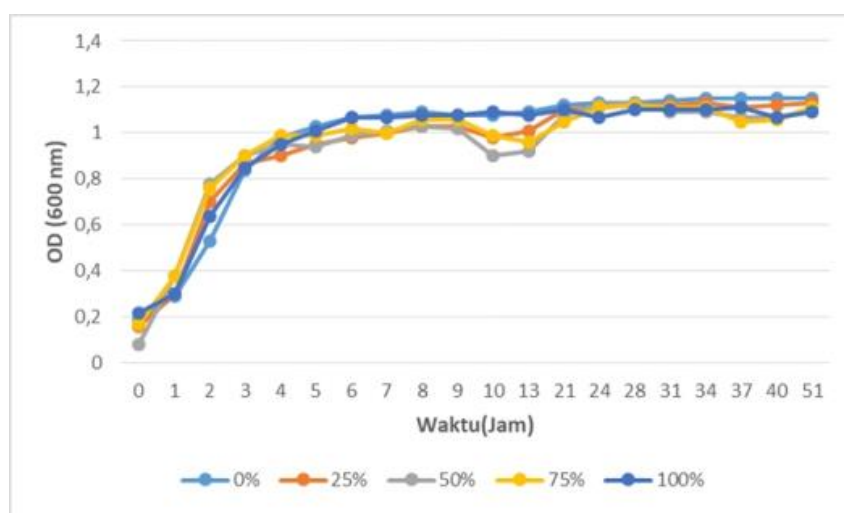
Pengukuran Kadar Antibiotik

Produk antibiotik yang dihasilkan dapat ditentukan jumlahnya dengan metode difusi agar, menggunakan bakteri penguji *Micrococcus luteus* NCIMB 8945. Salah satu metode difusi agar yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode sumur. Mula-mula dibuat larutan antibiotik standar basitrasin yang telah diketahui konsentrasinya. Pelarut yang digunakan adalah larutan buffer pH 6. *Micrococcus luteus* yang akan digunakan digoreskan pada agar miring (NA), kemudian diinkubasi selama 18-20 jam pada suhu 30°C. Selanjutnya, 2 ose *Micrococcus luteus* ditumbuhkan dalam medium kaldu nutrisi (NB), kemudian dikocok dalam *orbital shaker incubator* selama 5 jam kecepatan 180 rpm kemudian dilakukan penyamplingan tiap-tiap jam dan diamati OD-nya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 580 nm. Apabila OD-nya telah mencapai 0,8 maka pengocokan dihentikan. Setelah itu sebanyak 1 ml suspensi bakteri di dalam NB dimasukkan ke dalam medium NA (50ml) di dalam tabung erlenmeyer yang telah dicairkan dalam *waterbath* sampai suhu 40°C. Selanjutnya medium dikocok sampai homogen, kemudian dituang dalam cawan petri steril. Biarkan medium membeku beberapa saat, setelah itu dilobangi dengan Pelobang Agar sesuai perlakuan. Kemudian sebanyak 50 µl filtrat sampel antibiotik dan basitrasin standar yang telah dicairkan diteteskan dengan mikro pipet ke dalam masing-masing lobang tersebut. Setelah itu cawan petri diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam. Efek anti mikroba dan jumlah antibiotik yang dihasilkan ditentukan dengan ada atau tidaknya dan besar kecilnya diameter hambatan pertumbuhan (zona bening). Diameter zona ini diukur dengan menggunakan jangka sorong. Diameter yang terbentuk kemudian dibandingkan dengan diameter yang dibentuk oleh larutan basitrasin standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Biomassa (Jumlah Sel) *Bacillus subtilis* ATCC 6051

Jumlah sel *Bacillus subtilis* ATCC 6051 dihitung dengan metoda spektrofotometer yaitu dengan melihat Optical Density dari kultur mikroba, caranya yaitu dengan mengambil cairan sample 1,5 ml dan dimasukkan ke dalam kuvet disposable tiap-tiap jam. Kemudian diamati OD-nya menggunakan spektrofotometer dibandingkan dengan blanko medium. Menurut Dwipayana dan Herto Dwi Ariesyady (2009), metoda tersebut termasuk metode tidak langsung karena tidak dapat membedakan antara bakteri yang hidup dengan yang sudah mati sehingga seolah-olah tidak ada fase kematian. Pada Gambar 1, Pada konsentrasi air kelapa 50% v/v terlihat bahwa pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis*, pada jam ke-0 (OD = 0,19) sampai jam ke-5 (OD =1,03) mengalami fase eksponensial. Pertumbuhan sel berjalan stabil dan cenderung konstan (stasioner) mulai jam ke-6 (OD =1,07). Fase stasioner ini berlangsung sampai jam ke-51 dengan OD berkisar pada angka 1,15.

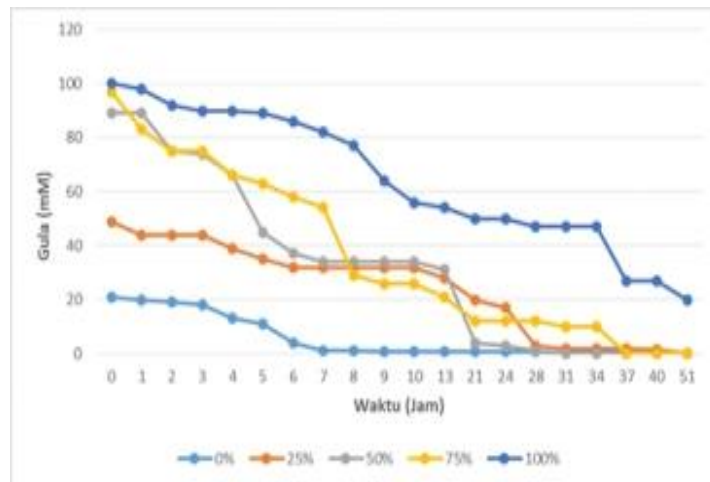


Gambar 1. Kurva Pertumbuhan *Bacillus subtilis* ATCC 6051 Pada Berbagai Konsentrasi Air Kelapa

Berdasarkan kurva pertumbuhan tersebut terlihat bahwa fase lag tidak ada. Hal ini disebabkan karena dilakukan inkubasi secara bertahap, yang dimulai dengan pemindahan *Bacillus subtilis* ke dalam kaldu nutrisi. Pada saat *Bacillus subtilis* dalam kaldu nutrisi mencapai nilai OD = 0,8 dilakukan pemindahan ke media pertumbuhan tahap pertama selama 6 jam dan dilanjutkan dengan media pertumbuhan tahap kedua selama 4 jam, seterusnya pemindahan dilakukan pada media pertumbuhan tahap ke-3 selama 3 jam, yang komposisi medianya sama dengan media produksi. *Bacillus subtilis* pada tahap ke-3 tersebut dipindahkan ke media fermentasi. Media pertumbuhan ini diinkubasi selama 51 jam. Jumlah inokulum yang digunakan adalah 10% v/v. Hasil ini seperti yang didapatkan Abna (2018)

Pemindahan bakteri secara bertahap tersebut menyebabkan inokulum berada dalam keadaan aktif dan komposisi media inokulum yang sama dengan media fermentasi menyebabkan bakteri langsung memasuki fase eksponensial tanpa melalui fase lag terlebih dahulu. Hal ini sesuai dengan pendapat Rahman (1989) bahwa lamanya fase adaptasi dipengaruhi oleh volume inokulum dan kondisi fisiologinya. Selain itu didapatkan juga bahwa pertumbuhan bakteri pada media kontrol dan pada media yang menggunakan air kelapa didapatkan kurva pertumbuhan yang hampir sama. Hal ini disebabkan karena sumber gula yang digunakan sama yaitu glukosa.

Analisis Total Gula

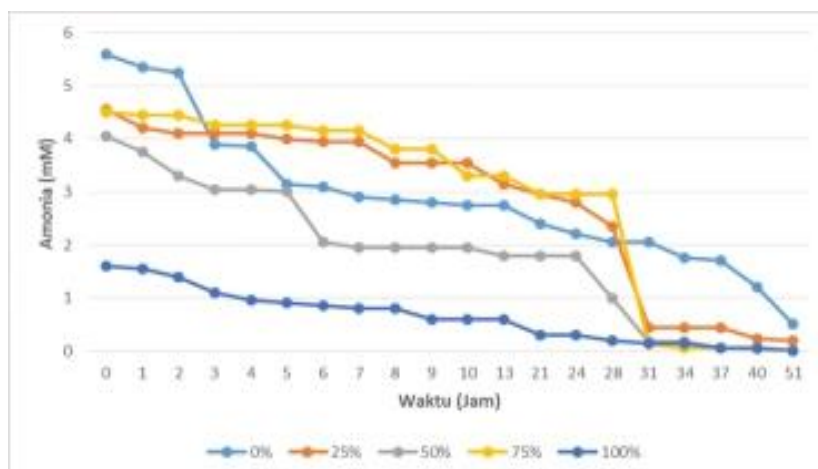


Gambar 2. Kurva Kadar Gula Total Sisa Pada Media Yang Menggunakan Glukosa Sebagai Sumber C Pada Berbagai Konsentrasi Air Kelapa (% v/v).

Berdasarkan hasil penelitian pada konsentrasi air kelapa 0,25,50,75, dan 100 % v/v (Gambar 2), dapat dilihat bahwa konsentrasi gula total sisa dalam media menurun dengan berjalannya waktu. Pada saat bakteri mengalami fase pertumbuhan cepat (yang berlangsung kurang dari 10 jam), konsumsi gula sebagai sumber karbon sangat aktif, karena bakteri memerlukan nutrisi sebagai sumber energi untuk melakukan metabolisme bagi pertumbuhannya. Setelah 10 jam, kecepatan konsumsi gula menurun secara bertahap, sampai jumlah gula dalam media hampir habis. Pada media yang menggunakan air kelapa (50 % v/v), terlihat bahwa jumlah gula awal semakin banyak. Hal ini disebabkan karena kadar gula dalam air kelapa (glukosa) banyak, dan pada pencampurannya dengan media Hanlon dan Hodges (1981) jumlah gula awal yang terdapat dalam media juga banyak. Hasil ini sesuai dengan pendapat Desrosier(1988) bahwa semakin lama waktu fermentasi berlangsung semakin banyak monosakarida yang diubah menjadi senyawa lain, sehingga kadar gula reduksi yang terdapat pada substrat semakin menurun.

Analisis Total Amonia

Sumber nitrogen dalam media pertumbuhan diperoleh dari NH_4Cl . Untuk mengetahui konsentrasi amonia yang tersisa pada sampel dilakukan dengan cara mengalurkan data OD sampel terhadap persamaan garis lurus yang diperoleh dari kurva amonia standar yang telah diketahui konsentrasinya.

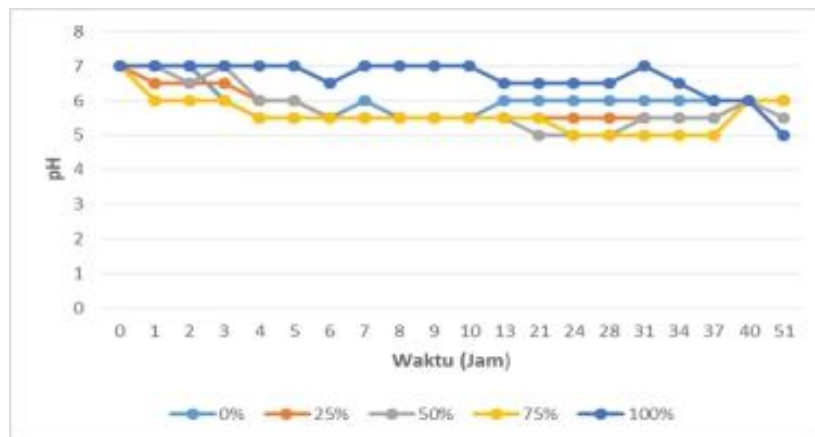


Gambar 3. Kurva Kadar Amonia Total Sisa Pada Media Yang Menggunakan NH_4Cl Sebagai Sumber N Pada Berbagai Konsentrasi Air Kelapa

Pada konsentrasi air kelapa 0, 25, 50, 75, dan 100 % v/v (Gambar 3), terdapat kecenderungan yang sama yaitu pada 10 jam pertama konsumsi amonia sangat aktif. Hal ini menunjukkan bakteri menggunakan nitrogen sebagai sumber nutrisi essensial yang tersedia bagi metabolisme pertumbuhannya. Pada konsentrasi air kelapa yang semakin tinggi dari 25 % sampai 100 % v/v, terlihat bahwa jumlah amonia sisa semakin sedikit. Hal ini disebabkan karena nitrogen yang terdapat dalam air kelapa sedikit, dan pada pencampurannya dengan media kimiawi Hanlon & Hodges (1981) jumlah amonia sisa yang tersisa dalam media juga sedikit.

Analisis pH

Dalam fermentasi kontrol pH sangat penting sekali dilakukan karena pH yang optimum harus dipertahankan selama fermentasi. Perubahan pH dapat terjadi selama fermentasi karena H dilepaskan selama konsumsi NH_4^+ dan dikonsumsi selama metabolisme NO_3^- dan penggunaan asam amino sebagai sumber karbon (Fardiaz,1988).

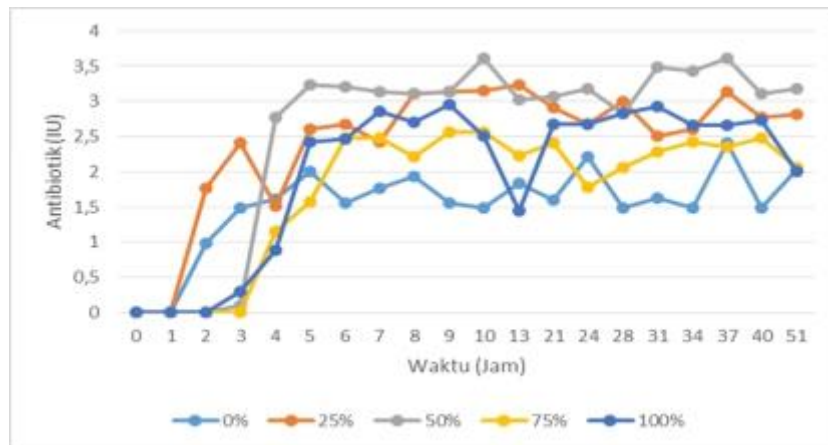


Gambar 4. Kurva pH Media Pada Berbagai Konsentrasi Air Kelapa

Hasil analisis pH (Gambar 4), dapat terlihat perubahan pH media yang fluktuatif. Menurut Suhartono (1989), aktivitas enzim dan pertumbuhan mikroba seringkali menghasilkan produk yang dapat merubah pH. Oleh karena itu aktivitas sel sangat mempengaruhi pH medium, karena sel dalam aktivitasnya akan menghasilkan asam-asam organik selama proses metabolisme karbohidrat dan sintesa enzim. Selain itu terlihat juga bahwa semakin lama fermentasi berlangsung maka semakin turun pula pH. Hal ini sesuai pendapat Shah (2001), yaitu semakin lama waktu fermentasi, semakin banyak asam-asam organik yang terakumulasi sehingga akan meningkatkan derajat keasaman produk.

Analisis Kadar Antibiotik

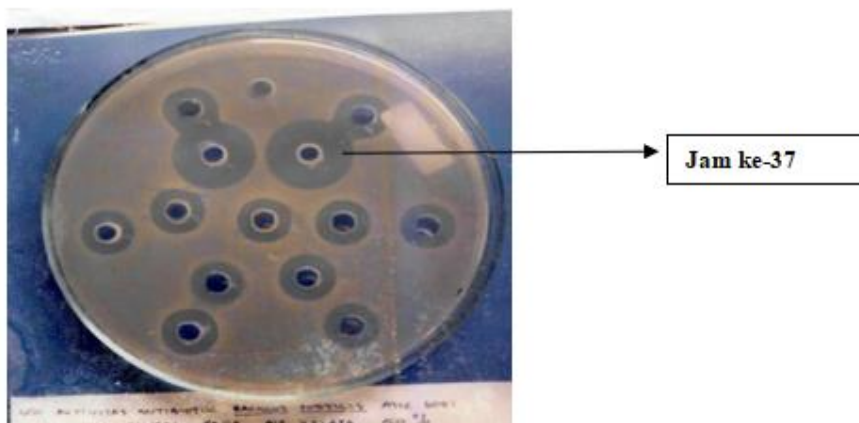
Antibiotik merupakan produk dari metabolisme sekunder yang dihasilkan pada saat pertumbuhan bakteri memasuki tahap stasioner ketika persediaan nutrisi dalam media telah hampir habis. Hal ini sesuai dengan hakikat produksi metabolit sekunder oleh suatu mikroorganisme, bahwa produksi metabolit sekunder dimaksudkan untuk mempertahankan keberadaannya dan produksinya dimulai ketika pertumbuhan selnya menjelang memasuki fase stasioner. (Supartono et al., 2006).



Gambar 5. Kurva Aktivitas Antibiotik *Bacillus subtilis* ATCC 6051 Pada Berbagai Konsentrasi Air Kelapa (%v/v)

Namun dari hasil penelitian ini (Gambar 5), antibiotik mulai dihasilkan pada fase eksponensial ketika jumlah nutrisi dalam media fermentasi masih banyak. Pada media fermentasi yang menggunakan air kelapa (50 % v/v), antibiotik mulai terbentuk pada jam ke-3 sebesar 0,10 IU. Kadar antibiotik yang tertinggi diperoleh pada jam ke-37 yaitu sebesar 3,61 IU. Sedangkan pada sampel yang menggunakan 75 % v/v air kelapa, antibiotik mulai terbentuk pada jam keempat yaitu sebesar 1,15 IU. Kadar antibiotik yang dihasilkan meningkat sampai jam ke-10 yaitu sebesar 2,56 IU. Pada jam selanjutnya kadar antibiotik mengalami penurunan sampai 2,06 IU (jam ke 51). Pada sampel yang menggunakan 100 % v/v air kelapa, antibiotik mulai dihasilkan pada jam ke-3 sebesar 0,30 IU. Untuk selanjutnya produksi antibiotik mengalami peningkatan sampai jam ke-9 sebesar 2,96 IU. Untuk jam selanjutnya antibiotik yang dihasilkan cenderung konstan berkisar pada angka 2. Hal ini sama dengan hasil yang diperoleh Haavik (1974) dan Hanlon&Hodges (1981), bahwa antibiotik dapat diproduksi selama fase pertumbuhan aktif dengan menggunakan sifat karbon.

Dari kurva secara keseluruhan dapat dilihat bahwa kadar antibiotik tertinggi diperoleh pada sampel yang menggunakan 50 % v/v air kelapa sebesar 3,61 IU yang dihasilkan pada jam ke-37 di mana bakteri sedang berada dalam keadaan stasioner. Untuk kadar gula total sisa media dan amonia total sisa media pada jam ke-37 tersebut 0 mM dan 0,05 mM yang berarti bahwa gula dan amonia sudah tidak terdapat lagi di dalam media fermentasi. Menurut Judoamidjojo (1990), keterbatasan zat nutrisi gula tersebut menyebabkan terakumulasinya inducer enzim metabolit sekunder dan terlepasnya gen-gen untuk sintesis metabolit sekunder dari represi katabolit. Selain itu dari grafik juga terlihat bahwa diameter hambat yang dihasilkan pada media fermentasi menggunakan air kelapa lebih luas dibandingkan dengan media tanpa air kelapa (100% media Hanlon & Hodges (1981)). Untuk pH optimum media fermentasi pada saat dihasilkan kadar antibiotik tertinggi adalah 5,5.



Gambar 6. Uji Aktivitas Antibiotik *Bacillus subtilis* ATCC 6051 Pada Media Fermentasi 50% Air Kelapa

Kadar antibiotik pada konsentrasi air kelapa secara keseluruhan yang dapat dilihat pada kurva secara umum mengalami kenaikan dan penurunan (tidak stabil). Hal ini disebabkan karena antibiotik dapat bersifat toksik bagi mikroorganisme penghasilnya, sehingga pada saat antibiotik telah terbentuk di dalam media, mikroorganisme penghasilnya ada yang terbunuh sehingga jumlah mikroorganisme penghasil yang terdapat di dalam media menjadi sedikit yang pada akhirnya akan menurunkan produksi antibiotik selanjutnya. Selang beberapa waktu kemudian, mikroorganisme yang baru akan tumbuh lagi dan menghasilkan antibiotik dengan kadar yang lebih tinggi. Hasil ini sama dengan yang diperoleh Usmiati dan Maryati (2007).

Analisis Statistik

Untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi air kelapa terhadap kadar antibiotik, kadar gula media, kadar amonia media pada waktu fermentasi optimum (37 jam), maka perlu dilakukan analisis statistik. Metode pengukuran sampel sama dengan penelitian sebelumnya namun dilakukan secara tersendiri. Pengukuran dilakukan ulang secara serentak dengan parameter yang diamati kadar antibiotik, kadar gula media, dan kadar amonia media. Hasil pengamatan terhadap kadar antibiotik, kadar gula media, dan kadar amonia media setelah 37 jam fermentasi dengan perlakuan pemakaian air kelapa sebagai media fermentasi dengan konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% v/v dan tanpa pemakaian air kelapa sebagai kontrol (100% media kimiawi Hanlon&Hodges (1981)). Apabila didapatkan perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata menurut Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%. Setelah dianalisis dengan statistik didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-rata Kadar Antibiotik Basitrasin, Kadar Gula Media, dan Kadar Amonia Media setelah 37 Jam Fermentasi

No.	Perlakuan	Kadar Antibiotik (IU)	Kadar Gula Media (mM)	Kadar Amonia Media (mM)
1.	A (0% v/v)	1,29 d	0,41 e	1,89 a
2.	B (25% v/v)	2,50 ab	3,76 de	2,14 a
3.	C (50% v/v)	2,72 a	15,51 c	0,76 b
4.	D (75% v/v)	1,54 cd	27,88 b	0,48 c
5.	E (100 % v/v)	2,42 b	61,03 a	0,00 d

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf DNMRT 5 %

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa pemakaian air kelapa memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar antibiotik yang dihasilkan. Kadar antibiotik tertinggi diperoleh pada konsentrasi air kelapa 50 % v/v yaitu sebanyak 2,72 IU. Tingginya kadar antibiotik pada konsentrasi air kelapa 50 % ini karena pada konsentrasi tersebut pembentukan antibiotik oleh bakteri tersebut tidak terhambat, sedangkan pada konsentrasi air kelapa yang lebih tinggi pembentukan antibiotik terhambat, kecuali pada konsentrasi air kelapa 25 % v/v pembentukan antibiotik tidak berbeda nyata dengan konsentrasi air kelapa 50 % v/v. Pada media tersebut mengandung kadar gula yang cukup yang diperlukan bagi metabolisme bakteri, dalam arti bahwa jumlah gula yang tersedia tidak melebihi dari jumlah gula yang dibutuhkan oleh bakteri. Selain itu jenis gula yang terdapat dalam media mudah diabsorpsi oleh bakteri yaitu glukosa. Pada konsentrasi air kelapa 50 % terjadi keseimbangan nutrisi yang terdapat dalam media fermentasi yaitu jumlah air kelapa yang ditambahkan sebanding dengan jumlah media kimiawi Hanlon & Hodges (1981), sehingga media dengan konsentrasi air kelapa 50 % tersebut mengandung semua komponen nutrisi yang optimal sesuai kebutuhan bakteri.

Pada tabel 1 juga terlihat bahwa pada konsentrasi air kelapa 25 % mulai terjadi peningkatan pembentukan antibiotik yaitu sebesar 2,50 IU. Kadar antibiotik terendah didapatkan pada media yang tanpa penambahan air kelapa (media kimiawi Hanlon & Hodges 100%) yaitu sebesar 1,29 IU. Rendahnya kadar antibiotik pada media ini disebabkan karena kurang tersedianya sumber gula yang dibutuhkan untuk metabolisme bakteri, di mana sumber gula awal yang terdapat dalam media tersebut telah terukur yaitu sebanyak 36 mM. Di samping itu pada media Hanlon & Hodges (1981) tidak terdapat vitamin dan asam amino seperti yang terdapat dalam air kelapa antara lain Vit C, Biotin, Riboflavin, Glutamic Acid, dan lain-lain. Vitamin dan asam amino merupakan elemen nutrisi yang sangat berpengaruh terhadap produksi metabolit sekunder.

Pada konsentrasi air kelapa 100 % kadar antibiotik yang dihasilkan kembali meningkat yaitu sebanyak 2,42 IU, tetapi tidak sebanyak yang dihasilkan pada konsentrasi 50 %, namun masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang dihasilkan pada medium kimiawi Hanlon & Hodges (1981). Air kelapa mempunyai kandungan nutrisi yang kompleks dengan kadar gula yang sangat tinggi. Ketersediaan nutrisi yang sangat beragam di dalam air kelapa memacu pertumbuhan bakteri yang cepat dan stabil sehingga produksi antibiotik semakin besar. Namun, kadar gula yang sangat tinggi juga dapat menghambat produksi antibiotik. Fenomena ini disebut dengan “Catabolit Repression” yaitu di mana bakteri memfermentasi sumber karbon yang cepat dicerna sehingga terjadi penurunan laju sintesa enzim tertentu. Menurut Rachman (1989), penurunan laju sintesa ini disebabkan karena terjadinya penurunan 3.5 adenosin monofosfat siklik (c.AMP) dalam sel akibat pertumbuhan yang cepat. Fungsi c.AMP antara lain adalah menstimulir sintesa berbagai enzim. Akibat penurunan laju sintesa emzim tersebut maka produksi antibiotik menjadi terhambat.



Gambar 7. Media Fermentasi Antibiotik Oleh *Bacillus subtilis* ATCC 6051 Dalam 5 Perlakuan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat diambil kesimpulan bakteri *Bacillus subtilis* ATCC 6051 tidak mengalami fase lag dalam campuran media air kelapa dan media kimiawi. Pada fermentasi pendahuluan diperoleh kadar antibiotika tertinggi yang dihasilkan pada jam ke-37 (fase stasioner) adalah 3,61 IU pada penggunaan air kelapa 50% v/v. Pada fermentasi ulang (37 jam fermentasi) kemudian dilakukan analisis statistik didapatkan konsentrasi air kelapa terbaik untuk menghasilkan antibiotik optimum adalah 50% v/v yaitu 2,72 IU, sedangkan konsentrasi air kelapa dengan kadar antibiotik terendah adalah 0% v,v yaitu 1,29 IU. Pada penggunaan air kelapa 100 % kadar antibiotik yang dihasilkan masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan media kimiawi yaitu 2,42 IU. pH optimum media fermentasi pada saat dihasilkan kadar antibiotik tertinggi adalah 5,5.

DAFTAR PUSTAKA

- Abna, I. M. (2018). Pemanfaatan Limbah Air Kelapa sebagai Substrat oleh *Bacillus subtilis* ATCC 6051 untuk Produksi Antibiotika. *Jurnal Forum Ilmiah*, 15(2): 339-347
- Arsa, M. (2011). Kandungan Natrium dan Kalium Larutan Isotonik Alami Air Kelapa (*Cocos nucifera*) Varietas Eburnia, Viridis dan Hibrida. *Tesis*. Universitas Udayana. Denpasar.
- Awais, M., Pervez, A., Yaqub, A & Shah, M. M. (2010), Production of Antimicrobial Metabolites by *Bacillus subtilis* Immobilized in Polyacrylamide Gel. *Pakistan Journal Zoology*, 42(3): 267-275
- Azevedo, E. C., Rios, E. M., Fukushima, K., & G. Takaki, M. C. (1993). Bacitracin Production by a New Strain of *Bacillus subtilis*. *App. Biochem and Biotechnol.*, 42, pp. 1-7.

- Bell, R.G. (1991). Separation and Isolation of the isomers of bacitracin by high-performance liquid chromatography and their relationship to microbial activity. *J. Pharm. & Biomed. Anal.*, 9, 843-847.
- Brock, T. D. & Madigan, M. T. (1991). *Biology of Microorganisms, Sixth edition*. London: Prentice-Hall International, Inc. pp. 342-369.
- Butcher, R. A., Schroeder, F. C., Fischbach, M. A., Straight, P. D., Kolter, R., Walsh, C. T., & Clardy, J., (2007), The Identification of Bacillaene, The Product of The Pksx Megacomplex in *Bacillus subtilis*. PNAS, 104, 1506-1509.
- Cappucino, James, G. & Sherman (2014). *Microbiology, A Laboratory Manual*. USA: Addison Wesley Publishing Company Inc.
- Ciawi, Y. (1996). *Mengenal Basitrasin Suatu Antibiotik Polipeptida*, Jurnal Teknologi Industri Proses dan Manufaktur Rekayasa. Fakultas Teknologi Industri Universitas Parahyangan Bandung.
- Ciawi, Y. (1997). Bacitracin Production by *Bacillus licheniformis* NCIMB 8874. *Proceedings of The Indonesian Biotechnology Conference, Vol 1 Biotechnology Consortium, Jakarta*.
- Desrosier, N. W. (1988). *Teknologi Pengawetan Pangan. Edisi III. Penerjemah Muchji Mulyohardjo*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Dwipayana & Ariesyady, H. D. (2009). *Identifikasi Keberagaman Bakteri Pada Lumpur Hasil Pengolahan Limbah Cat Dengan Teknik Konvensional*. Bandung: ITB.
- Fardiaz, S. (1988). *Fisiologi Fermentasi*. Bogor: Pusat Antar Universitas IPB.
- Farzana, K., Shah, N., Butt F. B & Awan, SB, 2005, Biosynthesis of Bacitracin in solid-state Fermentation by *Bacillus licheniformis* using Defatted Oil Seed Cakes as Substrate , Pakistan *Journal of Pharmaceutical Sciences* 18(1): 55-7
- Fawcett, J. K. & Scott, J. E. (1960). A Rapid and Precise Method for The Determination of Urea, *Journal Clinical Pathology*, XIII, hal 156-159
- Fryshov. (1984). *The Bacitracins: Properties, Biosynthesis and Fermentation* In Vandamme, E.J., ed., *Biotechnology of Industrial Antibiotic*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Haavik, H. I. (1974). Studies on The Formation of Bacitracin by *Bacillus licheniformis*: Effects of Glucose, *Journal of General Microbiology*, pp 383-390
- Hanlon, G. W. & Hodges, N. A. (1981). Bacitracin and Protease Production in Relation to Sporulation During Exponential Growth of *Bacillus licheniformis* on Poorly Utilized Carbon and Nitrogen Sources, *Journal of Bacteriology*, p. 127-131
- Judoamidjodjo, M., 1992, *Teknologi Fermentasi*, Penerbit Rajawali Pers, Jakarta
- Mahmud, Z dan Y. Ferry. 2005. Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa. *Perspektif*, Vol. 4 No.2 pp. 55-63. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Moeis, R. M., Ratnaningsih, E., Susanto, A.H., dan Liang, O.B., (2000), A New *Bacillus* strain producing penicillin acylase, *Prosiding Seminar Kimia Bersama ITB-UKM Ke empat (The forth ITB-UKM Joint Seminar on Chemistry)*, di Yogyakarta, pp. 75-81.
- Shah, N.P. 2001. Functional Foods from Probiotics and Prebiotics. *Journal of Food Technology*, 55 (11): p 46-52.
- Siswandono & Sukarjo, B. (1995). *Kimia Medisinal* , Airlangga University Press, Surabaya.
- Steel, Robert G. D. & James H. Torrie, (1989), *Prinsip dan Posedur Statistika (Terjemahan)*, Penerbit PT Gramedia, Jakarta
- Suhartono, M. T. (1989). *Enzim dan Bioteknologi*, IPB, Bogor
- Supartono, Wijayati, N., Herlina, L., dan Ratnaningsih, E., (2006), *Produksi dan Karakterisasi Antibiotika dari Bacillus subtilis BAC4 Galur Lokal Baru*, Laporan Penelitian Hibah Bersaing, DP2M Dirjen Dikti Depdiknas RI.
- Suwansukho, P., Rukachisirikul, V., Kawai, F. & Kittikun, A. H. (2008), Production and applications of biosurfactant from *Bacillus subtilis* MUV4, *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30, pp. 87-93.
- Swenson, J.M. and Tenover, F.C., (2002), In vitro activity of a new cephalosporin, RWJ-54428, against streptococci, enterococci and staphylococci, including glycopeptide-intermediate *Staphylococcus aureus*, *J. Antimicrob. Chemotherap.*, 49, pp. 845-850.
- Tamehiro, N., Hosoya, Y.O., Okamoto, S., Ubukata, M., Hamada, M., Naganawa, H., and Ochi, K., (2002), Bacilysocin, a new phospholipid antibiotic produced by *Bacillus subtilis* 168, *Antimicrob. Agents & Chemotherap.*, 46, pp. 315-320.

- Usmiati, Sri dan Tri Marwati, 2007, Seleksi dan Optimasi Proses Produksi Bakteriosin dari *Lactobacillus* sp, *Jurnal Pascapanen*, p. 27-37
- Volk, Wesley Adan Margaret F Wheeler. (1993). *Mikrobiologi Dasar* (Terjemahan), Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Warisno. (2007). *Budidaya Kelapa Genjah*. Percetakan Kanisius. Yogyakarta.
- Whistler, C. A., Stockwell, V. O. & Loper, J. E., (2000), Lon Protease Influences Antibiotic Production and UV Tolerance of *Pseudomonas fluorescens* Pf-5, *App. Environ. Microbiol.*, 66, pp. 2718-2725.
- Whistler, Roy, L., Wolfrom, M. L., Miller, James, N. & Shafizadeh, F. (1962). *Methods In carbohydrate Chemistry, Analysis and Preparation* , Volume I, Academic Press, New York

AKTIFITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK CANGKANG GONGGONG (*Strombus* sp.) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI ROTI TAWAR DAN ROTI GANDUM

Mega Ayu Oktavina^{1*}, Evi Endang Kurnia Ratnasari², Angga Aliansyah³

¹Laboratorium Mikrobiologi, Akademi Analis Kesehatan Putra Jaya Batam

^{2,3}Mahasiswa Diploma III, Akademi Analis Kesehatan Putra Jaya Batam
Batam, Kepulauan Riau, Indonesia, 29447

e-mail : *¹megaayuoktavina@putrajaya.ac.id, ²eviendang378@gmail.com,
³anggaaliansyah4@gmail.com

Abstrak. Roti tawar dan roti gandum mudah ditumbuhi berbagai bakteri kontaminan. Kalsium karbonat merupakan senyawa yang berpotensi sebagai antibakteri sekaligus komponen penyusun cangkang hewan laut, seperti siput gonggong (*Strombus* sp.) yang merupakan hewan laut khas Kepulauan Riau dan Bangka Belitung. Hewan ini banyak dikonsumsi masyarakat namun pengelolaan limbah cangkang gonggong pasca konsumsi masih belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari aktivitas antibakteri ekstrak limbah cangkang gonggong terhadap bakteri pada roti tawar dan roti gandum basi. Limbah cangkang gonggong kering yang telah dihaluskan menjadi serbuk selanjutnya dideproteinasi, sehingga diperoleh ekstrak. Isolasi bakteri dilakukan dengan metode pour plate dan dikarakterisasi secara morfologi dan uji biokimia. Uji daya hambat ekstrak (0,5; 0,8 dan 1 mg/ml) terhadap pertumbuhan bakteri dilakukan secara difusi. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara statistik. Terdapat 4 isolat bakteri pada roti tawar basi dan 2 isolat bakteri pada roti gandum basi dengan karakter berbeda mampu dihambat pertumbuhannya oleh ekstrak limbah cangkang gonggong (0,8 mg/ml pada bakteri roti tawar dan 0,5 mg/ml pada bakteri roti gandum) dengan rentang diameter zona jernih $8 \pm 2,82$ - $23,5 \pm 2,81$ mm. Kandungan kalsium karbonat dan senyawa bioaktif lainnya pada ekstrak diduga berperan dalam penghambatan pertumbuhan bakteri tersebut. Dengan demikian, ekstrak limbah cangkang gonggong dapat menghambat pertumbuhan bakteri kontaminan pada roti tawar dan roti gandum.

Kata kunci: Antibakteri, roti, siput gonggong, kalsium karbonat

PENDAHULUAN

Roti merupakan salah satu bahan pangan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat umum antara lain seperti roti tawar dan roti gandum. Roti tawar mengandung karbohidrat berupa pati, protein (seperti glutenin dan gliadin), lemak, ragi, garam dan air (Koswara, 2009). Komposisi pada roti gandum sedikit berbeda dengan komposisi roti tawar. Pada roti gandum terdapat campuran gandum dengan jumlah yang lebih banyak dan lebih tinggi kandungan seratnya. Roti tawar dan roti gandum umumnya mudah rusak akibat pertumbuhan bakteri. Hal ini menyebabkan roti tidak dapat disimpan dalam waktu lama. Penyimpanan roti pada suhu kamar hanya bertahan selama 48-72 jam (David et al., 2012; Gomez et al., 2003).

Menurut Tarar et al. (2010), pembuatan roti juga sering ditambahkan bahan pengawet sintesis seperti asam benzoat, asam sorbat, dan asam propionate untuk mencegah pertumbuhan bakteri kontaminan. Penggunaan bahan pengawet yang berlebih dapat memberikan efek negatif bagi kesehatan. Beberapa contoh gangguan kesehatan tersebut menurut Silva dan Lidon (2016) dapat berupa ruam dan gatal pada kulit, gangguan pernafasan dan gangguan pencernaan. Dengan demikian, penggunaan bahan pengawet pada adonan roti sebaiknya berasal dari sumber alami yang cenderung lebih aman bagi kesehatan masyarakat.

Kalsium karbonat merupakan salah satu senyawa yang berpotensi sebagai antibakteri. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel kalsium karbonat dapat menghambat pertumbuhan berbagai jenis bakteri patogen. Beberapa spesies bakteri yang dapat dihambat pertumbuhannya oleh kalsium karbonat yaitu *Agrobacterium tumefaciens*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Salmonella thyphimurium* (Ataee et al., 2011; *Salmonella thyphimurium*; Isa et al., 2016; Mydin et al., 2018).

Kalsium karbonat (CaCO_3) dapat ditemukan pada cangkang (eksoskeleton) hewan laut, salah satunya adalah pada siput gonggong (*Strombus* sp.). Siput gonggong (*Strombus* spp.) banyak dijumpai di Kepulauan Riau (Yoswaty & Zulkifli, 2016) dan Bangka Belitung (Asriza & Fabiani, 2018). Siput gonggong merupakan anggota dari kelompok gastropoda dengan habitat berupa substrat lumpur berpasir. Siput gonggong memiliki ciri sebagai berikut : cangkang berbentuk asimetri seperti kerucut yang berwarna coklat kekuningan, ukuran cangkang gonggong dewasa berkisar 54,14 – 58,51mm, operculum (penutup cangkang) berbentuk kait dan bergerigi, mampu menghasilkan lendir sebagai bentuk pertahanan diri (Kurniawan et al., 2018).

Siput gonggong (*Strombus* sp.) banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Kepulauan Riau dan sekitarnya. Pengkonsumsian siput gonggong tidak diiringi dengan pengelolaan limbah cangkang siput gonggong yang baik, sehingga pengolahan limbah cangkang gonggong belum optimal. Padahal, limbah cangkang gonggong tersebut dapat mencemari lingkungan. Dengan demikian, penelitian terkait aktivitas antibakteri pada ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) diharapkan mampu meningkatkan optimalisasi pengelolaan limbah cangkang gonggong dan dapat dikembangkan sebagai antibakteri pada roti tawar maupun roti gandum. Kandungan kalsium (Ca) dari mineral kalsium karbonat juga dapat meningkatkan kandungan gizi pada roti.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Sampel penelitian berupa limbah cangkang gonggong (*Strombus* sp.) yang diperoleh dari sisa konsumsi masyarakat. Isolat bakteri diperoleh dari roti tawar dan roti gandum basi diperoleh dari sisa penjualan di toko roti. Adapun bahan kimia yang digunakan terdiri dari HCl 2N, NaOH 3N, akuades, *paper disc* seperangkat cat gram, khloramfenikol (kontrol positif), dan spiritus. Medium yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri terdiri dari *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB) *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Medium Sulphur Indole Motility* (SIM), *Medium Simon's Citrate* (SC) dan *Medium Lysine Iron Agar* (LIA).

Metode

Ekstraksi Cangkang Gonggong (*Strombus* sp.)

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu ekstraksi cangkang gonggong dan pengujian terdapat bakteri yang meliputi isolasi, karakterisasi dan uji daya hambat bakteri yang dilakukan secara *duplo*. Proses ekstraksi dilakukan berdasarkan metode menurut Wijaya et al. (2010) dengan modifikasi pada proses pemanasan dan perendaman dengan NaOH 3N. Limbah cangkang gonggong dikeringkan selama 8 jam di bawah sinar matahari. Selanjutnya, cangkang dihancurkan menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan 40 mesh. Serbuk cangkang gonggong sebanyak 100 g yang telah halus direndam dalam HCl 2N (1:4). Larutan dipanaskan dalam air mendidih selama 60 menit. Larutan disaring sehingga diperoleh filtrat. Selanjutnya filtrat diendapkan dengan penambahan NaOH 3N (1:10) selama 1-2 minggu pada suhu ruang. Larutan disaring sehingga diperoleh endapan. Endapan tersebut dibilas dengan akuades dan dikeringkan dengan oven sehingga diperoleh endapan mineral (kalsium karbonat) kering.

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan teknik *pour plate* menurut Rochmawati et al. (2015) Roti tawar dan roti gandum basi masing-masing sebanyak 1 g ditanam dalam medium NB dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Suspensi bakteri diencerkan sehingga kejernihan suspensi setara dengan standar McFarland 0,5. Suspensi yang telah diencerkan tersebut diambil sebanyak 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Selanjutnya, medium NA steril yang belum menjendal dimasukkan ke dalam cawan petri tersebut. Larutan dihomogenasi dengan digojog membentuk angka 8 dan dibiarkan sampai medium menjendal. Kultur bakteri diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dan isolat bakteri yang tumbuh diamati karakter morfologinya meliputi morfologi koloni, morfologi sel dan sifat gram bakteri (pengecatan gram).

Tiap isolat bakteri ditumbuhkan pada medium uji biokimia (TSIA, SIM, SC, LIA) dengan teknik goresan (uji TSIA, SC dan LIA) dan tusukan (SIM). Kultur diinkubasi kembali selama 24 jam pada suhu 37°C. Hasil reaksi uji biokimia diamati berdasarkan perubahan warna medium

pertumbuhan. Pengujian sifat gram bakteri dilakukan dengan menggunakan teknik pengecatan gram. Bakteri gram negatif ditandai dengan sel bakteri yang terpulas merah, sedangkan bakteri gram positif ditandai dengan sel bakteri terpulas ungu.

Uji Aktifitas Antibakteri

Pengujian aktifitas antibakteri ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) dilakukan dengan metode difusi Rochmawati et al. (2015) dengan modifikasi pada konsentrasi ekstrak yang digunakan dan pada penelitian ini menggunakan metode difusi cakram (*paper disc*) bukan metode difusi perforasi seperti yang dilakukan oleh Rochmawati et al. (2015). Suspensi bakteri dalam medium NB sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Selanjutnya medium NA steril yang belum menjendal dimasukkan ke dalam cawan petri tersebut.

Paper disc dengan diameter 6mm direndam ke dalam akuades (kontrol negatif), larutan ekstrak (perlakuan) dan larutan khloramfenikol (kontrol positif) dengan konsentrasi ekstrak dan khloramfenikol masing-masing sebanyak 0,5; 0,8; 1 mg/ml. *Paper disc* tersebut direndam selama satu malam (*overnight*) pada suhu ruang. *Paper disc* diletakan dalam kultur bakteri yang telah dibuat sebelumnya dengan masing-masing kultur terdiri dari kontrol negatif, perlakuan dan kontrol positif. Kultur bakteri diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya zona jernih disekitar *paper disc*. Diameter zona jernih diukur dan ditabulasi dengan baik.

Analisis Data

Data karakter bakteri dianalisis secara deskriptif kualitatif, sedangkan data diameter zona jernih pada uji aktifitas antibakteri dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan *software* SPSS berdasarkan uji ANOVA (taraf kepercayaan 95%) dan dilanjutkan dengan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Ekstraksi

Ekstrak yang diperoleh berupa endapan yang didominasi oleh mineral seperti kalsium karbonat (CaCO_3) karena pada proses ekstraksi dilakukan deproteinasi yaitu proses menghilangkan komponen protein pada cangkang dengan menggunakan larutan asam. Pada penelitian ini larutan HCl digunakan dalam deproteinasi serbuk cangkang gonggong. Berat ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Berat ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.)

Sampel	Berat Ekstrak (mg)	Berat sampel Awal (g)
Cangkang Gonggong (<i>Strombus</i> sp.)	75	100

Berdasarkan hasil ekstraksi maka dapat diketahui bahwa dari 100g tepung cangkang gonggong maka didapatkan ekstrak sebanyak 75mg. Kandungan pada ekstrak diduga didominasi oleh kandungan mineral, salah satunya adalah mineral kalsium karbonat (CaCO_3). Pada ekstrak sudah tidak terdapat protein karena pada proses ekstraksi juga dilakukan proses penghilangan protein (deproteinasi).

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri

Pada roti tawar basi terdapat 4 isolat bakteri, sedangkan pada roti gandum basi terdapat 2 isolat bakteri. Tiap isolat bakteri memiliki karakter morfologi (Tabel 2) dan karakter biokimia (Tabel 3) yang beragam. Berdasarkan pengamatan karakter morfologi bakteri, isolat bakteri pada roti berukuran titik hingga sedang. Terdapat perbedaan warna isolat bakteri pada roti tawar dengan warna isolat bakteri pada roti gandum. Isolat bakteri pada roti tawar keseluruhannya berwarna putih, sedangkan isolat bakteri pada roti gandum berwarna kuning.

Isolat bakteri pada kedua jenis roti tersebut memiliki bentuk yang sama yaitu berbentuk circular, namun memiliki bentuk tepi koloni dan kecembungan yang beragam. Sel bakteri tiap isolat keseluruhannya berbentuk batang (basil) dengan susunan (*arrangement*) terdiri dari Streptobacilli dan Diplobacilli. Adapun berdasarkan sifat gram, isolat bakteri pada roti tawar bersifat gram negatif

sedangkan pada isolat bakteri pada roti gandum terdiri dari bakteri gram positif dan gram negatif. Dengan demikian, berdasarkan karakter morfologi bakteri dapat disimpulkan bahwa terdapat beragam spesies bakteri yang mengkontaminasi roti tawar dan roti gandum basi.

Tabel 2. Karakter morfologi isolat bakteri kontaminan pada roti tawar dan roti gandum

Karakter	Kode Isolat Bakteri Roti Tawar (T)				Kode Isolat Bakteri Roti Gandum (G)	
	Isolat 1 (T)	Isolat 2 (T)	Isolat 3 (T)	Isolat 4 (T)	Isolat 1 (G)	Isolat 2 (G)
Ukuran	Titik	Titik	Kecil	Sedang	Kecil	Sedang
Warna	Putih	Putih	Putih	Putih	Kuning	Kuning
Bentuk koloni	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular
Tepi koloni	Circular	Undulate	Entire	Entire	Entire	Entire
Kecembungan	Raised	Flat	Flat	Flat	Flat	Flat
Bentuk sel	Batang (Basil)	Batang (Basil)	Batang (Basil)	Batang (Basil)	Batang (Basil)	Batang (Basil)
Susunan sel	Streptobacilli	Streptobacilli Diplobacilli	Streptobacilli Diplobacilli	Streptobacilli	Streptobacilli	Streptobacilli Diplobacilli
Sifat Gram	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Positif	Negatif

Karakterisasi isolat bakteri tidak hanya dilakukan berdasarkan sifat morfologi tetapi juga sifat biokimia bakteri. Karakterisasi sifat biokimia bakteri dilakukan melalui uji pertumbuhan tiap isolat bakteri pada medium TSIA (uji fermentasi karbohidrat), SIM (uji produksi sulfur, indol dan motilitas), SC (uji hidrolisis asam organik berupa sitrat) dan LIA (uji dekarboksilasi asam amino lysin). Adapun karakter biokimia isolat bakteri pada roti tawar dan roti gandum disajikan pada Tabel 2.

Tabel 3. Karakter biokimia isolat bakteri kontaminan pada roti tawar dan roti gandum

Uji Biokimia	Isolat Bakteri Roti Tawar (T)				Isolat Bakteri Roti Gandum (G)	
	Isolat 1 (T)	Isolat 2 (T)	Isolat 3 (T)	Isolat 4 (T)	Isolat 1 (G)	Isolat 2 (G)
Fermentasi Karbohidrat	+	+	+	+	+	+
Produksi Sulfur	-	-	-	-	-	-
Produksi Indol	+	+	-	-	+	+
Motilitas	-	-	-	-	-	-
Hidrolisis Asam Organik	-	-	-	-	-	-
Dekarboksilasi Lysin	+	-	-	-	-	-

Berdasarkan pengamatan sifat biokimia isolat bakteri pada roti tawar dan roti gandum, maka dapat diketahui bahwa terdapat persamaan dan perbedaan karakter biokimia dari tiap isolat. Isolat bakteri pada roti tawar maupun roti gandum memiliki persamaan karakter biokimia yaitu mampu melakukan fermentasi terhadap karbohidrat, tidak mampu memproduksi sulfur, tidak mampu menghidrolisis asam organik (asam sitrat) dan non motil. Sebagian besar isolat juga tidak mampu melakukan dekarboksilasi asam amino (lysin) namun mampu memproduksi indol. Dengan demikian, berdasarkan karakterisasi bakteri secara morfologi dan sifat biokimia diduga terdapat perbedaan spesies pada isolat bakteri roti tawar dan roti gandum.

Uji Aktifitas Antibakteri

Pengujian aktifitas antibakteri dilakukan dengan teknik difusi cakram (*paper disc*). Konsentrasi larutan ekstrak yang digunakan yaitu 0,5; 0,8 dan 1 mg/ml. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya zona jernih. Semakin tinggi nilai diameter zona jernih mengindikasikan semakin tinggi pula daya hambat pertumbuhan bakteri pada suatu senyawa. Hasil pengukuran diameter zona jernih pada kultur bakteri roti tawar dan roti gandum dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Diameter zona jernis isolat bakteri pada roti tawar dan roti gandum setelah pemberian ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.)

Sampel	Kode Isolat	Perlakuan	Diameter Rerata Zona Hambat (mm)		
			tiap konsentrasi larutan (mg/ml)		
			0.5	0.8	1
Roti tawar	Isolat 1(T)	Kontrol Negatif (Akuades)	0,00±0,00 ^z	0,00±0,00 ^z	0,00±0,00 ^z
		Kontrol Positif (Khloramfenikol)	22.5±0.71 ^{i,j,k,l}	26±2.83 ^{l,m,n,o}	30±1.41 ^{p,q,r,s}
		Ekstrak cangkang gonggong	11.5±2.12 ^{a,b,c}	13.5±2.12 ^{b,c,d}	14.5±0.71 ^{b,c,d,e}
	Isolat 2(T)	Kontrol Positif (Khloramfenikol)	33.5±2.12 ^{r,s,t}	36±2.24 ^t	31.5±0.71 ^{q,r,s}
		Ekstrak cangkang gonggong	10.5±2.12 ^{a,b}	17±2.83 ^{d,e,f,g}	8±2.82 ^a
	Isolat 3(T)	Kontrol Positif (Khloramfenikol)	29.5±0.70 ^{o,p,q,r}	33±1.41 ^{s,t}	35±0.01 ^{s,t}
		Ekstrak cangkang gonggong	19.5±2.1 ^{f,g,h,i,j}	22.5±2.2 ^{i,j,k,l}	23.5±2.1 ^{j,k,l,m}
	Isolat 4(T)	Kontrol Positif (Khloramfenikol)	25±0.01 ^{k,l,m,n}	29.5±0.71 ^{o,p,q,r}	33.5±0.71 ^{r,s,t}
Ekstrak cangkang gonggong		15.5±0.70 ^{c,d,e,f}	22±0.01 ^{i,j,k,l}	17.5±0.72 ^{d,e,f,g,h}	
Roti gandum	Isolat 1(G)	Kontrol Positif (Khloramfenikol)	26±0.01 ^{l,m,n,o}	33.5±0.70 ^{r,s,t}	34.5±0.71 ^{s,t}
		Ekstrak cangkang gonggong	26±1.41 ^{g,h,i,j,k}	23±2.83 ^{j,k,l,m}	17±2.82 ^{d,e,f,g}
	Isolat 2(G)	Kontrol Positif (Khloramfenikol)	27±1.41 ^{m,n,o,p}	29±0.05 ^{n,o,p,q}	34.5±1.95 ^{s,t}
		Ekstrak cangkang gonggong	21.5±2.12 ^{h,i,j,k}	18.5±0.71 ^{e,f,g,h,i}	20.5±1.78 ^{h,i,j}

Berdasarkan uji aktifitas antibakteri dapat diketahui bahwa ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) mampu menghambat pertumbuhan isolat bakteri pada roti tawar maupun roti gandum. Pada isolat bakteri roti tawar, konsentrasi ekstrak optimum dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu 0,8 mg/ml (isolat 2 dan 4) dan 1 mg/ml (isolat 1 dan 3), sedangkan pada isolat bakteri roti gandum yaitu 0,5 mg/ml. Pada isolat bakteri roti gandum, peningkatan jumlah konsentrasi ekstrak yang dipaparkan ke bakteri tidak berbanding lurus dengan efektifitas daya hambat pertumbuhan bakteri.

Jika dibandingkan dengan khloramfenikol sebagai kontrol positif, peningkatan konsentrasi pada khloramfenikol berbanding lurus dengan efektifitas daya hambat pertumbuhan bakteri. Adapun konsentrasi optimum dalam menghambat pertumbuhan bakteri roti tawar dan roti gandum yaitu pada konsentrasi 1 mg/ml (cenderung lebih tinggi dibandingkan konsentrasi optimum pada ekstrak cangkang gonggong). Diameter zona hambat yang terbentuk pada kultur bakteri yang diberi khloramfenikol masih lebih besar dibandingkan dengan diameter zona hambat pada isolat bakteri yang diberi ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan konsentrasi optimum yang cenderung lebih rendah dari konsentrasi khloramfenikol. Hal ini mengindikasikan bahwa hanya dengan jumlah sedikit, ekstrak cangkang gonggong telah mampu menghambat pertumbuhan bakteri pada roti tawar dan roti gandum.

PEMBAHASAN

Jumlah ekstrak cangkang gonggong yang dihasilkan terhitung cukup banyak jika dibandingkan dengan jumlah ekstrak metanolik cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) berdasarkan penelitian Pebrian (2010). Padahal baik gonggong (*Strombus* sp.) maupun keang hijau (*Perna viridis*) merupakan anggota kelompok mollusca laut yang tubuhnya dilindungi oleh cangkang atau rangka luar (eksoskeleton). Hal ini diduga dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu kandungan mineral seperti kalsium karbonat pada cangkang gonggong yang lebih banyak jika dibandingkan dengan kandungan mineral pada cangkang kerang hijau (*Perna viridis*). Dengan demikian perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memastikan konsentrasi mineral terutama kalsium karbonat yang terkandung pada cangkang gonggong (*Strombus* sp.).

Isolat bakteri yang terkandung pada roti tawar memiliki karakter morfologi koloni yang cenderung berbeda namun memiliki kesamaan dalam bentuk sel yaitu bacil (streptobacilli dan diplobacilli). Disamping itu, isolat bakteri yang terdapat pada roti tawar dan roti gandum basi merupakan bakteri gram negatif yang cenderung berpotensi sebagai bakteri patogenik. Keragaman karakter pada isolat bakteri yang cenderung bersifat patogenik ini mengindikasikan adanya keragaman spesies bakteri patogenik yang mengindikasikan beragamnya pula jenis penyakit yang dapat ditimbulkan dari infeksi bakteri tersebut.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Yoswaty dan Zulkifli (2016) menunjukkan bahwa daging gonggong (*Strombus canarium*) terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri pathogen seperti *Vibrio* sp., *C. perfringens*, *Pseudomonas* sp. dan *E. coli* karena mengandung senyawa bioaktif. Adapun pada cangkang gonggong yang didominasi oleh kandungan mineral juga tidak menutup kemungkinan memiliki potensi sebagai antibakteri. Melalui penelitian ini, dapat diketahui bahwa ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) dapat menghambat pertumbuhan isolat bakteri pada roti tawar dan roti gandum basi. Adapun konsentrasi ekstrak cangkang gonggong yang paling optimal dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut juga cenderung rendah yakni berkisar 0,5-0,8 mg/ml.

Pada ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) diduga mengandung kalsium karbonat, sebab menurut Asriza dan Fabiani (2018), pada cangkang siput gonggong mengandung mineral kalsium karbonat. Menurut Ataee (2011) dan Utari (2018), kalsium karbonat merupakan senyawa polar yang berpotensi sebagai antibakteri. Kepolaran kalsium karbonat memudahkan senyawa tersebut masuk ke dalam sel bakteri, sebab sel bakteri mengandung air yang bersifat polar pula seperti kalsium karbonat. Dengan demikian, kalsium karbonat dapat mengganggu aktifitas di dalam sel sehingga terhambat pertumbuhannya.

Meskipun demikian, isolat bakteri pada roti tawar dan roti gandum didominasi oleh bakteri gram negatif yang dilindungi oleh lapisan membrane luar (outer membrane). Menurut Black (2008), pada lapisan luar sel bakteri gram negatif terdapat lapisan membrane luar (outer membrane) yang strukturnya didominasi oleh lipid yang cenderung bersifat non polar. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak hanya kalsium karbonat saja yang berperan dalam penghambatan pertumbuhan isolat bakteri pada roti, namun juga terdapat senyawa lain yang bersifat nonpolar yang berperan dalam mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri pada roti. Dengan demikian, kombinasi senyawa yang berbeda kepolaran ini dapat memudahkan larutan ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) untuk menembus lapisan membran luar (outer membrane) pada bakteri gram negatif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Yayasan Putra Jaya Batam selaku pemberi dana penelitian melalui program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Stimulus Dosen untuk Pendanaan Internal Semester Genap Tahun Ajaran 2018/2019.

DAFTAR PUSTAKA

Asriza, R.O. & V.A. Fabiani. (2018). Transesterifikasi Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO dari Cangkang Siput Gonggong (*Strombus canarium*). *Prosiding Seminar Nasional & Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Bangka Belitung* 1(1): 192-197

- Ataee, R.A., J. Derakhshanpour, M. Tavana & A. Edy. (2011). Antibacterial effect of calcium carbonate nanoparticels on *Agrobacterium tumefaciens*. *Iranian Journal of Military Medicine* 13(2): 65-70
- Black, Jacquelyn G. 2008. *Microbiology :Principles and Exploration* 7th ed. USA : John Wiley & Sons, Inc.
- David, A.P., A. Naghiu, G.M. Catunescu, O.M. David & D. Olar. (2012). The Influence of Storage Temperature on the Bread Quality. *Bulletin UASVM Agriculture* 69(2): 248, 253
- Gómez M, Ronda F, Blanco CA, Caballero PA, & Apesteguia A. (2003). Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *European Food Research and Technology* 216:51-56
- Isa, T., Z.A.B. Zakaria, Y. Rukayadi, M.N.M. Hezmee, A.Z.Jaji, M.U. Imam, N.I. Hammadi & S.K. Mahmood. (2016). Antibacterial Activity of Ciprofloaxcin-Encapsulated Cockle Shells Calcium Carbonate (Aragonite) Nanoparticles and Its Biocompatibility in Macrophage J774A.1. *International Journal of Molecular Sciences* 17(5): 1, 8-9
- Koswara, Sutrisno. (2009). Teknologi Pengolahan roti. Retrived from <http://tekpan.unimus.ac.id/wp-content/uploads/2013/07/Teknologi-Roti-Teori-dan-Praktek.pdf>
- Kurniawan, T.D., H. Irawan & F. Lestari. (2016). Struktur Komunitas Siput Laut Gonggong di Perairan Pulau Terkulai Kelurahan Senggarang Kecamatan Tanjung Pinang Kota, Kota Tanjung Pinang, Provinsi Kepulauan Riau. *Tesis*. Tanjung Pinang : FKIP, Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Mydin, R.B. S.M. N., I.N.M. Zahidi, N.N. Ishak. N.S.S.N. Gazali, S. Moshawih & S. Siddiquee. (2018). Potential of Calcium Carbonate nanoparticles for Therapeutic Applications. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences* 14: 203-204
- Pebrian, Feri. (2010). Penapisan Awal Senyawa Antibakteri Dari Ekstrak Kerang Hijau (*Perna viridis*). *Skripsi*. Bogor : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Rochmawati, I., M. Ibrahim & R. Ambarwati. (2015). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kerang Pisau (*Solen sp.*) dan Kerang Simping (*Placuna placenta*). *Biosaintifika* 7(2) : 129-132
- Silva, M.M. & F.C. Lidon. (2016). Food preservatives-An overview on applications and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 28(6): 366-373
- Tarar, O.M., S. Rehman, G. Mueen-ud-din & M.A. Murtaza. (2010). Studies on the shelf life of bread using acidulants and their salts. *TÜBITAK* 34:133-138
- Utari, Putri Wulan. (2018). Pembuatan Pasta Gigi Herbal berbahan Dasar Kalsium Karbonat (CaCO₃) Dari Cangkang Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*). *Skripsi*. Makassar : Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Wijaya, M.R., M.D. Puspita & Khumairoh, A. (2017). ABC Dental Pasta : pemanfaatan CaCO₃ dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dan gambir (*Uncaria gambir* Roxb) sebagai antibacterial dental pasta dalam mewujudkan fresh and healthy tooth. *Karya Tulis Ilmiah*. Malang : Universitas Brawijaya.
- Yoswaty, D. & Zulkifli. (2016). Analisis Antibakteri ekstrak Etanol Siput Gonggong (*Strombus canaries*) terhadap bakteri Patogen. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada* 18(2): 83-89

UJI PATOGENISITAS *Metarhizium anisopliae* PADA BERAS PUTIH, MERAH DAN KETAN PUTIH TERHADAP LARVA KUMBANG BADAK (*Oryctes rhinoceros* L.)

Putri Kurnia¹, Listiatie Budi Utami*²

Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Terapan Universitas Ahmad Dahlan
Jl. A Yani Lingkar Selatan Yogyakarta
e-mail: *listiatie.utami@bio.uad.ac.id

Abstrak. Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros* L.) merupakan organisme pengganggu tanaman (OPT) utama pada tanaman kelapa yang dapat menyebabkan penurunan produksi dan mutu kelapa. Hal tersebut membuat petani kelapa merugi. Untuk mengatasi serangan hama tersebut dilakukan pengendalian menggunakan agens hayati salah satunya adalah cendawan *Metarhizium anisopliae*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui media yang baik untuk pertumbuhan cendawan *M. anisopliae* dan memiliki kemampuan membunuh larva *O. rhinoceros* paling cepat. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu media pertumbuhan cendawan *M. anisopliae*. Media ini dibedakan menjadi tiga jenis yaitu media beras putih, beras merah dan ketan putih. Tiap perlakuan dan kontrol diulang empat kali. Parameter yang diamati meliputi jumlah spora, viabilitas spora, jumlah kumulatif infeksi dan waktu infeksi total larva *O. rhinoceros* serta jumlah kumulatif mortalitas dan waktu mortalitas total larva *O. rhinoceros*. Untuk mengetahui adanya perbedaan, data diuji menggunakan Analisis Varians (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 10%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cendawan *M. anisopliae* berpengaruh terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*. Cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih memiliki daya bunuh paling efektif dengan ditunjukkan tingginya mortalitas larva *O. rhinoceros* hingga 80% dan terjadi paling cepat dengan rerata 11,75 hari. Cendawan *M. anisopliae* pada media ketan putih tidak efektif dalam membunuh larva karena menyebabkan mortalitas larva *O. rhinoceros* paling rendah yaitu sebesar 32,5% dan mortalitas terjadi paling lama dengan rerata 15,5 hari.
Keyword: Patogenisitas, *Metarhizium anisopliae*, *Oryctes rhinoceros* L., Mortalitas

PENDAHULUAN

Hama Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros*) merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman (OPT) yang merusak tanaman kelapa. *O. rhinoceros* merusak tajuk dengan menggerek masuk lewat tangkai-tangkai pelepah, kemudian setelah mencapai pangkal pucuk, *O. rhinoceros* memakan jaringan muda yang merupakan gerakan ke arah titik tumbuh. Hal tersebut yang menyebabkan seringkali terjadi penurunan produktivitas kelapa.

Berdasarkan data laporan serangan hama di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada bulan Juli tahun 2015 yang diperoleh dari BSPMBPTKP (Balai Sertifikasi Pengawasan Mutu Benih dan Proteksi Tanaman Kehutanan dan Kehutanan) Dinas Kehutanan dan Perkebunan Daerah Istimewa Yogyakarta, luas serangan hama *Oryctes rhinoceros* pada tanaman kelapa adalah 663.62 HA dengan rincian serangan ringan 558,20 HA dan serangan berat 105,42 HA.

Suatu usaha pengendalian hama yang merusak tanaman dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia dan hayati. Pengendalian hama dengan menggunakan bahan kimia seperti pestisida selama ini dianggap memiliki peranan penting dalam dalam pertanian karena meningkatkan produktivitas kelapa. Namun penggunaan bahan kimia secara tidak bijaksana dan dilakukan terus menerus maka akan berdampak buruk terhadap lingkungan seperti kerusakan tanah dan dapat mengganggu kesehatan. Menurut Effendi (2014), penggunaan pestisida dalam pertanian mencapai 80% dari jumlah petani di dunia. Sedangkan penggunaan bahan hayati untuk mengendalikan hama memiliki keunggulan dibandingkan penggunaan bahan kimia. Menurut Sunarno (2012), pengendalian hayati memiliki keuntungan yaitu tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, tidak menyebabkan resistensi hama, musuh alami bekerja secara selektif terhadap, bersifat permanen untuk jangka waktu panjang. Adanya dampak buruk yang ditimbulkan oleh penggunaan bahan kimia dalam pengendalian hama, maka mulai dilakukan suatu pengendalian hama secara hayati salah satunya dengan

menggunakan cendawan *Metarhizium anisopliae*. Menurut Widiyanti dan Muyadihardja (2004) *M. anisopliae* memiliki aktifitas larvasida karena menghasilkan *cyclopeptida*, *destruxin A,B,C,D,E* dan *desmethyldestruxin*. Metabolit sekunder tersebut telah dipertimbangkan sebagai bahan insektisida generasi baru dan berpengaruh pada organela sel target (mitokondria, retikulum endoplasma, dan membran nukleus), menyebabkan paralisis sel dan kelainan fungsi lambung tengah, tubulus malphigi, hemosit dan jaringan otot. Wikardi (Mulyono, 2007) mengatakan bahwa cendawan *M. anisopliae* mengendalikan larva atau uret *O. rhinoceros* dengan tingkat mortalitas 80 – 90%.

Dalam pengembangan *M. anisopliae* sebagai agens hayati yang dapat mengendalikan hama tanaman kelapa tentu saja tidak lepas dari media untuk pertumbuhan cendawan *M. anisopliae*. Media yang digunakan harus dapat menghasilkan spora yang baik sehingga dapat bekerja efektif untuk membunuh hama *O. rhinoceros*. Menurut Mulyono (2007) kerapatan spora yang baik dan memenuhi syarat untuk diaplikasikan yaitu minimal $5,0 \times 10^8$ S/mL.

Sejauh ini sudah dilakukan pengembangan *M. anisopliae* yang diperbanyak menggunakan media jagung giling. Wijaya (2012) menyebutkan jagung giling mengandung karbohidrat yaitu 73,7 gram per 100 gram yang dapat dijadikan sebagai media tumbuh cendawan. Cendawan pada media jagung giling ini yang banyak digunakan oleh masyarakat. Dalam perbanyak cendawan *M. anisopliae* tidak menutup kemungkinan dapat menggunakan bahan-bahan lain sebagai media tumbuh cendawan *M. anisopliae* dan menghasilkan jumlah spora lebih banyak serta dapat lebih efektif dalam mengendalikan hama *O. rhinoceros*.

Penelitian Yuningsih (2014) menggunakan jagung giling sebagai media untuk pertumbuhan cendawan *M. anisopliae*. Menurut Wijaya (2012) jagung giling mengandung karbohidrat yaitu 73,7 gram per 100 gram. Uji patogenesitas menggunakan jamur dengan konsentrasi 5 g, 10 g, 15 g, 20 g/kg media dan Furadan 5 g/Kg media sebagai kontrol positif, dan aquades sebagai kontrol negatif. Hasil penelitian menunjukkan pada konsentrasi 15 g/kg media jagung yang sudah ditumbuhi jamur *M. anisopliae* saat diaplikasikan untuk uji patogenesitas, rerata jumlah kumulatif dan persentase infeksi awal pada hari ke 7 sudah mencapai 50 %, serta persentase mortalitas *O. rhinoceros* pada hari ke 15 juga sudah mencapai 50%. Hal tersebut yang menjadi acuan pada penelitian ini, yaitu untuk menguji patogenesitas cendawan *M. anisopliae* terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros* dari media beras, beras merah dan ketan putih digunakan masing-masing sebanyak 15 g/kg .

Kapang ini banyak ditemukan di dalam tanah, bersifat saprofit, dan umumnya dijumpai pada berbagai stadia serangga yang terinfeksi, tumbuh pada suhu 6 – 85° F dan kelembapan 30– 90% (Ahmad, 2008). Kapang ini mempunyai koloni berwarna hijau zaitun, miselium bersekat, konidiofor tersusun tegak, berlapis, dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia. Konidia bersel satu berwarna hialin, berbentuk bulat silinder dengan ukuran 9,94 x 3,96 µm (Prayogo et al., 2005). Prayogo dan Tengkanu (2002) menjelaskan bahwa pada awal pertumbuhan, koloni cendawan berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur. Koloni dapat tumbuh dengan cepat pada beberapa media seperti *Potato Dextrose Agar* (PDA), jagung dan beras.

Cendawan *M. anisopliae* mematikan larva dengan dua cara yaitu melalui integumen dan mulut atau saluran pencernaan. Jika cendawan *M. anisopliae* mematikan larva melalui mulut atau saluran pencernaan, maka larva akan lebih cepat mati. Kematian larva lebih lambat jika infeksi melalui integumen, sebab konidia cendawan entomopatogenik umumnya memerlukan waktu 2 hari sampai 2 minggu untuk berkecambah (Saenong & Alfons, 2009).

Pati atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Secara umum pati terdiri dari 20% bagian yang larut air (amilosa) dan 80% bagian yang tidak larut dalam air (amilopektin). Amilosa merupakan polisakarida, polimer yang tersusun dari glukosa sebagai monomernya. Tiap-tiap monomer terhubung dengan ikatan 1,4-glikosidik. Amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun dari monomer G-glukosa. Secara struktural, amilopektin terbentuk dari rantai glukosa yang terikat dengan ikatan 1,4-glikosidik, sama dengan amilosa. Namun pada amilopektin terbentuk cabang-cabang (sekitar tiap 20 mata rantai glukosa) dengan ikatan 1,6-glikosidik (Whistler dan Paschall) (Agustini, 2014).

Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui 1) diantara media beras putih, beras merah dan ketan putih, media apakah yang paling baik untuk pertumbuhan cendawan *M. anisopliae*. 2) Untuk mengetahui apakah cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih, beras merah dan ketan putih memiliki daya bunuh terhadap larva *O. rhinoceros*. 3) Untuk mengetahui cendawan *M. anisopliae* pada media apa yang memiliki daya bunuh paling tinggi terhadap larva *O. rhinoceros*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Universitas Ahmad Dahlan dan Laboratorium Hayati Dinas Kehutanan dan Perkebunan Daerah Istimewa Yogyakarta. Variabel bebas berupa perbedaan jenis media yang digunakan sebagai media biakan cendawan *M. anisopliae* yaitu beras putih, beras merah dan ketan putih. Variabel terikat berupa jumlah spora, viabilitas spora, jumlah kumulatif infeksi, waktu infeksi total, jumlah kumulatif mortalitas dan waktu mortalitas total larva *Oryctes rhinoceros*. Pembuatan media beras putih, beras merah dan ketan putih. Beras yang sudah beersih 1 kapsul chloramphenikol 250 mg sebagai antibakteridiberi. Setelah dingin masing-masing beras sebanyak 100 gram dimasukkan kedalam kantong plastik ukuran 0,5 kg, dimasukkan beras dengan tinggi $\pm 7,5$ cm dari tinggi plastik. kemudian dilipat bagian atas plastik supaya tertutup.

Inokulasi cendawan *Metarhizium anisopliae* ke media beras putih, beras merah dan ketan putih. Dilakukan inokulasi cendawan *M. anisopliae* dengan mengambil cendawan *M. anisopliae* yang sudah diberi aquades menggunakan spuit sebanyak 1 mL, kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik ukuran 0,5 kg yang berisi media beras putih, beras merah dan ketan putih.

Selanjutnya kantong plastik dilipat dengan bentuk segitiga dan di tutup rapat dengan menyisakan ruang udara dalam kantong plastik, lalu digojog. Masing-masing media dibuat 13 ulangan dan dipilih yang paling baik pertumbuhannya dilihat pada meratanya permukaan media.

Tiap perlakuan dan kontrol diulang empat kali. Parameter yang diamati meliputi jumlah spora, viabilitas spora, jumlah kumulatif infeksi dan waktu infeksi total larva *O. rhinoceros* serta jumlah kumulatif mortalitas dan waktu mortalitas total larva *O. rhinoceros*. Untuk mengetahui adanya perbedaan, data diuji menggunakan Analisis Varians (ANAVA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 10%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan uji patogenisitas cendawan *Metarhizium anisopliae* dari media beras putih, beras merah dan ketan putih terhadap mortalitas larva *Oryctes rhinoceros* dilakukan hingga semua larva mati. Parameter pengamatan berupa jumlah spora, viabilitas spora, jumlah kumulatif infeksi, waktu infeksi total, jumlah kumulatif mortalitas dan waktu mortalitas total. Hasil pengamatan yang diperoleh adalah

Jumlah Spora

Jumlah spora cendawan pada suatu media mempengaruhi keberhasilan dalam pengendalian hama. Hasil pengamatan jumlah spora cendawan *M. anisopliae* pada media biakan beras putih, beras merah dan ketan putih dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Jumlah Spora Cendawan *M. Anisopliae* pada Media Beras Putih, Beras Merah dan Ketan Putih

Media	Jumlah spora (S/mL)			Rerata (S/mL)
	Ulangan			
	1	2	3	
Beras Putih	6,25 x	6,825 x	5,125 x	6 x 10 ⁸
Beras Merah	3,9 x	3,85 x	3,55 x	3,7 x 10 ⁸
Ketan Putih	3,10 x	3,075 x	4,4 x	3,5 x 10 ⁸

Cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih menghasilkan spora lebih banyak dari cendawan *M. anisopliae* pada media beras merah karena beras putih mengandung karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan beras merah. Karbohidrat merupakan komponen utama sebagai nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan cendawan. Poedjadi (Haq, 2010) menyatakan kandungan karbohidrat pada beras putih yaitu 78,9 gram per 100 gram sedangkan beras merah mengandung karbohidrat 77,6 gram per 100 gram. Oleh sebab itu, spora lebih banyak dihasilkan oleh cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih daripada cendawan *M. anisopliae* pada media beras merah.

Viabilitas Spora

Tabel 2. Viabilitas Spora Cendawan *M. Anisopliae* pada Media Beras Putih, Beras Merah dan Ketan Putih

Media	Viabilitas (%)			Rerata (%)
	Ulangan			
	1	2	3	
Beras Putih	73,58	73,40	80,43	75,80
Beras Merah	74,66	72,41	71,95	73,69
Ketan Putih	70,58	75 %	70,45	72,01

Berdasarkan hasil pengamatan dapat dilihat bahwa viabilitas cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih, beras merah dan ketan putih secara berturut-turut adalah 75,80% ; 73,69% dan 72,01%. Dalam penelitian Mulyono (2007) dilakukan pengamatan viabilitas cendawan *M. anisopliae* pada media jagung giling. Jagung giling memiliki kandungan karbohidrat yang hampir sama dengan beras putih, beras merah dan ketan putih yaitu sebesar 73,7 gram dalam 100 gram (Wijaya, 2012). Hasil viabilitas cendawan *M. anisopliae* pada media jagung giling yang diperoleh dianggap baik yaitu 90%. Selanjutnya, hasil pengamatan viabilitas cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih, beras merah dan ketan putih menunjukkan hasil viabilitas lebih rendah dari cendawan *M. anisopliae* pada media jagung giling

Jumlah Kumulatif Infeksi

Tabel 3. Jumlah Kumulatif dan Persentase Infeksi Larva *Oryctes rhinoceros* oleh Cendawan *M. anisopliae* Pada Hari Pengamatan Ke 10 Setelah Aplikasi

Perlakuan	Rerata jumlah infeksi <i>O. rhinoceros</i>	BNT 0,10 = 1,65
Kontrol	0	a
Beras Putih	6	d
Beras Merah	3,75	c
Ketan Putih	2	b

Cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih memiliki persentase infeksi kumulatif larva *O. rhinoceros* paling tinggi karena cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih menghasilkan spora paling banyak daripada cendawan *M. anisopliae* pada media beras merah dan cendawan *M. anisopliae* pada media ketan putih, yaitu sebesar 6×10^8 . Sebaliknya, cendawan *M. anisopliae* pada media beras merah dan ketan putih memiliki persentase infeksi kumulatif rendah karena jumlah spora yang dihasilkan rendah yaitu sebesar $3,7 \times 10^8$ dan $3,5 \times 10^8$. Jumlah spora yang dihasilkan oleh cendawan mempengaruhi daya infeksi pada tubuh larva. Ketika cendawan kontak dengan kutikula larva, spora melakukan penetrasi dalam tubuh larva dan membentuk buluh kecambah melalui integument masuk ke dalam tubuh, menghancurkan jaringan dan menyebabkan infeksi. Semakin banyak jumlah spora maka semakin banyak spora yang menempel dan melakukan penetrasi dalam tubuh larva sehingga menyebabkan infeksi pada tubuh menjadi semakin cepat

Waktu Infeksi

Tabel 4. Rerata Waktu Infeksi Total Larva *O. rhinoceros*

Perlakuan	Rerata waktu infeksi total <i>O. rhinoceros</i>	BNT 0,10 = 0,77
Kontrol	0	a
Beras Putih	11,75	b
Beras Merah	13,75	c
Ketan Putih	15,5	d

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat pada kontrol tidak terjadi infeksi larva. Selanjutnya, hasil uji BNT cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih, beras merah dan ketan putih menunjukkan huruf yang berbeda, hal tersebut berarti cendawan pada ketiga media memiliki beda nyata secara

signifikan. Ketiga media biakan cendawan *M. anisopliae* memiliki kemampuan dalam menginfeksi larva *O. rhinoceros*, namun waktu yang dibutuhkan untuk infeksi total larva *O. rhinoceros* berbeda. Waktu infeksi total larva *O. rhinoceros* yang paling cepat adalah cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih. Hal tersebut dikarenakan cendawan pada media beras putih menghasilkan spora yang banyak sehingga menyebabkan daya infeksi tinggi. Dengan tingginya daya infeksi maka waktu yang dibutuhkan larva *O. rhinoceros* infeksi total lebih cepat. Semakin banyak jumlah spora maka semakin banyak spora yang menempel dan melakukan penetrasi dalam tubuh larva sehingga menyebabkan infeksi pada tubuh menjadi semakin cepat. Waktu infeksi total larva *O. rhinoceros* yang paling lama adalah cendawan *M. anisopliae* pada media ketan putih. Hal tersebut dikarenakan jumlah spora yang dihasilkan cendawan pada ketan putih sedikit sehingga daya infeksinya rendah. Rendahnya daya infeksi menyebabkan larva terinfeksi cendawan dalam waktu yang lebih lama.

Jumlah Kumulatif Mortalitas

Tabel 5. Jumlah Kumulatif Mortalitas

Perlakuan	Rerata jumlah mortalitas <i>O. rhinoceros</i>	BNT 0,10 = 1,6
Kontrol	0	a
Beras Putih	8	d
Beras Merah	6,25	c
Ketan Putih	3,25	b

Berdasarkan tabel 4.9 dapat dilihat bahwa pada hari ke 19 kontrol tidak menunjukkan adanya mortalitas. Rerata jumlah kumulatif dan persentase mortalitas larva *O. rhinoceros* tertinggi yaitu dari cendawan *M. anisopliae* yang tumbuh pada media beras putih dan rerata jumlah kumulatif dan persentase mortalitas larva *O. rhinoceros* terendah yaitu dari cendawan pada media ketan putih. Rerata jumlah kumulatif dan persentase mortalitas larva *O. rhinoceros* dari cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih, beras merah dan ketan putih secara berturut-turut adalah 80%, 62,5% dan 32,5%. Mortalitas larva *O. rhinoceros* dari media beras putih memiliki persentase paling tinggi karena mortalitas larva pada perlakuan tersebut sudah dimulai pada hari ke 10. Sedangkan mortalitas larva *O. rhinoceros* dari media ketan putih memiliki persentase paling rendah karena mortalitas dari perlakuan tersebut dimulai pada hari ke 13.

Waktu Mortalitas Total

Tabel 6. Waktu Mortalitas Total

Perlakuan	Rerata waktu mortalitas total <i>O. rhinoceros</i>	BNT 0,10 = 1,13
Kontrol	0	a
Beras Putih	20,25	b
Beras Merah	23,5	c
Ketan Putih	29	d

Berdasarkan tabel 6 terlihat bahwa tidak terjadi mortalitas pada kontrol. Ketiga media biakan cendawan *M. anisopliae* memiliki pengaruh yang beda nyata terhadap waktu mortalitas total larva *O. rhinoceros*. Hal ini ditunjukkan dengan huruf yang berbeda pada ketiga perlakuan. Dengan demikian, cendawan *M. anisopliae* yang dibiakkan pada media beras putih, beras merah dan ketan putih memiliki kemampuan dalam membunuh larva *O. rhinoceros*. Media biakan cendawan *M. anisopliae* yang paling baik dalam membunuh larva *O. rhinoceros* adalah media beras putih karena dapat menyebabkan mortalitas total paling cepat dibandingkan *M. anisopliae* yang tumbuh pada media beras merah dan media ketan putih. Cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih memiliki rerata waktu mortalitas total paling tinggi karena waktu mulai infeksi dan mortalitas larva terjadi paling cepat dibandingkan cendawan *M. anisopliae* pada media beras merah dan media ketan putih. Mortalitas larva diawali dengan terjadinya infeksi. Infeksi dimulai dengan menempelnya spora cendawan pada kutikula larva. Selanjutnya cendawan akan mempercepat reproduksi dan dengan waktu bersamaan

cendawan akan mengeluarkan toksin yang dapat mempercepat kematian larva. Oleh sebab itu, semakin cepat terjadi infeksi pada tubuh larva maka kematian akan semakin cepat terjadi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan uji patogenisitas cendawan *M. anisopliae* yang ditumbuhkan pada media beras putih, beras merah dan ketan putih terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Media yang paling baik untuk pertumbuhan cendawan *M. anisopliae* pada penelitian ini adalah media beras putih.
2. Cendawan *M. anisopliae* pada media beras putih, beras merah dan ketan putih memiliki daya bunuh terhadap larva *O. rhinoceros* larva *O. rhinoceros* ditunjukkan dengan tingkat infeksi dan mortalitas larva.
3. Cendawan *M. anisopliae* yang memiliki daya bunuh paling tinggi terhadap larva *O. rhinoceros* adalah cendawan yang ditumbuhkan pada media beras putih, ditunjukkan dengan kemampuan menginfeksi dan membunuh larva paling cepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Staf Laboratorium Biologi Univeristas Ahmad Dahlan atas segala support dan layanan yang telah diberikan selama peneltian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Heriyanto & Suharno. (2008). Studi Patogenitas Metarhizium anisopliae (Metch.) Hasil Perbanyakan Medium Cair Alami Terhadap Larva Oryctes rhinoceros. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian* 4(1): 47-5
- Hughes S.J. 2014. *Phycomycetes, Basidiomycetes, and Ascomycetes as Fungi Imperfecti*. In: *Taxonomy of Fungi Imperfecti* (B. Kendrick, ed.), pp. 7-36. University of Toronto Press, Toronto.
- Kaur, S., Harminder P. K., Kirandeep K. & Amarjeet K. (2011). Effect of Different Concentrations of Beauveria bassiana on Development and Reproductive Potential of Spodoptera litura (Fabricius). *J. Biopest.* 4(2):161-168.
- Kherb, W. A. A. (2014). Virulence Bio-Assay Efficiency of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae for the Biological Control of Spodoptera exigua Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) Eggs and the 1st Instar Larvae. *Aust. J. Basic & Appl. Sci.* 8(3): 313-323.
- Sibarani, H., S. (2015). Patogenisitas Beauveria bassiana Terhadap Spodoptera litura Fabricius. (Lepidoptera : Noctuidae) Pada Tanaman Kelapa Sawit. *Skripsi*. FP. USU.
- Sunarno.2014. *Pengendalian Hayati (Biologi Control) Sebagai Salah Satu Komponen Pengendalian Hama Terpadu* (Pht)
- Widiyanti, N. L. P. M., & Muyadihardja, S. (2004). Uji Toksisitas Jamur Metarhizium anisopliae terhadap Larva nyamuk Aedes aegypti. *Media Litbang Kesehatan*, 14(3): 25-30.

POTENSI FUNGI PATOGEN BUSUK AKAR SEBAGAI SUMBER ENZIM UNTUK PRODUKSI BIOETANOL GENERASI II

Luciasih Agustini*¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan; Jl. Gunung Batu No.5 Bogor 16118,
Telp. 0251-8633234, Fax. 0251-8638111
e-mail: *¹luciagustini2014@gmail.com

Abstrak. Penyakit busuk akar yang disebabkan oleh fungi *Ganoderma phillipii* dan *Phellinus sp.* merupakan ancaman bagi produktivitas Hutan Tanaman Industri di Indonesia karena dapat menyebabkan tanaman mati dengan cepat. Agresivitas *Ganoderma phillipii* dan *Phellinus sp.* mengindikasikan kemampuan fungi dalam menghasilkan enzim lignoselulolitik yang dapat dimanfaatkan bagi pengembangan produksi bioetanol generasi II dari baku limbah lignoselulosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi potensi *Ganoderma phillipii* dan *Phellinus sp.* sebagai penghasil enzim ligninase, selulase dan hemiselulase dengan metode plate assays. Aktivitas ligninase diestimasi dari laju pemudaran warna (discolorisasi) media PDA+0.05% Remazole-Brilliant-Blue-R (RBBR), sedangkan estimasi aktivitas selulase dan hemiselulase dilihat dari perbandingan diameter zona bening yang terbentuk pada CMC-Agar dan Xilan-Agar terhadap diameter pertumbuhan miselia fungi. Meskipun kedua jenis fungi menunjukkan aktivitas enzim lignoselulolitik, isolat *Ganoderma phillipii* FORDACC-02478 menunjukkan aktivitas ligninase, selulase dan xilanase tertinggi dibandingkan isolat-isolat lainnya dengan indeks diskolorisasi RBBR sebesar $3,57 \pm 0,77$; indeks selulase $5,37 \pm 0,58$; dan indeks xilanase $4,83 \pm 0,55$.

Kata Kunci: Bioetanol, *Ganoderma philippii*, lignoselulolitik, *Phellinus sp.*, penyakit busuk akar.

PENDAHULUAN

Tidak ada sedikit pun kesia-siaan pada ciptaan Tuhan di alam semesta ini, begitu pula dengan fenomena penyakit busuk akar yang pada Tanaman Industri (HTI) *Acacia mangium* dan *Eucalyptus pellita* yang disebabkan oleh fungi *Ganoderma philippii* dan *Phellinus sp.* (Agustini *et al.*, 2014). Pada satu sisi, infeksi fungi patogen ini telah menurunkan produktivitas HTI *A. mangium* di Sumatera dari 22–35 m³/ha/tahun pada rotasi pertama menjadi kurang dari 15 m³/ha/tahun pada rotasi ketiga (Nambiar & Harwood, 2014), namun dari sisi pengembangan proses produksi Bioetanol Generasi II, fenomena penyakit busuk akar ini berpotensi meningkatkan efisiensi proses delignifikasi dan sakarifikasi, karena kedua fungi patogen ini dapat menghasilkan enzim lignoselulolitik yang diperlukan untuk proses konversi limbah lignoselulosa menjadi etanol.

Kehadiran fungi patogen busuk akar di areal HTI dan perkebunan membawa ‘berita buruk’ bagi pelaku usaha di sektor ini, karena infeksi fungi patogen busuk akar dapat menyebabkan kematian pohon yang berdampak pada berkurangnya pasokan bahan baku bagi industri mereka dan berujung pada penurunan produksi dan keuntungan perusahaan. Di Malaysia, kematian pohon *Acacia mangium* umur 14 tahun karena infeksi *Ganoderma spp.* ini mencapai 40%; di Philipina sekitar 10–25 % *A. mangium* umur 6–10 tahun mengalami kematian; di Indonesia, pada *A. mangium* umur 3–5 tahun mengalami kematian berkisar 3–28% (Irianto *et al.*, 2006; Eyles *et al.*, 2008). Pada kelapa sawit, *Ganoderma boninense* merupakan patogen yang paling mematikan karena menyebabkan busuk pangkal batang (Basal Stem Rot). Patogen ini tercatat sebagai penyakit yang paling merusak bagi industri perkebunan kelapa sawit di Indonesia dan Malaysia, serta di beberapa negara lainnya, seperti Angola, Kamerun, Colombia, Ghana, Honduras, Nigeria, Papua New Guinea, Congo, Zambia dan Thailand (Ariffin *et al.*, 2000). Pada umumnya *G. boninense* menginfeksi pangkal batang kelapa sawit muda dan menyebabkan bagian pangkal batang tersebut membusuk dan akhirnya pohon menjadi mati. Karena usia produktif pohon kelapa sawit dapat mencapai 25 tahun, serangan penyakit ini pada tegakan pohon yang masih muda merupakan kerugian ekonomi yang besar. Kenaikan serangan penyakit ini sekitar 31–67% di lapangan dapat menurunkan hasil produksi kelapa sawit sebesar 26–46% (Lee & Chang, 2016).

Ancaman serangan penyakit busuk akar tidak hanya disebabkan oleh *Ganoderma* spp. yang menyerang pohon *A. mangium*, *E. pellita*, dan kelapa sawit (*Elais guineensis*). Fungi patogen lainnya, yaitu *Phellinus* spp., telah dilaporkan menyebabkan busuk akar pada pohon karet (*Hevea brasiliensis*), sentang (*Azadirachta excelsa*) dan jati (*Tectona grandis*) (Farid, et al., 2009) serta lebih dari 200 spesies tanaman lainnya termasuk tanaman hias dan pohon buah-buahan (Ann et al., 2002). Keagresifan fungi patogen ini menjadi indikasi bahwa fungi tersebut mampu mendegradasi jaringan akar atau pangkal batang tanaman secara aktif dan efektif. Padahal jaringan tanaman yang terdiri atas komponen lignin, selulosa dan hemiselulosa, yang bersifat recalcitrant (Alvarez et al., 2016).

Di sisi lain, terdapat sejumlah upaya eksplorasi sumber energi alternatif untuk menangani masalah krisis energi, pengurangan emisi gas rumah kaca, dan pemanasan global. Bioetanol adalah salah satu pilihan solusi untuk menjawab permasalahan tersebut karena dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif baik sebagai substitusi maupun sebagai campuran bahan bakar yang telah ada. Bioetanol dengan bilangan oktan yang tinggi, yaitu 108, meskipun kandungan energinya 65% lebih rendah dan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca sekitar 30–85% dibandingkan dengan bensin (Saini et al., 2015; Aditiya et al., 2016). Pada skala global, bioetanol adalah biofuel yang paling banyak diproduksi, yaitu sekitar 73% dari 135,3 milyar liter total biofuel dihasilkan pada tahun 2016, dengan USA dan Brazil sebagai produsen bioetanol terbesar (Branco et al., 2019). Sampai saat ini produksi bioetanol komersial di USA, Brazil dan Uni Eropa masih menggunakan bahan baku yang mengandung pati atau gula, seperti jagung, tebu, dan sugar beet (Bioetanol Generasi I). Penggunaan bahan baku Bioetanol Generasi I ini berkompetisi dengan kebutuhan pangan, dan telah menyebabkan peningkatan harga bahan pangan tersebut di pasaran (Manochio et al., 2017) serta diproyeksikan tidak akan dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar ramah lingkungan di masa depan yang semakin meningkat (Saini et al., 2015). Selain itu, penggunaan bahan pangan sebagai bahan baku bioetanol ini dikhawatirkan berdampak negatif terhadap biodiversitas karena dapat memicu deforestasi untuk memperluas lahan pertanian (Hahn-Hagerdal et al., 2006). Dengan pertimbangan dampak kumulatif dari proses produksi Bioetanol Generasi I tersebut di masa yang akan datang, maka sejak sekitar tiga dekade lalu telah dilakukan penelitian untuk mengembangkan teknologi produksi Bioetanol Generasi II yang menggunakan limbah lignoselulosa seperti residu pertanian, limbah industri kayu dan kertas, serta tanaman energi seperti *Miscanthus*, *switchgrass* dan lain-lain (Claassen et al., 1999; Naik et al., 2010).

Lignoselulosa merupakan material organik yang terdiri dari komponen lignin (15–20%), selulosa (30–60%), hemiselulosa (20–30%) dan sejumlah kecil fraksi ekstraktif dan abu (Sindhu et al., 2016). Komposisi relatif komponen biokimia ini dapat bervariasi antara jenis tanaman satu dengan tanaman lainnya (Ahorsu et al., 2018). Selulosa dan hemiselulosa adalah senyawa polisakarida yang dapat dihidrolisis menjadi senyawa gula yang dapat difermentasi menjadi etanol. Sedangkan lignin tidak terlibat dalam proses produksi bioetanol, namun dapat menjadi bahan baku senyawa aromatik yang bernilai tinggi (Branco et al., 2019). Selulosa merupakan polimer homopolisakarida yang tidak bercabang dari monomer D-glukosa yang dihubungkan dengan ikatan 1,4–glikosidik, dengan derajat polimerisasi sampai dengan sekitar 15000 unit (Kuhad et al., 2011). Intra- dan antar- rantai polimer ini dihubungkan dengan ikatan hidrogen yang kuat sehingga menghasilkan struktur selulosa kristalin yang sangat teratur dan sulit untuk dihidrolisis. Namun pada beberapa tempat terdapat daerah amorf yang relatif lebih mudah dihidrolisis (Silveira et al., 2015). Hemiselulosa merupakan heteropolisakarida yang terdiri atas gula pentosa (D-xylosa dan L-arabinosa), heksosa (D-glukosa, D-galaktosa, dan D-mannosa), dan senyawa pektin (asam glukuronat dan asam galakturonat) dengan derajat polimerisasi lebih pendek daripada polimer selulosa, yaitu sekitar 100–200 monomer (Kuhad et al., 2011). Adapun lignin adalah matriks non-polisakarida, berupa senyawa polifenolik yang sangat hidrofobik sehingga sulit ditembus oleh enzim-enzim hidrolisis (Branco et al., 2019). Komponen dan sifat kimia lignin inilah yang menjadi faktor kunci pada efisiensi proses hidrolisis secara enzimatik limbah lignoselulosa (Ahorsu et al., 2018; Branco et al., 2019).

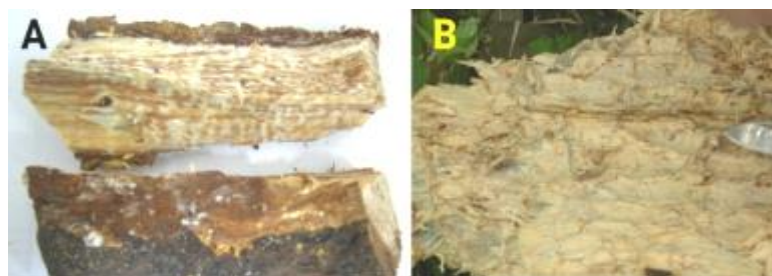
Secara umum, produksi Bioetanol Generasi II melalui tahapan proses berikut: pretreatment, hidrolisis (sakarifikasi), fermentasi dan destilasi (Aditiya et al., 2016). Pretreatment bertujuan untuk menyederhanakan komponen penyusun lignoselulosa yang rigid dan meningkatkan efektivitas kerja enzim hidrolisis dengan cara delignifikasi, penguraian hemiselulosa, menurunkan derajat polimerisasi dan kristalinitas selulosa (Gauna et al., 2018). Pretreatment dapat dilakukan dengan proses: (1) fisika – yaitu dengan memperkecil partikel bahan baku secara mekanik, atau dengan mengaplikasikan

pengocokan dengan gelombang ultrasonik, temperatur dan tekanan tinggi; (2) kimiawi – dengan menggunakan larutan asam atau basa kuat atau pelarut organik seperti metanol, etanol dan etilen glikol; dan (3) biologis – dengan melibatkan mikroorganisme yang menghasilkan enzim lignoselulolitik (Mood et al., 2013; Silveira et al., 2015; Sun et al., 2016). Tipikal mikroorganisme yang digunakan sebagai dekomposer lignoselulosa adalah jamur pelapuk putih (white rot fungi) yang dapat mendegradasi lignin dan selulosa (Horisawa et al., 2019; Ummalya et al., 2019). Oleh karena itu, sebagai bagian dari upaya penyediaan pilihan agen biologis yang dapat membantu peningkatan efisiensi pretreatment produksi Bioetanol Generasi II, penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi secara semi-kuantitatif potensi jamur pelapuk putih *Ganoderma philippii* dan *Phellinus noxius* yang merupakan patogen busuk akar pada tanaman *A. mangium* dan *E. pellita* dalam menghasilkan enzim pendegradasi lignin, selulosa dan hemiselulosa.

BAHAN DAN METODE

Asal Isolat Fungi

Isolat fungi patogen (Tabel 1) merupakan koleksi INTROF-CC (*Indonesian Tropical Forest Culture Collection*) yang diawetkan dengan cara disimpan pada suhu -80°C di dalam *cryotube* berisi larutan gliserol 20% sebagai *cryoprotectant*. Isolat-isolat ini diperoleh dari bagian akar yang menunjukkan gejala penyakit busuk akar (Gambar 1) di HTI *E. pellita* dan *A. mangium* di Provinsi Riau (Tabel 1). Proses isolasi dan identifikasi fungi patogen ini telah dipublikasikan pada (Agustini et al., 2014). Sebelum digunakan pada penelitian ini, isolat-isolat tersebut di-*thawing* agar secara bertahap teradaptasi dengan suhu ruang, lalu disubkultur pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) di dalam cawan petri.



Gambar 1. Akar *Acacia mangium* yang lapuk terserang *Ganoderma philippii* (A); akar *Eucalyptus pellita* yang lapuk terserang *Phellinus noxius* (B).

Tabel 1. Isolat fungi patogen busuk akar yang dikarakterisasi potensi enzim lignoselulolitiknya

Jenis Fungi	Kode Isolat	Asal Sampel
<i>Ganoderma philippii</i>	FORDACC-02460	Akar pohon <i>E. pellita</i> umur 1,5 tahun yang terserang penyakit busuk akar di Perawang, Riau.
<i>Ganoderma philippii</i>	FORDACC-02467	Akar pohon <i>E. pellita</i> umur 1,5 tahun yang terserang penyakit busuk akar di Perawang, Riau.
<i>Ganoderma philippii</i>	FORDACC-02478	Akar pohon <i>A. mangium</i> umur 1,5 tahun yang terserang penyakit busuk akar di Pangkalan Kerinci, Riau.
<i>Phellinus noxius</i>	FORDACC-02454	Akar tunggul <i>E. pellita</i> umur 5 tahun yang mati terserang penyakit busuk akar di Perawang, Riau.
<i>Phellinus noxius</i>	FORDACC-02455	Akar 'coppice' <i>E. pellita</i> umur 9 bulan yang terserang penyakit busuk akar di Perawang, Riau.
<i>Phellinus noxius</i>	FORDACC-02457	Akar pohon <i>A. mangium</i> umur 1,5 tahun yang terserang penyakit busuk akar di Pangkalan Kerinci, Riau.

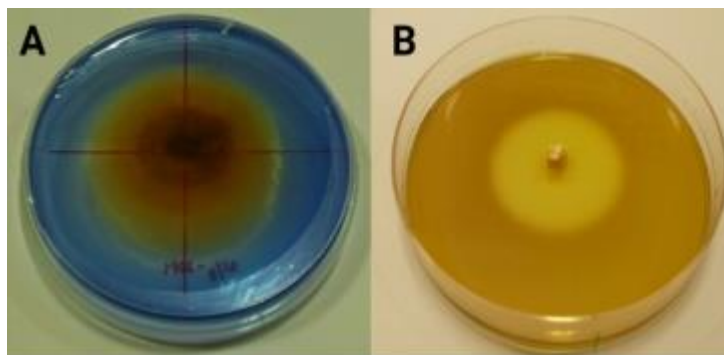
Pengukuran Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan ditentukan dengan meletakkan potongan koloni miselia fungi (ukuran sekitar $5 \times 5 \text{ mm}^2$) yang sedang aktif tumbuh, di bagian tengah cawan petri yang berisi media PDA. Kemudian diinkubasi di ruang kultur dengan pencahayaan cukup dan pendingin ruangan diatur pada suhu 24°C . Diameter koloni diukur setiap hari dalam satuan mm secara vertikal dan horizontal, sampai

miselia memenuhi seluruh permukaan media (Whipps, 1987), atau maksimal 15 hari. Setiap isolat ditumbuhkan pada tiga cawan media PDA sebagai ulangan. Morfologi koloni miselia yang tumbuh diamati dan dideskripsikan secara visual.

Karakterisasi Ligninase

Potensi isolat dalam menghasilkan enzim pendegradasi lignin diukur dari kemampuan isolat tersebut dalam memudarkan warna (*decolorisation*) senyawa anthraquinone *Remazol Brilliant Blue R* (RBBR). Penggunaan RBBR sebagai media untuk mengkarakterisasi aktivitas enzim ligninase didasarkan pada pertimbangan kemiripan struktur kimia RBBR dengan lignin (Korniłowicz-kowalska & Rybczyńska, 2012). Potongan koloni miselia (ukuran sekitar 5 x 5 mm²) diambil dari bagian kultur fungi yang sedang aktif tumbuh pada media PDA, kemudian disubkultur pada cawan petri yang berisi PDA yang telah ditambahkan 500 mg RBBR per L media, kemudian diinkubasi pada suhu ruang dan diamati selama 10 hari. Penentuan *discoloration rate* mengacu (Narkhede *et al.*, 2013) yaitu dengan cara mengukur diameter warna biru RBBR yang memudar (Gambar 2.A). Pada setiap isolat pengukuran dilakukan pada tiga kultur fungi dalam cawan yang berbeda, sebagai ulangan.



Gambar 2. *Plate assay* untuk menguji potensi enzim ligninase dengan media PDA +RBBR (A); *plate assay* untuk menguji potensi enzim selulase dan hemiselulase dengan media CMC-Agar atau Xylan-Agar (B).

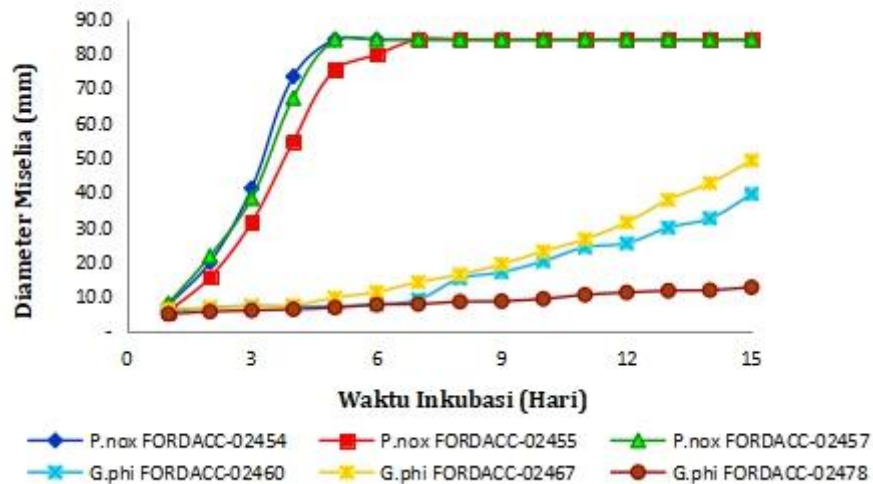
Karakterisasi Selulase & Hemiselulase

Kemampuan isolat dalam memproduksi enzim yang dapat menghidrolisis selulase mengacu pada (Kasana *et al.*, 2008), yaitu: potongan kultur fungi yang sedang aktif tumbuh (ukuran diameter \pm 5 mm) ditumbuhkan pada media CMC-agar media yang mengandung NaNO₃ 2 gr; K₂HPO₄ 1 gr; MgSO₄ 0,5 gr; KCl 0,5 gr; 2 gr *carboxymethylcellulose* (CMC) *sodium salt*; peptone 0,2 gr; dan Agar-agar 17 gr, dalam 1 L aquades), lalu diinkubasi pada suhu 28°C dengan variasi waktu inkubasi 1 sampai dengan 10 hari. Pada setiap akhir waktu inkubasi, larutan Gram's Iodine (2,0 g KI dan 1,0 g Iodine dalam 300 ml aquadest steril) dituangkan ke dalam cawan petri, sampai seluruh permukaan cawan tersebut tergenang, lalu dibiarkan selama 3-5 menit, kemudian larutan Gram's iodine dibuang. Terbentuknya zona bening di sekitar koloni mikroba mengindikasikan adanya aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh mikroba tersebut (Gambar 2.B). *Index selulolitik* ditentukan dari rasio diameter zona bening terhadap diameter miselia fungi yang tumbuh pada media CMC-Agar ini. Untuk mendeteksi adanya enzim hemiselulase yang dihasilkan oleh kultur fungi ini, metode Kasana *et al.* (2008) dimodifikasi dengan mengganti sumber karbon dari 0,2% (2 gr dalam 1L media) CMC menjadi 0,1% xilan (1 gr dalam 1L). Adapun tahapan proses selanjutnya sama dengan karakterisasi selulase di atas. *Index xilanolitik* ditentukan dari rasio diameter zona bening terhadap diameter miselia fungi yang tumbuh pada media Xilan-Agar ini. Pengukuran *Index selulolitik* dan *xilanolitik* dilakukan selama 10 hari dengan tiga ulangan untuk setiap isolat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Enam fungi patogen busuk akar yang dikarakterisasi (3 isolat *Phellinus noxius* dan 3 isolat *Ganoderma philippii*) menunjukkan karakteristik pertumbuhan yang berbeda pada media PDA. Ditinjau dari aspek pertumbuhan koloni, isolat *P. noxius* memiliki laju pertumbuhan radial miselia

yang lebih cepat daripada isolat *G. philippii*. Pada hari kelima sampai dengan hari ketujuh setelah subkultur, koloni miselia *P. noxius* telah memenuhi seluruh permukaan media PDA di dalam cawan petri, sedangkan pertumbuhan radial miselia ketiga isolat *G. philippii* sampai dengan hari ke-15 baru mencapai diameter 1–5 cm, dimana isolat *G. philippii* FORDACC-02478 merupakan isolat yang paling lambat tumbuh (Gambar 3).



Gambar 3. Laju pertumbuhan radial koloni miselia isolat *P. noxius* dan *G. philippii* selama 15 hari pengamatan

Kedua jenis fungi patogen ini menunjukkan morfologi kultur yang berbeda. Miselia *P. noxius* berwarna krem kecoklatan, *aerial miselia* berwarna lebih terang, dan seiring dengan pertambahan umur koloni, pada beberapa bagian terbentuk struktur seperti garis berwarna coklat kehitaman yang disebut *pseudo-sclerotia* (Gambar 4.A). Adapun morfologi *G. philippii* menunjukkan koloni miselia yang berwarna putih dan tampak gumpalan kecil *aerial miselia* (seperti kapas) pada bagian tengah koloni; pertumbuhan miselia ke arah tepi cawan membentuk pola percabangan miselia yang tampak seperti bulu unggas; seiring dengan umur kultur, mulai dari bagian tengah tampak perubahan koloni miselia dari putih menjadi kuning kecoklatan (Gambar 4.B).

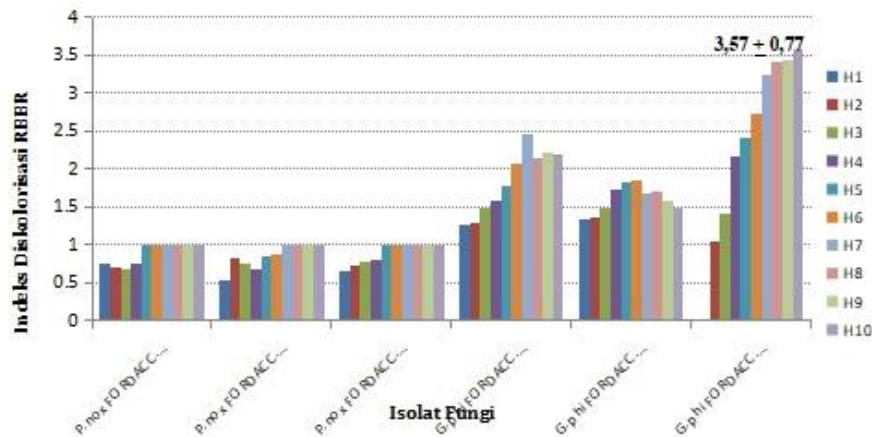
Berdasarkan respons pertumbuhan pada media PDA+RBBR, baik isolat *P. noxius* maupun *G. philippii* menunjukkan kemampuannya dalam mengekskresikan enzim ligninolitik yang terlihat dari memudarnya warna media (*discolorization*) RBBR dengan diameter yang bervariasi (indeks diskolorisasi 0,5–3,57). Isolat *G. philippi* menunjukkan indeks diskolorisasi yang lebih tinggi. Nilai indeks diskolorisasi tertinggi ditunjukkan oleh isolat *G. philippii* FORDACC-02478 sebesar $3,57 \pm 0,77$ pada hari ke-10 masa inkubasi (Gambar 5).



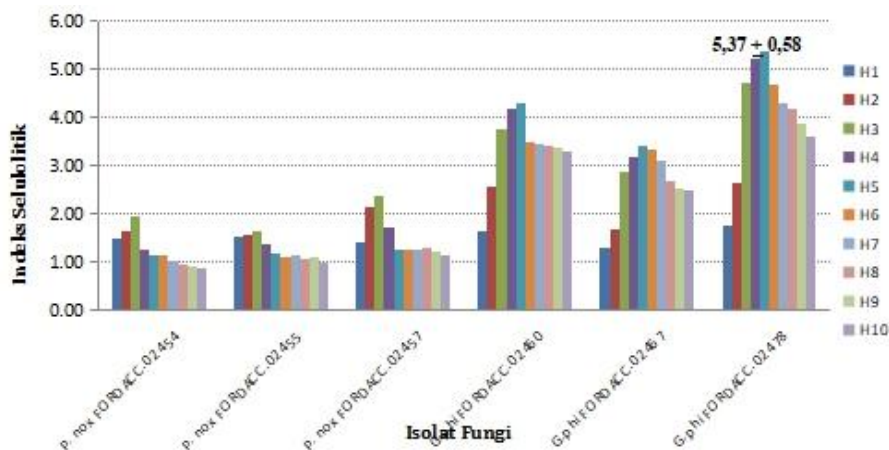
Gambar 4. Morfologi koloni miselia *P. noxius* umur 2 minggu (A) dan *G. philippii* umur 8 minggu (B).

Karakterisasi aktivitas enzim selulolitik dan xilanolitik (Gambar 6 dan 7) keenam isolat dari dua jenis fungi ini pun menunjukkan pola yang sama dengan aktivitas ligninolitiknya. Semua isolat menunjukkan potensinya dalam mengekskresikan enzim selulase dan hemiselulase, namun karena

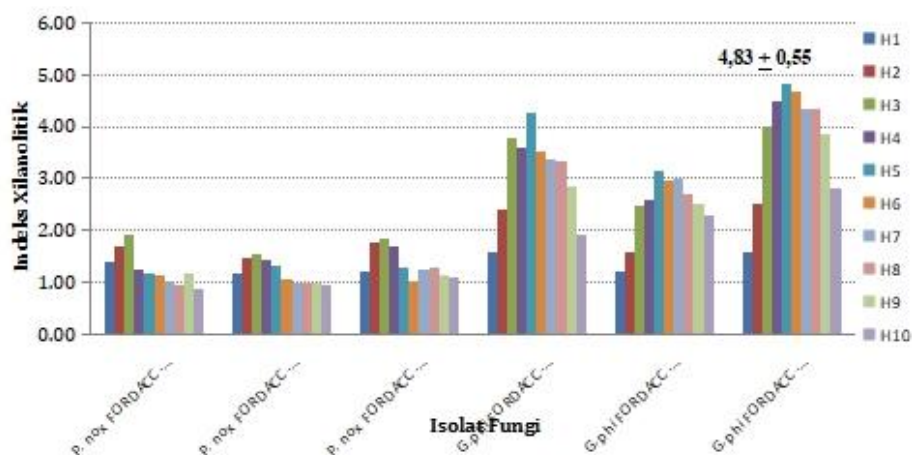
isolat-isolat *P. noxius* memiliki laju pertumbuhan miselia yang lebih cepat daripada *G. philippii* sementara diameter zona bening tidak bertambah signifikan, maka indeks selulolitik dan xilanolitik *P. noxius* lebih rendah dari pada *G. philippii*. Indeks selulolitik dan xilanolitik tertinggi untuk isolat *P. noxius* dicapai pada hari ke-3, sementara isolat *G. philippii* pada hari ke-5. Indeks selulolitik dan xilanolitik tertinggi ditunjukkan oleh isolat *G. philippii* FORDACC-02478 dengan nilai $5,37 \pm 0,58$ (untuk indeks selulolitik) dan $4,83 \pm 0,55$ (untuk indeks xilanolitik). Dengan demikian, meskipun memiliki pertumbuhan miselia yang lambat, isolat *G. philippii* FORDACC-02478 dapat diprioritaskan untuk diuji lebih lanjut potensinya sebagai penghasil enzim lignoselulolitik.



Gambar 5. Laju pemudaran warna (*discoloration rate*) RBBR isolat *P. noxius* dan *G. philippii* selama 10 hari pengamatan



Gambar 6. Indeks selulolitik isolat *P. noxius* dan *G. philippii* selama 10 hari pengamatan



Gambar 7. Indeks xilanolitik isolat *P. noxius* dan *G. philippii* selama 10 hari pengamatan

Data karakterisasi awal ini menunjukkan bahwa isolat fungi *P. noxius* dan *G. philippi*, seperti jamur pelapuk putih lainnya, merupakan pilihan agen biologis untuk proses *pretreatment* pada pengolahan biomasa lignoselulosa menjadi etanol. Kemampuan fungi ini dalam mengdegradasi struktur lignoselulosa terletak pada sistem enzim oksidatif dan hidrolitik yang dimilikinya (Canam *et al.*, 2013). Sistem enzim oksidatif merupakan enzim ligninolitik kompleks yang terdiri dari tiga kelompok utama, yaitu: enzim lignin peroksidase (LiP), lakase (Lacc) dan mangan peroksidase (MnP) (Aditiya *et al.*, 2016). Sistem enzim hidrolitik melibatkan enzim selulolitik dan hemiselulolitik. Aktivitas selulolitik merupakan hasil kerja yang sinergis enzim selulase kompleks yang terdiri dari enzim endo- β -(1,4)-glukanase, ekso- β -(1,4)-glukanase dan β -glukosidase (Saini *et al.*, 2015). Adapun aktivitas hemiselulolitik melibatkan enzim hemiselulase yang lebih kompleks, yaitu endo- β -(1,4)-xylanase, β -xylosidase, α -glukoronidase, α -L-arabinofuranosidase, asetilxilil esterases, β -mannase (Gupta *et al.*, 2016). Hal ini berkaitan dengan komponen penyusun hemiselulosa yang merupakan heteropolimer (terdiri dari gula pentosa, heksosa dan pektin) dengan komposisi yang bervariasi, bergantung pada jenis dan bagian tanaman tersebut (Alvarez *et al.*, 2016).

Sampai saat ini, produksi Bioetanol Generasi II belum dikembangkan pada skala yang lebih luas. Tahap *pretreatment* masih merupakan salah satu kendala utama bagi pengembangan produksi *cellulosic-ethanol* ini secara komersial (Canam *et al.*, 2013; Ahorsu *et al.*, 2018). Sebagai upaya untuk meningkatkan perolehan monosakarida dari biomasa lignoselulosa, berbagai teknik *pretreatment* telah dilakukan. Teknik tersebut antara lain: pencacahan & penggilingan untuk menyederhanakan bentuk fisik bahan baku; perlakuan fisika (seperti pirolisis, radiasi dengan sinar gamma, gelombang microwave, sonifikasi); perlakuan kimiawi dengan mengaplikasikan larutan asam atau basa kuat; perlakuan fisiko-kimia (seperti *ammonia fiber explosion*, *SO₂ steam explosion*); dan perlakuan biologis dengan mengaplikasikan mikroorganisme lignoselulolitik, telah banyak diteliti dan dikembangkan (Monsier *et al.*, 2005; Mood *et al.*, 2013; Silveira *et al.*, 2015; Sun *et al.*, 2016; Oliva *et al.*, 2017). Ditinjau dari aspek konsumsi energi dan resiko adanya by-product yang dapat menjadi polutan bagi lingkungan, *pretreatment* biologis lebih disukai. Namun teknik ini memerlukan waktu lebih lama dan kadar monosakarida yang dihasilkan tidak sebanyak teknik lainnya (Saini *et al.*, 2015). Oleh karena itu, upaya bioprospeksi mikroorganisme lignoselulolitik untuk memperoleh pilihan agen biologis yang efektif untuk proses produksi Bioetanol Generasi II terus dilakukan. Sampel lingkungan yang menjadi target eksplorasi dan isolasi mikroorganisme lignoselulolitik ini pun sangat beragam, antara lain: saluran pencernaan serangga, kotoran hewan herbivora, air, tanah dan serasah, kayu lapuk, mikroba endofitik, tubuh buah fungi saprofit, dan lain-lain (Sun & Scharf, 2010; Agustini *et al.*, 2012; Kachlishvili *et al.*, 2012; Hermosilla *et al.*, 2018). Penelitian ini turut berkontribusi pada upaya eksplorasi dan bioprospeksi fungi lignoselulolitik untuk produksi bioetanol dengan memanfaatkan koleksi fungi patogen busuk akar yang diperoleh dari kawasan HTI *A. mangium* dan *E. pellita*.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa studi awal ini telah mengkonfirmasi potensi fungi patogen *P. noxius* dan *G. philippi* dalam menghasilkan enzim lignoselulolitik yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi proses *pretreatment* produksi bioetanol dari limbah lignoselulosa. Studi lebih lanjut untuk mengkarakterisasi properti enzimatik yang lebih detail, optimasi produksi, dan aplikasinya dalam mendegradasi lignin dan menghidrolisis selulosa & hemiselulosa dari berbagai tipe bahan baku masih perlu dilakukan, agar peran *P. noxius* dan *G. philippi* dalam pengembangan proses produksi Bioetanol Generasi II dapat terdeskripsikan dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan atas dukungan finansial bagi pelaksanaan penelitian ini; *Australian Centre for International Agricultural Research* (ACIAR) Projects FST/2003/048 dan *John Allwright Fellowship* untuk dukungan pada kegiatan eksplorasi fungi patogen di HTI *Acacia & Eucalyptus* di Riau; PT. Arara Abadi dan PT. Riau Andalan Pulp & Paper yang membantu pekerjaan di lapangan; Desy Puspitasari, Resti Ariantari dan Herni Yuniar yang telah membantu penelitian ini di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, H. B., Mahlia, T. M. I., Chong, W. T., Nur, H. & Sebayang, A. H. (2016). Second Generation Bioethanol Production : A Critical Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 631–653.
- Agustini, L., Efiyanti, L., Faulina, S. A. & Santoso, E. (2012). Isolation and Characterization of Cellulase-and Xylanase- Producing Microbes Isolated from Tropical Forests in Java and Sumatra. *International Journal of Environment and Bioenergy*, 3(33), 154–167.
- Agustini, L., Francis, A. Glen, M., Indrayadi, H., & Mohammed, C. L. (2014). Signs and Identification of Fungal Root-Rot Pathogens in Tropical *Eucalyptus Pellita* Plantations. *Forest Pathology*, 44(6), 486–495.
- Ahorsu, R., Medina, F. & Constanti, M. (2018). Significance and Challenges of Biomass as a Suitable Feedstock for Bioenergy and Biochemical Production : A Review. *Energies*, 11, 3366.
- Alvarez, C., Reyes-sosa, F. M., & Bruno, D. (2016). Enzymatic Hydrolysis of Biomass from Wood. *Microbial Biotechnology*, 9(2), 149–156.
- Ann, P., Chang, T.-T. & Ko, W.-H. (2002). *Phellinus noxius* Brown Root Rot of Fruit and Ornamental Trees in Taiwan. *Plant Disease*, 86(8), 820–826.
- Ariffin, D., Idris, A. S. & Singh, G. (2000). Status of *Ganoderma* in oil palm. In J. Flood, P. D. Bridge, & M. Holderness (Eds.), *Ganoderma diseases of perennial crops* (pp. 49–68). Wallingford, Oxford: CABI Publishing.
- Branco, R. H. R., Serafim, S. & Xavier, A. M. R. B. (2019). Second Generation Bioethanol Production : On the Use of Pulp and Paper Industry Wastes as Feedstock. *Fermentation*, 5(4), 1–30.
- Canam, T., Dumonceaux, T. J., Record, E & Li, Y. (2013). White-Rot Fungi: The Key to Sustainable Biofuel Production? *Biofuels*, 4(3), 247–250.
- Claassen, P. A. M., van Lier, J. B., Lopez Contreras, A. M., van Niel, E. W. J., Sijtsma, L., Stams, A. J. M., ... Weusthuis, R. A. (1999). Utilisation of Biomass for The Supply of Energy Carriers. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 52, 741–755.
- Eyles, A., Beadle, C., Barry, K., Francis, A., Glen, M., & Mohammed, C. (2008). Management of Fungal Root-Rot Pathogens in Tropical *Acacia* Plantations. *Forest Pathology*, 38, 332–355.
- Farid, A. M., Lee, S. S., Maziah, Z., & Patahayah, M. (2009). Pathogenicity of *Rigidoporus microporus* and *Phellinus noxius* Against Four Major Plantation species in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*, 21(4), 289–298.
- Gauna, A., Larran, A. S., Perotti, V. E., Feldman, S. R., & Permingeat, H. R. (2018). Fungal Pretreatments Improve The Efficiency of Saccharification of *Panicum prionitis* Ness Biomass. *Biofuels*, 1–7. Retrived from <https://doi.org/10.1080/17597269.2018.1479934>
- Gupta, V. K., Kubicek, C. P., Berrin, J., Wilson, D. W., Couturier, M., Berlin, A., ... Ezeji, T. (2016). Fungal Enzymes for Bio-Products from Sustainable and Waste Biomass. *Trends in Biochemical Sciences*, 41(7), 633–645.
- Hahn-Hagerdal, B., Galbe, M., Gorwa-Grauslund, M. F., Liden, G. & Zacchi, G. (2006). Bio-ethanol – The Fuel of Tomorrow from The Residues of Today. *TRENDS in Biotechnology*, 24(12), 549–556.
- Hermosilla, E., Rubilar, O., Schalchli, H., Sant, A., Silva, A., Ferreira-Leitao, V. & Diez, M. C. (2018). Sequential White-Rot And Brown-Rot Fungal Pretreatment of Wheat Straw as A Promising Alternative For Complementary Mild Treatments. *Waste Management*, 79, 240–250.
- Horisawa, S., Inoue, A. & Yamanaka, Y. (2019). Direct Ethanol Production from Lignocellulosic Materials by Mixed Culture of Wood Rot Fungi *Schizophyllum commune*, *Bjerkandera adusta*, and *Fomitopsis palustris*. *Fermentation*, 5, 21.
- Irianto, R. S. B., Barry, K., Hidayati, N., Ito, S., Fiani, A., Rimbawanto, A. & Mohammed, C. (2006). Incidence and spatial analysis of root rot of *Acacia mangium* in Indonesia. *Journal of Tropical Forest Science*, 18, 157–165.
- Kachlishvili, E., Khardziani, T., Metreveli, E., Kobakhidze, A., & Elisashvili, V. (2012). Screening of Novel Basidiomycetes for the Production of Lignocellulolytic Enzymes During Fermentation of Food Wastes. *Journal of Waste Conversion, Bioproducts and Biotechnology*, 1(1), 9–15.

- Kasana, R. C., Salwan, R., Dhar, H., Dutt, S., & Gulati, A. (2008). A Rapid and Easy Method for The Detection of Microbial Cellulases on Agar Plates Using Gram's Iodine. *Current Microbiology*, 57(5), 503–507.
- Korniłowicz-kowalska, T. & Rybczyńska, K. (2012). Decolorization of Remazol Brilliant Blue (RBBR) and Poly R-478 Dyes by *Bjerkandera adusta* CCBAS 930. *Central European Journal of Biology*, 7(5), 948–956.
- Kuhad, R. C., Gupta, R., Khasa, Y. P., Singh, A., & Zhang, Y. H. P. (2011). Bioethanol production from pentose sugars: Current status and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4950–4962.
- Lee, B. S. S., & Chang, Y. S. (2016). Ganoderma – Jekyll and Hyde mushrooms. *UTAR Agriculture Science Journal*, 2(1), 21–31.
- Manochio, C., Andrade, B. R., Rodriguez, R. P., & Moraes, B. S. (2017). Ethanol from Biomass : A Comparative Overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 743–755.
- Monsier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y. Y., Holtzapple, M., & Ladisch, M. (2005). Features of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass. *Bioresource Technology*, 96(6), 673–686.
- Mood, S. H., Golfeshan, A. H., Tabatabaei, M., Jouzani, G. S., Najafi, G. H., Gholami, M., & Ardjmand, M. (2013). Lignocellulosic Biomass to Bioethanol, A Comprehensive Review with A Focus on Pretreatment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 77–93.
- Naik, S. N., Goud, V. V, Rout, P. K., & Dalai, A. K. (2010). Production of First and Second Generation Biofuels : A Comprehensive Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 578–597.
- Nambiar, E. K. S., & Harwood, C. E. (2014). Productivity of Acacia and Eucalypt Plantations In South- East Asia . 1 . Bio-Physical Determinants of Production : Opportunities And Challenges. *International Forestry Review*, 16(2), 225–248.
- Narkhede, M., Manajan, R., & Narkhede, K. (2013). Ligninolytic Enzyme Production and Remazol Brilliant Blue R (RBBR) Decolorization by a Newly Isolated White Rot Fungus: Basidiomycota spp. L-168. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 4(1), (B) 220–228.
- Oliva, M., Manzanares, P., Ballesteros, I., Chamorro, M. Á., Felicia, S., Ballesteros, M., & Moreno, A. D. (2017). A Sequential Steam Explosion and Reactive Extrusion Pretreatment for Lignocellulosic Biomass Conversion within a Fermentation-Based Biorefinery Perspective. *Fermentation*, 3, 1–15.
- Saini, J. K., Saini, R., & Tewari, L. (2015). Lignocellulosic Agriculture Wastes as Biomass Feedstocks for Second-Generation Bioethanol Production : Concepts And Recent Developments. 3 *Biotech*, 5, 337–353.
- Silveira, M. H. L., Morais, A. R. C., Lopes, A. M. da C., Oleksyszzen, D. N., Bogel-Lukasik, R., Andraus, J., & Ramos, L. P. (2015). Current Pretreatment Technologies for the Development of Cellulosic Ethanol and Biorefineries. *ChemSusChem*, 8, 3366–3390.
- Sindhu, R., Binod, P., & Pandey, A. (2016). Biological Pretreatment of Lignocellulosic Biomass - An Overview. *Bioresource Technology*, 199, 76–82.
- Sun, J. Z., & Scharf, M. E. (2010). Exploring and Integrating Cellulolytic Systems of Insects to advance biofuel technology. *Insect Science*, 17(3), 163–165.
- Sun, S., Sun, S., Cao, X., & Sun, R. (2016). The Role of Pretreatment in Improving the Enzymatic Hydrolysis of Lignocellulosic Materials. *Bioresource Technology*, 199, 49–58.
- Ummalyma, S. B., Supriya, R. D., Raveendran, S., Parameswaran, B., Nair, R. B., Pandey, A., & Gnansounou, E. (2019). Biological Pretreatment of Lignocellulosic Biomass — Current Trends and Future Perspectives. In A. Basile & F. Dalena (Eds.), *Second and Third Generation of Feedstocks -The evolution of biofuel* (pp. 197–212). Amsterdam: Elsevier Inc.
- Whipps, B. Y. J. M. (1987). Effect of Media on Growth and Interactions between a Range of Soil-Borne Glasshouse Pathogens and Antagonistic Fungi. *New Phytologist*, 107, 127–142.

PENGARUH LAMA PENGASAPAN MENGGUNAKAN KAYU KUSAMBI (*Schleichera oleosa*) DAN LAMA SIMPAN TERHADAP TOTAL KOLONI BAKTERI TELUR ASIN

Arnol E. Manu¹, Markus M. Kleden², Luh Sri Enawati³

^{1,2,3}Prodi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Nusa Cendana Kupang Jln Adisucipto Penfui Kupang 85001, telp 0380-881084

email: ²maurin_01@yahoo.co.id, ³mkleden21@gmail.com

Abstrak. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh lama pengasapan menggunakan kayu kusambi (*Schleichera oleosa*) dan lama simpan terhadap total koloni bakteri telur asin rebus. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah telur itik segar umur 1 hari, daun kusambi, dan kayu kusambi. Penelitian ini menggunakan pola faktorial dengan dasar Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dua faktor yang diteliti, yaitu faktor A adalah lama pengasapan, yaitu 120 menit (A1), 150 menit (A2), dan 180 (A3) sedangkan faktor B adalah lama penyimpanan, yaitu 14 hari (T1), 18 hari (T2) dan 22 hari (T3). Kombinasi 2 faktor perlakuan tersebut menghasilkan 9 kombinasi perlakuan dimana setiap kombinasi di ulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 27 unit percobaan dan jumlah telur untuk setiap unit terdiri dari 5 butir telur. Parameter yang diteliti adalah 1) total koloni bakteri, 2) bakteri *Escherichia coli*, 3) bakteri *Salmonella*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi antara lama pengasapan dan lama simpan terhadap total koloni bakteri. Kombinasi terbaik adalah A1T1, A2T1, A3T1 (0 CFU/g), diikuti A1T2 (0,87 CFU/g), A3T2 (2,09 CFU/g), A2T2 (2,21 CFU/g), A1T3 (2,65 CFU/g), A2T3 (2,86 CFU/g) dan A3T3 (3,18 CFU/g). Sedangkan bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* tidak ditemukan pada telur asin. Kesimpulannya lama pengasapan 180 menit dapat memperpanjang lama simpan telur asin sampai 22 hari.

Kata kunci: lama pengasapan, lama simpan, kayu kusambi, telur asin

PENDAHULUAN

Telur mempunyai nilai gizi yang tinggi, namun demikian telur juga mempunyai sifat yang mudah terpengaruh oleh keadaan sekitarnya dan mudah rusak. Untuk itu telur dapat diawetkan atau diolah lebih lanjut, salah satu bentuk pengolahan telur adalah dengan cara pengasinan. Pada dasarnya metode pengasinan telur bermacam-macam antara lain dengan metode perendaman dalam garam jenuh, menggunakan adonan garam abu gosok atau adonan garam bubuk batu bata. Setiap metode pengasinan memiliki keistimewaan masing-masing. Metode pengasinan yang biasa dilakukan secara tradisional, yaitu menggunakan media campuran berupa garam, serbuk batu bata atau abu gosok. Telur asin mempunyai masa simpan yang lebih lama dan telah memiliki rasa yaitu rasa asin. Penganekaragaman produk olahan banyak dilakukan produsen untuk menarik minat pembeli dan tuntutan konsumen untuk memperoleh produk dengan cita rasa baru maka telur asin yang telah direbus matang telah banyak diolah lebih lanjut salah satunya adalah pengasapan, di samping itu pengasapan juga dapat memperpanjang masa simpan (Yosi et al, 2015). Novia et al. (2012a) menyatakan bahwa umur simpan telur asin rebus hanya 7 hari, tetapi dengan pengasapan dapat memperpanjang umur telur asin. Simanjuntak et al. (2013) menyatakan bahwa semakin lama pengasapan maka umur simpan telur asin semakin panjang.

Senyawa-senyawa utama yang terdapat dalam asap mempunyai fungsi sendiri-sendiri yaitu formaldehid sebagai preservatif, fenol dan asam organik sebagai antioksidan, menghambat ransiditas oksidatif dan menghasilkan warna dan cita rasa khas telur, aldehid dan keton memiliki daya bakteriostatik atau bakteriosidal. Dengan demikian pengasapan dapat menghentikan kegiatan mikroorganisme yang dapat menimbulkan pembusukan dan memperpanjang masa simpan. Proses pengasapan dilakukan dengan menggunakan kayu keras atau bahan lain yang mengandung selulosa dan lignin. Penggunaan kayu keras karena kayu yang keras akan menghasilkan bara api yang banyak sehingga asap yang dihasilkan juga banyak. Salah satu jenis kayu keras yang banyak terdapat di Timor dan sering digunakan sebagai kayu bakar adalah kayu kusambi. Pada umumnya masyarakat di pulau Timor banyak menggunakan kayu kusambi (*Schleichera oleosa*) dalam pengasapan daging se'i,

dendeng, ikan. Penggunaan kayu kusambi dapat pula diterapkan pada pengasapan telur asin dan diharapkan penampilan telur asin yang dihasilkan tidak akan jauh berbeda seperti pada pengasapan dengan menggunakan bahan lainnya.

Jaelani & Zakir (2018) melaporkan pengasapan telur asin menggunakan sabut kelapa sampai 54 jam lebih disukai, Novi et al. (2012) melaporkan pengasapan mencapai 8 jam memberikan lama simpan 37 hari. Kayu kusambi akan menghasilkan panas yang lebih tinggi dari pengasapan menggunakan sabut kelapa dan kayu lain yang lebih lunak karena itu pada penelitian ini lama pengasapan dan lama simpan merupakan lanjutan dari penelitian Bili (2013). Bili (2013) menyatakan bahwa penggunaan asap kayu kusambi pada pengasapan telur ayam asin selama 90 menit dan lama simpan 12 hari mendapatkan bahwa telur asin masih disukai oleh konsumen dan jumlah koloni bakteri masih di bawah standart yang dikeluarkan SNI untuk telur asin. Berdasarkan pemahaman di atas maka telah dilakukan suatu penelitian tentang “Pengaruh Lama Pengasapan Menggunakan Kayu Kusambi (*Schleichera oleosa*) Dan Lama Simpan Terhadap Total Koloni Bakteri Telur Asin”.

Berdasarkan alasan diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama pengasapan menggunakan kayu kusambi dan lama simpan terhadap total koloni bakteri telur asin.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah telur itik Jawa segar sebanyak 135 butir yang diperoleh dari peternakan itik di Noelbaki, Kupang. Telur yang digunakan memenuhi persyaratan sebagai berikut: berat 65-70 gram/butir, kondisi luarnya baik, bentuk kulit baik dan cukup tebal, tidak cacat (retak atau pecah), tekstur permukaan dan warnanya bagus serta bersih, bila direndam dalam air akan tenggelam. Materi lainnya, yaitu garam, abu gosok, daun kusambi dan kayu kusambi. Media yang digunakan untuk melihat total koloni bakteri adalah Medium Plate Count Agar (PCA), untuk bakteri *E.coli* adalah Mac Concey Agar (MCA) dan *Salmonella* adalah Eosin Mitelin Blue Agar (EMBA), dan NaCl fisiologis.

Metode

Penelitian ini menggunakan pola faktorial dengan dasar Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang dicoba terdiri dari 2 (dua) faktor yaitu faktor A (lama pengasapan), yang terdiri dari 3 level lama pengasapan yaitu 120; 150 dan 180 menit, dan faktor T (lama penyimpanan) yang terdiri dari 3 level lama penyimpanan yaitu 14; 18 dan 22 hari. Kombinasi 2 faktor perlakuan tersebut menghasilkan 9 kombinasi perlakuan dimana setiap kombinasi diulang sebanyak 3 kali dan setiap ulangan terdiri dari 5 sub ulangan. Kombinasi yang diperoleh adalah
A1T1 = lama pengasapan 120 menit dan lama penyimpanan 14 hari
A1T2 = lama pengasapan 120 menit dan lama penyimpanan 18 hari
A1T3 = lama pengasapan 120 menit dan lama penyimpanan 22 hari
A2T1 = lama pengasapan 150 menit dan lama penyimpanan 14 hari
A2T2 = lama pengasapan 150 menit dan lama penyimpanan 18 hari
A2T3 = lama pengasapan 150 menit dan lama penyimpanan 22 hari
A3T1 = lama pengasapan 180 menit dan lama penyimpanan 14 hari
A3T2 = lama pengasapan 180 menit dan lama penyimpanan 18 hari
A3T3 = lama pengasapan 180 menit dan lama penyimpanan 22 hari

Prosedur Penelitian

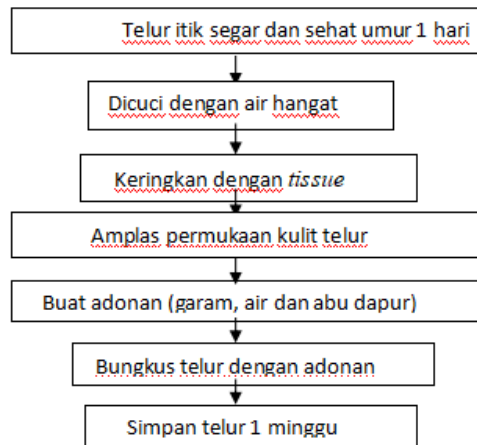
Prosedur Pembuatan Telur Asin Rebus

1. Memilih telur dari itik yang sehat (itik yang sehat memiliki telur yang berkualitas).
2. Menimbang telur agar didapatkan berat yang sama.
3. kulit telur di bersihkan dari kotoran yang menempel memakai air hangat.
4. Telur dikeringkan menggunakan *tissue*.
5. Permukaan telur diampelas secara merata agar pori – pori di permukaan telur terbuka,
6. membuat adonan untuk mengasinkan telur dengan campuran garam dan abu gosok dengan perbandingan yang sama 1:1.
7. Tambahkan air pada campuran garam dan abu gosok sampai menyerupai pasta

8. Bungkus telur dengan adonan yang sudah dibuat secara merata dan tebalnya kira – kira sekitar 5 mm,
9. Simpan telur tersebut pada rak telur di ruang terbuka selama 1 minggu.
10. Setelah 1 minggu telur dibersihkan.
11. Kukus telur asin tersebut hingga matang,
12. Setelah proses pengukusan telur asin, selanjutnya proses pengasapan,
13. Proses pengasapan ini berlangsung sesuai perlakuan yaitu 120 menit, 150 menit, dan 180 menit.

Prosedur Pengasapan Telur Asin

1. Setelah 1 minggu maka dilanjutkan proses pengasapan,
2. Telur dibersihkan terlebih dahulu dari adonan garam dan abu dapur,
3. Kukus telur hingga matang,
4. Setelah matang telur diangkat kemudian ditiriskan,
5. Telur disusun dalam kotak kawat,
6. Bakar kayu hingga membara dan simpan daun kusambi di atas bara api
7. Setelah api mulai berasap, letakkan kotak yang berisi telur di atas rak pada drum pengasapan untuk selanjutnya diasapkan sesuai perlakuan yaitu 120, 150 dan 180 menit,
8. Setelah telur diasapkan sesuai perlakuan, telur asin diangkat kemudian disimpan.



Gambar 1. Prosedur Pembuatan Telur Asin



Gambar 2. Prosedur Pengasapan Telur Asin

Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah Total koloni bakteri, Jumlah bakteri *Escherichia coli* dan Jumlah bakteri *Salmonella*.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis of variance (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil sesuai petunjuk Gomez and Gomez (1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Interaksi Perlakuan Terhadap Total Koloni Bakteri Pada Telur Asin Rebus

Jumlah koloni bakteri yang diperoleh dalam penelitian ini, dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis varians menunjukkan bahwa interaksi antara lama pengasapan dan lama penyimpanan menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap total koloni bakteri. Hal ini berarti bahwa sebaran mikroba pada telur asin sangat dipengaruhi oleh lama pengasapan dan lama penyimpanan. Hasil pengamatan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah total koloni bakteri pada lama simpan 14 hari pada lama pengasapan 120, 150, dan 180 menit berturut-turut rataannya adalah 0,00, 0,00 dan 0,00 CFU/g, kemudian pada lama simpan 18 hari dan lama pengasapan 120, 150 dan 180 menit berturut-turut rataannya adalah 2,89, 2,21 dan 0,87 CFU/g sedangkan pada lama simpan 22 hari dan lama pengasapan 120, 150 dan 180 menit berturut-turut rataannya adalah 3,18, 2,86 dan 2,65 CFU/g. SNI mensyaratkan cemaran pada telur asin harus $< 1 \times 10^3$ CFU/g, sehingga jumlah total koloni bakteri pada setiap kombinasi perlakuan semuanya masih berada di bawah standar SNI untuk persyaratan mutu telur asin.

Table 1. Pengaruh perlakuan pengasapan dan lama simpan berbeda terhadap total bakteri pada telur itik asin

Faktor Perlakuan		Pemasapan (A)			Rataan T
		A1	A2	A3	
Lama Simpan (T)	T1	0,00 ^a ± 0,0	0,00 ^a ± 0,0	0,00 ^a ± 0,0	0,00 ¹
	T2	2,09 ^c ± 0,25	2,21 ^c ± 0,15	0,87 ^b ± 0,8	1,72 ²
	T3	3,18 ^d ± 0,2	2,86 ^d ± 0,06	2,65 ^{cd} ± 0,08	2,90 ³
Rataan A		1,76 ^p	1,69 ^p	1,17 ^r	

Keterangan: superskrip (a,b,c,d) yang berbeda pada sel yang sama: (1,2,3) yang berbeda pada kolom yang sama; dan (p,r) yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$)

Kombinasi perlakuan yang terbaik adalah kombinasi faktor lama pengasapan 120, 150 dan 180 menit dan lama penyimpanan 14 hari dengan rataan koloni bakteri 0,00 CFU/gram, dan jumlah koloni tertinggi terdapat pada kombinasi faktor lama pengasapan 120 menit dan lama penyimpanan 22 hari dengan rataan koloni bakteri 3,18 CFU/gram. Adanya perbedaan ini diduga karena lama pengasapan dan lama penyimpanan yang berbeda pula. Semakin lama pengasapan yang dilakukan, semakin banyak pula kandungan asap yang terikat pada kerabang dan menyebabkan terjadinya perubahan warna kerabang menjadi sangat coklat. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Simanjuntak *et al.* (2013) bahwa, akumulasi asap semakin besar setiap menitnya dan semakin bertambah besar jumlah bakteri yang mati karena komponen asap tersebut. Asap mengandung senyawa fenol dan formaldehida, kedua senyawa ini bersifat bakteriosidal (membunuh bakteri). Semakin cepat proses pengasapan pada telur maka semakin pendek masa simpannya dan semakin banyak total koloni bakteri yang tumbuh, begitu pula sebaliknya semakin lama proses pengasapan pada telur maka semakin panjang masa simpannya dan semakin sedikit total koloni bakteri yang tumbuh. Karena asap dapat membunuh mikroba pada bahan pangan yang diasapkan.

Jaelani & Zakir (2018) dan Novia *et al.* (2012b) melaporkan bahwa semakin lama pengasapan maka semakin gelap warna kerabang telur yang menunjukkan bahwa semakin banyak asap yang terserap oleh kerabang. Novia dan Melia (2010) melaporkan bahwa semakin lama pengasapan maka semakin rendah kadar air telur asin. Hal ini disebabkan karena semakin lama pengasapan maka semakin lama telur terpapar dengan panas sehingga menguapkan lebih banyak air telur. Kadar air yang rendah menyebabkan terhambatnya pertumbuhan mikroba. Novia *et al.* (2011) menyatakan bahwa kulit telur dilapisi oleh protein keratin berbentuk serat yang akan semakin kuat ikatan antar serat bila dipanaskan dan ikatan ini akan memadat dan menutup pori-pori kulit telur, sehingga mikroba yang dapat merusak telur tidak dapat masuk. Dengan demikian semakin lama pengasapan maka akan semakin lama umur simpan telur asin asap.

Bagian dalam telur pada saat dikeluarkan oleh induk itik pada umumnya steril, kontaminasi dapat terjadi dari mikroorganisme yang berasal dari tempat bertelur, tanah atau kotoran unggas itu sendiri. Mikroorganisme yang sering mengkontaminasi telur terutama adalah bakteri *coccus* gram positif maupun negatif. Tetapi bakteri penyebab kebusukan pada telur adalah bakteri gram negatif seperti *Pseudomonas*, *Proteus*, *Serratia*, *Alcaligenes* dan *Citrobacter*. Selain itu, bakteri patogen yang sering mengkontaminasi produk-produk makanan seperti telur yaitu *Salmonella*. Pada telur asin kemungkinan masih terdapat mikroorganisme yang bersifat halofilik, yaitu tahan terhadap garam meskipun pengolahannya menggunakan kadar garam yang berkonsentrasi tinggi.

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa faktor tunggal lama simpan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap jumlah total koloni bakteri pada telur asin. Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata total koloni bakteri pada lama simpan 14 hari yaitu sebesar 0.00 CFU/g berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan total koloni bakteri pada lama simpan 18 hari yaitu sebesar 1.72 CFU/g dan 22 hari yaitu sebesar 2.90 CFU/g. Perbedaan ini diduga karena semakin lama telur disimpan maka semakin berkurang asap yang menutupi telur sehingga pengaruh asap semakin berkurang atau bakteri yang ada telah bertumbuh, kemungkinan lain semakin lama penyimpanan maka lebih banyak kesempatan telur terpapar oleh bakteri.

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa faktor tunggal lama pengasapan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap total koloni bakteri pada telur asin. Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah total koloni bakteri pada lama pengasapan 120, 150 dan 180 yaitu 1.76 CFU/g, 1.69 CFU/g dan 1.17 CFU/g. Hal ini sama seperti hasil penelitian Bili (2013) yang mendapatkan bahwa koloni bakteri telur asin ayam semakin menurun dengan semakin naiknya lama pengasapan menggunakan kayu kusambi. Akumulasi asap yang berfungsi sebagai bakteriostatik dan bakteriosidal akan semakin banyak dengan semakin lamanya pengasapan. Hal ini dapat terlihat dari parameter organoleptik seperti warna putih telur yang cenderung lebih gelap dan aroma serta cita rasa yang semakin cenderung lebih berasap seperti yang dilaporkan Jaelani dan Zakir (2018). Dengan demikian semakin lama pengasapan maka semakin banyak asap yang terakumulasi dan semakin banyak anti bakteri yang terkandung dalam telur.

Pengaruh Perlakuan terhadap Bakteri *Salmonella* dan *Escherichia Coli* Pada Telur Asin Rebus

Pemeriksaan koloni bakteri *Salmonella* dan *Escherichia coli* pada penelitian ini menunjukkan hasil yang negatif atau tidak terdapat bakteri *Salmonella* dan *Escherichia coli*. Hasil negatif ini dikarenakan ada 4 kemungkinan yaitu kemungkinan pertama karena materi yang digunakan berasal dari peternakan yang bersih dan sehat. Kemungkinan kedua bakteri *Salmonella* dan *Escherichia Coli* mati saat proses pengasapan. Peran garam sangat penting untuk dapat menarik kadar air dalam kadar tertentu sehingga mencegah pertumbuhan mikroba pada telur. Proses penetrasi garam berjalan secara difusi setelah garam (NaCl) mengion menjadi Na^+ dan Cl^- . Ion tersebut masuk kedalam telur karena tekanan osmotik dari larutan garam. Tekanan osmotik dari larutan garam tergantung konsentrasi garam tersebut. Tekanan osmotik merupakan dorongan untuk terjadinya transport molekul melalui selaput tipis karena adanya perbedaan kepekatan antara kedua larutan sampai tercapainya keadaan seimbang/isotonik (Kusumawati *et al.*, 2012).

Semakin tinggi konsentrasi garam dan umur telur yang lama, maka tekanan akan semakin tinggi pula sehingga laju difusi semakin cepat. Pada telur yang diasinkan, ada proses keluar masuk air dan garam pada telur. Garam akan masuk dalam pori-pori kulit telur menuju ke putih telur, lalu ke kuning telur. Selanjutnya, garam akan menarik air yang dikandung telur. Ditambah lagi, ion chlor yang ada di dalam garam akan berperan sebagai penghambat pertumbuhan bakteri dalam telur. Hasilnya, telur akan awet dan bakteri di dalamnya mati (Wulandari, 2004).

Kemungkinan ketiga *Salmonella* dan *Escherichia coli* mati saat proses pengukusan dan pengasapan. *Salmonella* biasanya banyak mencemari makanan mentah seperti daging, ikan dan *Escherichia coli* biasanya mencemari air minum. Jadi pada saat telur dikukus sampai matang saat itulah bakteri *Salmonella* dan *Escherichia coli* mati.

Pengasapan adalah salah satu cara pengawetan pangan yang sudah dipraktekkan sejak lama dalam berbagai bahan pangan. Proses pengawetan yang ditimbulkan dari pengasapan terjadi karena kombinasi beberapa faktor. Asap sebagai hasil pembakaran kayu kusambi mengandung sejumlah kecil formaldehide dan senyawa lain yang bersifat sebagai pengawet. Disamping itu dalam pengasapan juga ada faktor panas yang diberikan yang berfungsi membunuh mikroba. Asap merupakan bahan pengikat yang mengandung senyawa fenol yang bersifat sebagai antioksidan, oleh karena itu asap dapat

menghambat kerusakan pangan dengan cara mendonorkan hydrogen, sehingga dapat mengurangi kerusakan pangan. Senyawa fenol yang terdapat pada asap mampu mengikat gugus-gugus lain seperti aldehid, keton, dan ester yang dapat mempengaruhi daya ikat pada sampel. Kandungan asam pada asap juga sangat efektif dalam mematikan dan menghambat pertumbuhan mikroba pada produk makanan yaitu dengan cara senyawa asam ini menembus dinding sel mikroorganisme yang menyebabkan sel mikroorganisme menjadi lisis kemudian mati, dengan menurunnya jumlah bakteri dalam produk makanan maka kerusakan pangan oleh mikroorganisme dapat dihambat sehingga meningkatkan umur simpan produk pangan.

Pengasapan juga menyebabkan bahan pangan yang diasapkan menjadi kering karena menguapnya air dari dalam bahan pangan yang juga memberikan pengaruh pengawetan. Pengasapan selain untuk tujuan pengawetan juga bertujuan untuk memberikan citarasa asap yang khas pada bahan pangan. Asap kayu kesambi terdiri dari uap dan padatan yang berupa partikel-partikel yang amat kecil yang keduanya mempunyai komposisi kimia yang sama tetapi dalam perbandingan yang berbeda. Senyawa-senyawa kimia yang menguap diserap oleh bahan pangan terutama dalam bentuk uap, senyawa tersebut memberikan warna dan rasa yang diinginkan pada bahan pangan yang akan diasapkan. Partikel-partikel padatan tidak begitu penting pada proses pengasapan dan asap akan mengawetkan makanan karena adanya aksi desinfeksi dari formaldehid, asam asetat dan phenol yang terkandung dalam asap.

Kemungkinan keempat bakteri *Salmonella* dan *Escherichia coli* tidak mengkontaminasi produk setelah pengawetan, karena penanganan produk setelah pengawetan berjalan dengan baik. Alat dan bahan yang digunakan dan semua yang berhubungan dengan proses penanganan produk tersebut sudah dalam keadaan bersih dan steril sehingga tidak ada sumber kontaminan untuk bakteri *Salmonella* dan *Escherichia coli* bisa berkembang biak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan:

1. Lama pengasapan 180 menit telah dapat memperpanjang masa simpan sampai 22 hari dan masih layak untuk dikonsumsi karena total koloni bakteri masih di bawah Standar Nasional Indonesia (SNI).
2. Adanya interaksi antara lama pengasapan dan lama simpan terhadap total koloni bakteri.
3. Kombinasi perlakuan pada penelitian ini menyebabkan bakteri *Salmonella* dan *Escherichia coli* tidak ditemukan pada telur asin asap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada kepala Laboratorium Teknologi Hasil Ternak dan Laboratorium Kesehatan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Nusa Cendana yang telah memberikan tempat untuk pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bili, S. T. I. (2013). Pengaruh Lama Pengasapan Menggunakan Kayu Kusambi Dan Lama Simpan Terhadap Total Koloni Bakteri Telur Ayam Asin Rebus. *Skripsi*. Fakultas Peternakan Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Gomez, K. A. & Gomez, A. A. (1995). *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Penerjemah: Endang Sjamsuddin dan J.S. Baharsjah. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Jaelani, A. & Zakir, M.I. (2018). Kualitas Organoleptik Telur Asin Asap Dengan Lama Pengasapan Yang Berbeda. *Prosiding Hasil-hasil Penelitian Tahun 2018 Dosen-dosen Universitas Islam Kalimantan*. Mei 2018, Hal: 215-230.
- Kusumawati, E., Rudyanto, M. D. & Suada, I. K. (2012). Pengasapan mempengaruhi kualitas telur itik Mojosari. *Indonesia Medicus Veterinus* 1: 645- 656.
- Novia, D., Melia, S. & Ayuza, N.Z. (2012a). Studi Suhu Pengovenan Terhadap Umur Simpan Telur Asin. *Jurnal Peternakan Indonesia* 14 (1): 1-7.

- Novia, D., Juliyarsi, I. & Fuadi, G. (2012b). Kadar Protein, Kadar Lemak, dan Organoleptik Telur Asin Asap Berbahan Bakar Sabut Kelapa. *Jurnal Peternakan* 9(1): 35-45.
- Novia, D., Melia, S. & Ayuza, N.Z. (2011). Kajian Suhu Pengovenan Terhadap Kadar Protein dan Nilai Organoleptik Telur Asin. *Jurnal Peternakan Indonesia* 8 (2): 70-76.
- Novia, D. & Melia, S. (2010). The effect time of smoking process and storage of smoking salting egg with material coco fiber for water, pH, bacterial colony forming and formaldehyde. *Proceeding: International Seminar on Food and Agricultural Sciences 2010. AgriTech Press.* ISBN 978-602-96301-0-7. Bukittinggi-Indonesia. Hal : 243-246.
- Simanjuntak, O. E., Wasito, S. & Widayaka, K. (2013). Pengaruh Lama Pengasapan Telur Asin Dengan Menggunakan Serabut Kelapa Terhadap Kadar Air Dan Jumlah Bakteri Telur Asin Asap. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 1(1): 195-200.
- Wulandari, Z. (2004). Sifat fisikokimia dan total mikroba telur itik asin hasil teknik perendaman dan lama penyimpanan yang berbeda. *Media Peternakan* 27: 38-45.
- Yosi, F., Sandi, S. & Afridayanti, N. (2015). Pengaruh penggunaan asap cair dan lama penyimpanan terhadap kualitas telur itik Pegagan. *Jurnal Peternakan Sriwijaya* 4: 20-27.

MORFOLOGI MIKROFUNGI PENDEGRADASI LIMBAH LUMPUR MINYAK BUMI (*OIL SLUDGE*) SECARA *SCANNING ELECTRON MICROSCOPE* (SEM)

Nia Rossiana^{*1}, Ida Indrawati², Betty Mayawatie³, Sri Rejeki Rahayuningsih⁴, Mohammad Raihan Amin⁵, Eka Fitriani⁶, Betrik⁷

^{1,2,3,4,5,6} Biologi, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Kab. Sumedang, 45363
e-mail: *niarossiana@yahoo.com

Abstrak. Mikrofungi *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.* dan *Penicillium sp.* terbukti mampu menghasilkan biosurfaktan dan dapat mendegradasi senyawa hidrokarbon dalam limbah lumpur minyak bumi (*oil sludge*). *Oil sludge* merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh Pertamina dari proses pengolahan minyak yang dilakukan. *Oil sludge* merupakan limbah berbahaya dan beracun (B3) kategori 1 dari sumber spesifik umum, yang artinya berdampak akut terhadap manusia dan lingkungan hidup. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan perbedaan profil morfologi *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.*, dan *Penicillium sp.* dalam medium *oil sludge* dan tanpa *oil sludge* sebagai mikrofungi pendegradasi *oil sludge*. Pada studi ini, digunakan metode deskriptif untuk karakterisasi morfologi *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.* dan *Penicillium sp.* Penelitian dilakukan dalam tiga tahap yaitu: tahap persiapan, tahap kultivasi, dan tahap karakterisasi morfologi hifa jamur dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dalam medium *oil sludge* dan tanpa *oil sludge* yang diamati dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil menunjukkan adanya perubahan morfologi hifa untuk medium dengan perlakuan penambahan *oil sludge*. Terjadi agregasi dan perubahan struktur hifa; perubahan struktur hifa meliputi banyaknya percabangan, penyusutan ukuran, pengerutan dinding sel, dan lisis sel yang diobservasi menggunakan SEM. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terjadi perbedaan morfologi hifa pada medium dengan perlakuan penambahan *oil sludge* dibandingkan medium tanpa penambahan *oil sludge*, hal ini menunjukkan sifat adaptasi dalam proses degradasi limbah *oil sludge*.

Kata Kunci: *Oil sludge*, *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.*, *Penicillium sp.*

PENDAHULUAN

Limbah padat minyak bumi (*oil sludge*) merupakan limbah yang berasal dari industri minyak dan termasuk ke dalam limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang harus dikelola secara biologis dan bioremediasi (Kementrian Lingkungan Hidup Nomor 128, 2003). Menurut Peraturan Pemerintah No. 101 tahun 2014, *oil sludge* digolongkan ke dalam limbah berbahaya dan beracun (B3) kode A307-1 yang tergolong dalam limbah B3 kategori 1 dari Sumber Spesifik Umum, yang artinya berdampak akut terhadap manusia dan dapat dipastikan akan berdampak negatif terhadap lingkungan hidup.

Berbagai jenis mikroorganisme yang telah dikembangkan sebagai agen bioremediasi limbah minyak bumi, salah satunya adalah jamur. Jamur memiliki keunggulan dalam mendegradasi hidrokarbon karena jamur memiliki hifa dan enzim hidrolitik yang dapat menembus substrat dan menurunkan kontaminasi hidrokarbon pada tanah yang tercemar (Venkatesagowda et al., 2012). Peranan jamur dalam biodegradasi produk minyak bumi telah dipelajari secara luas dan jamur yang telah tercatat sebagai agen biodegradasi diantaranya berasal dari genus *Cladosporium* (Gesinde et al., 2008 dalam Adekunle & Adebambo, 2007).

Uji terhadap potensi *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.*, dan *Penicillium sp.* telah dilakukan oleh Fiandisty (2013), hasil penelitian menunjukkan bahwa *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.*, dan *Penicillium sp.* terbukti mampu menghasilkan biosurfaktan melalui uji *oil spreading assay* dan mendegradasi senyawa hidrokarbon. Meskipun *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.*, dan *Penicillium sp.* terbukti mampu menghasilkan biosurfaktan dan mendegradasi senyawa hidrokarbon dalam *oil sludge*, namun belum dapat ditunjukkan perubahan profil morfologi hifa *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.*, dan *Penicillium sp.* saat berada dalam medium *oil sludge*.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbedaan morfologi hifa jamur *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.*, dan *Penicillium sp.* dalam medium *oil sludge* dan medium tanpa *oil sludge* (normal) sebagai pendegradasi *oil sludge* dilihat dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada hari ke-2 dan ke-5.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif atau kualitatif mengenai perbedaan morfologi hifa *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.*, dan *Penicillium sp.* dalam medium *oil sludge* dan medium tanpa *oil sludge* (normal) dengan waktu inkubasi 48 jam (2 hari) dan 120 jam (5 hari) diamati menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Penelitian dilakukan dalam tiga tahap yaitu: tahap persiapan, tahap kultivasi, dan tahap karakterisasi morfologi hifa jamur.

Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi persiapan alat, dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Persiapan alat dimulai dengan sterilisasi alat-alat dengan autoklaf. Proses persiapan bahan dilakukan dengan peremajaan isolat kultur murni jamur pada agar miring menggunakan medium (*Potatoes Dextrose Agar*) PDA, dan pembuatan medium kultivasi.

Pembuatan medium kultivasi diawali dengan menyiapkan medium (*Potatoes Dextrose Broth*) PDB sebanyak 20% yang dikombinasikan dengan NPK sebanyak 0,5%, Sukrosa sebanyak 2% dan NaCl 0,9% sebanyak 73% dari volume total medium yang akan dibuat untuk medium non *oil sludge*, sedangkan untuk medium *oil sludge* sukrosa diganti dengan *oil sludge* sebanyak 2%. Kemudian masing-masing medium dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer, disumbat dengan kapas dan disterilisasi dengan menggunakan autoklaf.

Tahap Kultivasi

Kultivasi jamur diawali dengan proses pembuatan starter jamur. Miselium jamur dikeruk menggunakan ose, kemudian disuspensikan ke dalam tabung erlenmeyer berisi 100 mL NaCl 0,9% steril. Setelah itu ke dalam tabung erlenmeyer ditambahkan 1 mL larutan tween 0,1 %, kemudian tabung Erlenmeyer di *shaker* selama 5 menit dengan kecepatan 140 rpm untuk menghomogenkan starter.

Proses kultivasi jamur dilakukan dengan menggunakan metode kultur cair menggunakan tabung erlenmeyer. Kultivasi diawali dengan menyiapkan medium kultivasi dalam tabung Erlenmeyer, kemudian starter jamur dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer berisi medium kultivasi. Selanjutnya tabung Erlenmeyer di letakkan dalam *shaker* dengan kecepatan 140 rpm untuk menghomogenkan dan diinkubasi dalam suhu 27°C selama 5 hari.

Tahap Karakterisasi

Proses karakterisasi jamur dilakukan dengan pengamatan secara berkala perkembangan morfologi hifa pada waktu inkubasi 48 jam (2 hari) dan 120 jam (5 hari) dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan morfologi hifa *Talaromyces sp.*, *Cladosporium sp.*, dan *Penicillium sp.* menunjukkan adanya perbedaan antara profil morfologi hifa pada medium *oil sludge* 2% dan tanpa *oil sludge*. Hasil penelitian morfologi jamur *Talaromyces sp.* yang dikultivasi 2 hari pada suhu 27°C (Gambar 1) menunjukkan bahwa morfologi *Talaromyces sp.* yang dikultivasi pada medium *oil sludge* sebanyak 2% mengalami perubahan bentuk hifa. Terjadinya agregasi dan perubahan struktur hifa yang meliputi penyusutan ukuran hifa, pengerutan dinding sel dan lisis sel. Hal ini terjadi akibat adanya *oil sludge* dalam medium. *Oil sludge* pada umumnya mengandung *hydrocarbon* dapat mempengaruhi pertumbuhan morfologi *Talaromyces sp.*. Terdapat perbedaan morfologi yang tidak terlalu signifikan dengan *Talaromyces sp.* yang dikultur dalam medium tanpa *oil sludge* dimana pada bagian hifa tidak terdapat pengerutan dan tidak terjadi lisis. Selain itu, perbedaan yang signifikan dapat dilihat dari ukuran hifa. Terjadinya penyusutan hifa pada kultur yang diberi *oil sludge* dapat dilihat pada Gambar

1 yang memiliki lebar rata-rata hifa sebesar 4 μm , sedangkan lebar rata-rata hifa pada medium tanpa *oil sludge* sebesar 6 μm dengan perbesaran yang sama yaitu 1000x diamati dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Kultivasi mikrofungi *Talaromyces* sp. dalam medium *oil sludge* 2% dengan suhu 27°C selama 5 hari (Gambar 1) menunjukkan bahwa morfologi yang dikultivasi pada medium *oil sludge* mengalami perubahan morfologi yang sangat signifikan dibandingkan dengan morfologi *Talaromyces* sp. dalam medium tanpa *oil sludge* (normal). Morfologi *Talaromyces* sp. pada medium tanpa *oil sludge* memiliki morfologi konidia yang sangat jelas dan hifa normal, sedangkan morfologi *Talaromyces* sp. pada medium dengan *oil sludge* 2% menyebabkan terjadinya kerusakan hifa yang sangat berat, seperti tidak terlihatnya bentuk utuh hifa, terjadinya lisis, rusaknya dinding sel hifa sehingga tidak terlihatnya dinding hifa, dan perbedaan ukuran hifa yang sangat signifikan. Pengamatan morfologi yang dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan perbesaran 2000x terlihat jelas perbedaan ukuran hifanya antarmikrofungi yang dikultur dalam medium tanpa *oil sludge* dan yang diberi *oil sludge* 2%.

Pada hifa *Cladosporium* sp. dalam medium normal (tanpa *oil sludge*) waktu inkubasi 48 jam (2 hari) dapat diamati bahwa bentuk hifa normal. Hifa memiliki septa yang terlihat jelas, berukuran normal, percabangan normal, berbentuk pipih, dan permukaannya terlihat cekung kedalam. Sedangkan hifa *Cladosporium* sp. dalam medium *oil sludge* waktu inkubasi 48 jam (2 hari) teramati bahwa hifa mengalami agregasi membentuk simpul berkait, selain itu terjadi penyusutan ukuran hifa, dan tampak pula *oil sludge* menempel dipermukaan hifa. Pada perbesaran yang sama 1000x terjadi perbedaan ukuran diantara kedua perlakuan, lebar rata-rata hifa pada medium normal adalah sebesar 6 μm , sedangkan lebar rata-rata hifa pada medium dengan penambahan *oil sludge* 2% adalah sebesar 4 μm .

Pada hifa *Cladosporium* sp. (Gambar 2) dalam medium normal (tanpa *oil sludge*) dengan waktu inkubasi 120 jam (5 hari) dapat diamati bahwa hifa terlihat normal. Hal ini dapat diketahui dari ukuran hifa yang seragam, berbentuk pipih, septa terlihat jelas, tidak terjadi pengerutan dinding sel, tidak terjadi lisis sel, dan tidak tampak adanya kerusakan hifa. Sedangkan untuk hifa pada medium *oil sludge* 2% dengan waktu inkubasi 120 jam (5 hari) teramati bahwa hifa mengalami kondisi yang abnormal, hal ini terlihat dari bentuknya yang sudah tidak beraturan, mengalami agregasi hifa, ukuran hifa mengalami penyusutan dibandingkan hifa pada medium normal, dan permukaan hifa tertutupi oleh *oil sludge*. Pada perbesaran yang sama 1000x terjadi perbedaan ukuran diantara kedua perlakuan, lebar rata-rata hifa pada medium normal adalah sebesar 8 μm , sedangkan lebar rata-rata hifa pada medium dengan penambahan *oil sludge* 2% adalah sebesar 4 μm . Menempelnya *oil sludge* pada hifa diduga menghalangi hifa untuk bernapas dan menyerap nutrisi dari lingkungannya sehingga mengakibatkan penyusutan ukuran hifa.

Pada medium tanpa *oil sludge* dengan waktu kultivasi 48 jam (2 hari) teramati bentuk hifa *Penicillium* sp. (Gambar 3) yang terjalin dengan sel lebih padat dengan banyak percabangan konidia. Bentuk hifa panjang dan berseptum dengan struktur permukaan halus. Sedangkan pada medium *oil sludge* dengan waktu kultivasi 48 jam teramati bentuk hifa yang terjalin lebih padat dan terdegradasi menjadi beberapa fragmen. Percabangan konidia dan septum tidak terlihat jelas dan menumpuk. Teramati adanya *oil sludge* menempel pada permukaan hifa. Dengan perbesaran 6000x untuk *Penicillium* sp. dalam medium tanpa *oil sludge* 48 jam diketahui diameter hifa sebesar 1,7 μm dan 0,76 μm untuk *Penicillium* sp. dalam medium *oil sludge* 48 jam dengan perbesaran 1000x.

Pada medium *oil sludge* dengan waktu kultivasi 120 jam teramati bentuk hifa *Penicillium* sp. yang berudara. Teramati percabangan hifa yang jelas diujung. Bentuk hifa yang terjalin lebih longgar dan terlihat mengkerut didalamnya. Bentuk hifa terlihat rusak mengkerut. Selain itu, teramati struktur dari *Penicillium* sp. dengan bagian sterigmata, metula, serta konidia yang jelas. Dengan perbesaran yaitu 2000x diameter dari hifa berukuran 2,5 μm .

Pada medium tanpa *oil sludge* dengan waktu kultivasi 120 jam (5 hari) teramati bentuk hifa *Penicillium* sp. yang terjalin padat dan menumpuk. Percabangan hifa terlihat sangat jelas dengan perbesaran 1000x diketahui diameter hifa sebesar 5,4 μm .

Hifa jamur secara umum mengalami bentuk yang abnormal saat mendegradasi *oil sludge*, baik saat waktu inkubasi 2 hari maupun waktu inkubasi 5 hari. Walaupun hifa mengalami anomali, tetapi pertumbuhan hifa masih terlihat baik, hal ini dapat dilihat bahwa hifa masih ada dalam jumlah banyak dengan percabangan yang berlebihan, dan terlihat terus tumbuh melakukan agregasi.

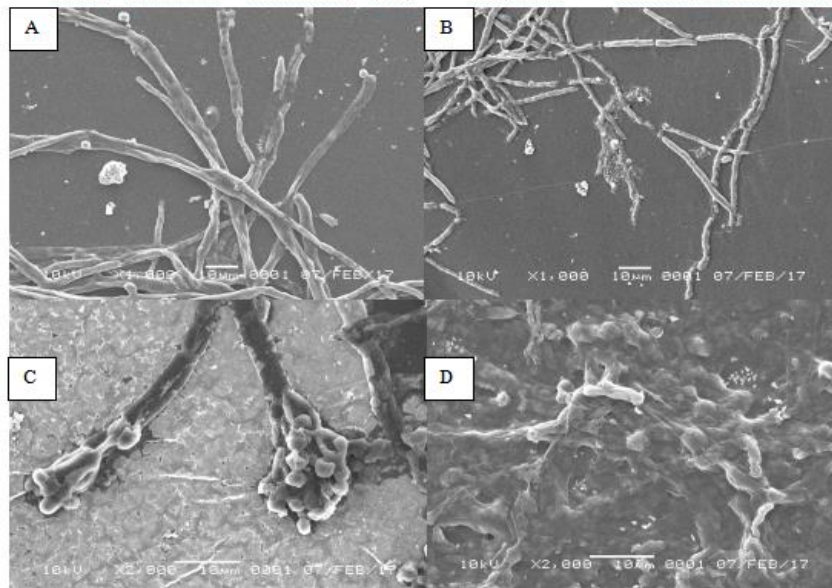
Hifa mengalami abnormal bentuk dikarenakan adaptasi terhadap *oil sludge* yang ada di lingkungannya yang merupakan toksikan, selain itu *oil sludge* yang menempel pada hifa menghalangi jamur untuk bernapas dan menyerap nutrisi dari medium PDB sehingga pertumbuhan jamur terhambat. *Oil sludge* memberikan pengaruh terhadap kondisi hifa jamur namun tidak mematakannya. Jamur memerlukan waktu yang cukup lama untuk dapat mendegradasi *oil sludge*, dan mengambil nutrisi setelah proses degradasi selesai.

Berdasarkan berbagai penelitian terbukti bahwa *Talaromyces* sp., *Cladosporium* sp., dan *Penicillium* sp. mampu mendegradasi *oil sludge*. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Das and Chandran (2011) menyebutkan bahwa genus jamur *Amorphoteca*, *Neosartorya*, *Talaromyces*, dan *Graphium* dan ragi, yaitu *Candida*, *Yarrowia*, dan *Pichia* diisolasi dari tanah yang terkontaminasi minyak bumi dan terbukti merupakan organisme potensial untuk degradasi hidrokarbon. Khalida (2016), membuktikan dalam penelitiannya bahwa *P. chermesinum* mampu mendegradasi senyawa hidrokarbon. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan kemampuan yang dimilikinya, yaitu mampu tumbuh dalam medium yang mengandung *oil sludge*, dapat menurunkan kadar TPH, serta mampu mendegradasi senyawa PAH. Hasil penelitian Fiandisty (2013) juga menunjukkan penggunaan isolat jamur tunggal *Cladosporium* sp. dan *Talaromyces* sp. telah berhasil menghasilkan biosurfaktan dan mendegradasi senyawa hidrokarbon pada medium degradasi yang mengandung *oil sludge* 5% dibuktikan dengan penurunan kadar TPH terbesar adalah pada medium yang diinokulasikan *Talaromyces* sp. yaitu sebesar 19,40%, sedangkan penurunan kadar TPH oleh *Cladosporium* sp. adalah sebesar 17,92% setelah inkubasi selama 15 hari.

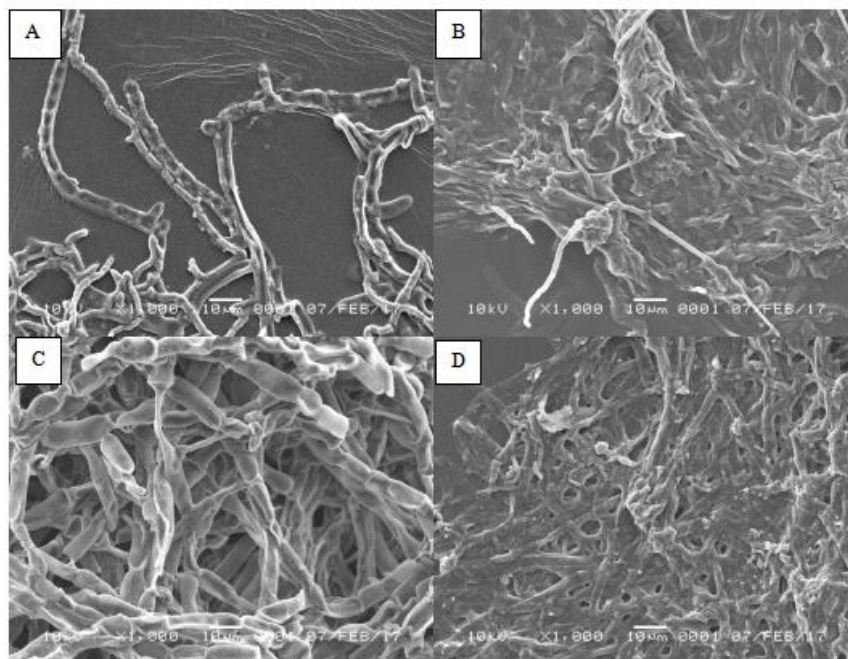
Kemampuan jamur dalam mendegradasi hidrokarbon karena adanya enzim. Menurut *Applied Biotreatment Association* (1990) dalam Lau (2003), kemampuan suatu biomassa mikroorganisme untuk mendegradasi minyak tergantung pada enzim yang dihasilkan oleh spesies pendegradasi hidrokarbon. Adanya kapasitas enzimatik yang tinggi memungkinkan komunitas mikroorganisme untuk mendegradasi hidrokarbon kompleks. Kapasitas tersebut untuk memodifikasi atau menguraikan polutan tertentu, seperti minyak bumi (Peixoto et al., 2011). Enzim yang dimaksud adalah enzim dioksigenase.

Enzim dioksigenase adalah enzim yang menggabungkan dua atom oksigen ke dalam substrat (Karigar dan Rao, 2011). Jamur menggunakan enzim tersebut untuk melakukan pemutusan cincin aromatik yang kemudian akan digunakan sebagai sumber energinya. Hal ini sesuai dengan Whiteley dan Lee (2005) bahwa adanya aktivitas enzim dioksigenase dapat menghancurkan ikatan kimia dan memungkinkan terjadinya pembukaan pada cincin.

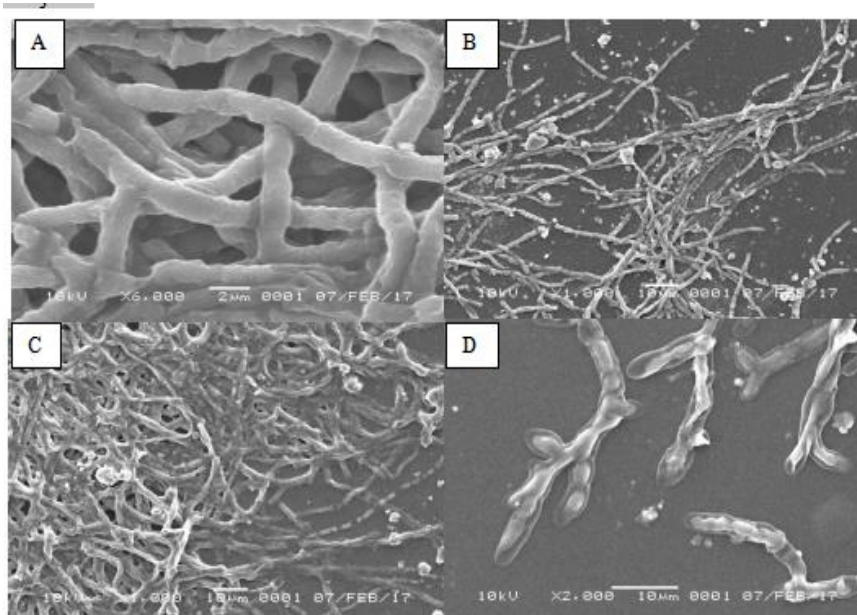
Proses penguraian hidrokarbon oleh mikroorganisme dimulai dengan terjadinya perlekatan mikroorganisme pada globula minyak, yang dilanjutkan dengan proses pelarutan hidrokarbon oleh surfaktan yang diproduksi oleh mikroorganisme tersebut. Hidrokarbon yang telah teremulsi ini selanjutnya diserap ke dalam sel dan diurai melalui proses katabolisme. Untuk n-alkana, proses katabolisme ini diawali dengan proses hidroksilasi n-alkana yang menghasilkan alkan-1-ol, yang selanjutnya dioksidasi oleh enzim dehydrogenase dan menghasilkan asam lemak. Jika sistem oksidasi mikroorganisme pengurai hidrokarbon dapat berjalan secara optimal, maka asam lemak yang terbentuk ini akan diurai sempurna menjadi energi, H₂O dan CO₂ melalui proses β -oksidasi (Godfrey, 1986).



Gambar 1 Morfologi *Talaromyces* sp. dilihat dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). A. *Talaromyces* sp. pada medium tanpa *oil sludge* umur 48 jam. B. *Talaromyces* sp. pada medium *oil sludge* umur 48 jam. C. *Talaromyces* sp. pada medium tanpa *oil sludge* umur 120 jam. D. *Talaromyces* sp. pada medium *oil sludge* umur 120 jam.



Gambar 2 Morfologi *Cladosporium* sp. dilihat dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). A. *Cladosporium* sp. pada medium tanpa *oil sludge* umur 48 jam. B. *Cladosporium* sp. pada medium *oil sludge* umur 48 jam. C. *Cladosporium* sp. pada medium tanpa *oil sludge* umur 120 jam. D. *Cladosporium* sp. pada medium *oil sludge* umur 120 jam.



Gambar 3 Morfologi *Penicillium* sp. dilihat dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). **A.** *Penicillium* sp. pada medium tanpa *oil sludge* umur 48 jam. **B.** *Penicillium* sp. pada medium *oil sludge* umur 48 jam. **C.** *Penicillium* sp. pada medium tanpa *oil sludge* umur 120 jam. **D.** *Penicillium* sp. pada medium *oil sludge* umur 120 jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan morfologi *Talaromyces* sp., *Cladosporium* sp., dan *Penicillium* sp. saat berada pada medium *oil sludge* dibandingkan pada medium normal. Perbedaan tersebut meliputi penyusutan ukuran hifa, agregasi hifa, dan lisis sel hifa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur hanya milik Allah SWT. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak atas bantuan, dukungan, motivasi, serta bimbingannya sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik. Dengan rasa hormat, tulus, dan ikhlas penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim ALG (Academic Leadership Grant) Prof. Dr. Poniah Andayaningsih, M.S. atas bimbingan, kerjasama, dan waktunya hingga penelitian ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adekunle, A. A. & Adebambo, O. A. (2007). Petroleum hydrocarbon utilization by fungi isolated from detarium senegalense (J.F Gmelin) Seeds. *Journal of American Science*, 3(1).
- Das, N. & Chandran, P. (2011). Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbon Contaminants: An Overview. *Biotechnology Research International*. Volume 2011, Article ID 941810, 13 pages. <http://dx.doi.org/10.4061/2011/941810>
- Fiandisty, F., Wulandari, A. P. & Rossiana, N. (2013). Aktivitas Biosurfaktan dari Jamur Eksogenous Terhadap Penurunan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) Oil Sludge Asal Balongan. *Jurnal Biotika*, Vol 11 No.1.
- Godfrey, T. & Reichet, J. (1986). *Industrial Enzymology. The Application of Enzymes in Industry* Stoccon Press. New York.
- Karigar, C. S & Rao, S. S.. (2011). Role of Microbial Enzymes in the Bioremediation of Pollutants: A Review. *Enzyme Research* 2011: 1-11.
- Kementrian Lingkungan Hidup Nomor 128. (2003). Tentang: Tatacara dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi Secara Biologis. Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup.

- Khalida, Aida Mutia. (2016). Profil Produksi Biomassa *Penicillium Chermesinum* Biourge. Terhadap Perubahan Kadar Tph Dan Senyawa PAH *Oily Sludge*. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Lau, N. L.A. (2003). *Bioremediation of petroleum hydrocarbons in oil-contaminated beach sediments*. Thesis. University of Singapore. Singapore.
- Peixoto, R.S., Vermelho. A.B. & Rosado, A. D. (2011). Petroleum-Degrading Enzymes: Bioremediation and New Prospects. *Enzyme Research* 2011: 1-7.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
- Venkatesagowda, B., Ponugupaty, E., Barbosa, A. M. Dekker, R. F. H. (2012). Diversity of plant oil seed-associated fungi isolated from seven oilbearing seeds and their potential for the production of lipolytic enzymes. *World. J. Microbiol. Biotechnol.*, 28, 71-80.
- Whiteley, C. G & Lee, D. J. (2005). Enzyme technology and biological remediation. *Enzyme and Microbial Technology* 38 (2006): 291-316.

PENGARUH DOSIS INOKULUM DAN LAMA FERMENTASI DENGAN *Pleurotus ostreatus* TERHADAP KUALITAS LUMPUR SAWIT

Ade Trisna¹, Nuraini², Yose Rizal² dan Mirzah²

^{1,2,3}Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang 25163

²Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang

email: adetrisna1@gmail.com

Abstrak. Lumpur sawit merupakan bahan pakan alternatif unggas tetapi pemanfaatannya terbatas karena kualitas nutrisinya masih rendah. Fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* dapat meningkatkan kandungan nutrisi lumpur sawit. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis inokulum dan lama fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* terhadap kualitas lumpur sawit (LS). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x3 dengan 3 ulangan. Faktor A (dosis inokulum) yaitu: A1 (6% dari jumlah substrat), A2 (8% dari jumlah substrat), A3 (10% dari jumlah substrat) kemudian faktor B (lama fermentasi) yaitu: B1 (9 hari), B2 (11 hari), B3 (13 hari). Peubah yang diamati yaitu: kandungan bahan kering (%), protein kasar (%) dan retensi nitrogen (%). Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara dosis inokulum dan lama fermentasi lumpur sawit dengan *Pleurotus ostreatus* terhadap kandungan bahan kering, protein kasar dan retensi nitrogen tetapi dosis inokulum berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan bahan kering, protein kasar dan retensi nitrogen. Kesimpulan penelitian ini adalah dosis inokulum (8%) dan lama fermentasi (9 hari) merupakan kondisi optimal fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus*.

Kata kunci: dosis inokulum, lama fermentasi, lumpur sawit, *Pleurotus ostreatus*.

PENDAHULUAN

Pengadaan pakan ternak tidak terpaku pada pakan konvensional saja tetapi harus bisa memanfaatkan sumber daya pakan yang inkonvensional agar tidak lagi tergantung atau dapat mengurangi penggunaan pakan konvensional. Pakan konvensional harganya relatif mahal dan dalam usaha peternakan biaya pakan adalah biaya produksi terbesar (60-70%) yang harus dikeluarkan petani/peternak.

Sumber daya pakan inkonvensional yang bisa dimanfaatkan sebagai pakan ternak adalah limbah hasil pertanian atau limbah hasil industri pertanian. Industri pertanian yang senantiasa meningkat adalah industri pengolahan minyak sawit. Industri pengolahan minyak sawit ini menghasilkan limbah yaitu lumpur sawit. Data Statistik Perkebunan Indonesia yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perkebunan (2014) melaporkan bahwa luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia tahun 2013 mencapai 10.465.020 Ha. Tahun 2014 luas areal perkebunan sawit terus meningkat mencapai 10.754.801 Ha dan pada tahun 2015 luas areal perkebunan kelapa sawit diestimasi mencapai 11.300.370Ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015).

Lumpur sawit memiliki kandungan gizi yang cukup baik yaitu memiliki kandungan protein kasar 11,35%, serat kasar 25,80% dan energi metabolisme 1550 kkal/kg (Nuraini et al., 2016). Pada unggas terutama broiler pemberian lumpur sawit berkisar dari 5% (Sinurat et al., 2000), karena semakin meningkatnya kandungan serat kasar yang terdapat pada lumpur sawit dalam ransum dapat menyebabkan penurunan performans ayam yaitu dapat menurunkan konsumsi pakan dan pertumbuhan yang lebih lambat (Sinurat, 2003). Oleh karena itu, untuk memanfaatkan LS perlu dilakukan usaha untuk menghilangkan atau mengurangi faktor pembatas tersebut atau untuk meningkatkan nilai gizinya. Salah satu upaya untuk pemecahan masalah ini yaitu dengan cara fermentasi. Fermentasi lumpur sawit merupakan salah satu tujuan untuk meningkatkan kandungan nutrisi dan menurunkan kadar serat kasar lumpur sawit tersebut. Upaya pendekatan bioteknologi fermentasi bisa digunakan untuk mengatasi serat kasar yang tinggi pada lumpur sawit yaitu dengan memanfaatkan peran mikroorganisme. Salah satunya adalah fungi dari kelompok *Basidiomycetes* yang efektif mendegradasi bahan-bahan berlisnoselulosa tinggi (Sun & Cheng, 2002). Diantara kelompok *Basidiomycetes* adalah

jamur pelapuk putih yang dikenal sebagai jamur lignoselulotik, salah satunya yaitu *Pleurotus ostreatus* (Hatakka, 2001).

Nuraini (2006) yang menyatakan bahwa keberhasilan suatu fermentasi media padat sangat tergantung pada kondisi optimum yang diberikan seperti komposisi substrat, ketebalan substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis inokulum dan lama fermentasi yang terbaik dengan *Pleurotus ostreatus* berdasarkan kandungan bahan kering, protein kasar, dan retensi nitrogen lumpur sawit fermentasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah lumpur sawit (LS). Inokulum yang digunakan adalah *Pleurotus ostreatus* yang diremajakan di Laboratorium Teknologi Industri Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Materi lainnya yaitu: bahan kimia untuk analisis proksimat (bahan kering dan protein kasar) dan bahan kimia untuk analisis retensi nitrogen, peralatan yang digunakan adalah timbangan analitik, autoclave, testube, cawan petri, laminar flow UV, alumunium foil, oven, seperangkat peralatan untuk analisis Van Soest dan kandang metabolik. Ternak percobaan yang digunakan penelitian ini adalah 29 ekor ayam broiler umur 6 minggu (berat \pm 1500 gram) sebanyak 27 ekor untuk perlakuan, 2 ekor untuk endogenus.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen, dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorian 3 x 3 dengan 3 ulangan. Faktor pertama, dosis inokulum yaitu 6, 8, dan 10% dari jumlah substrat. Faktor kedua, lama fermentasi 9, 11 dan 13 hari. Data diperoleh dan dianalisis dengan sidik ragam. Perbedaan antar perlakuan, diuji dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

Kegiatan dalam penelitian ini meliputi peremajaan jamur *Pleurotus ostreatus*, pembuatan inokulum, dan inkubasi fermentasi lumpur sawit dengan *Pleurotus ostreatus* dengan dosis inokulum (6,8,10%) dan lama fermentasi pada waktu tertentu (9,11,13 hari). Peubah yang diamati dalam tahap penelitian ini adalah Bahan kering (%), Protein kasar dan Retensi nitrogen.

Langkah-langkah inkubasi fermentasi lumpur sawit dengan *Pleurotus ostreatus* adalah sebagai berikut: (1). Substrat sebanyak 100 gram terdiri dari lumpur sawit (LS) dan dedak (D) dengan komposisi sesuai perlakuan (kadar air 60%), dimasukkan ke dalam kantong plastik dan di aduk rata. (2). Substrat disterilisasi dalam autoclave (suhu 121°C dengan waktu 15 menit), kemudian dibiarkan hingga suhu turun mencapai suhu kamar. (3). Substrat steril di inokulasi dengan 6,8,10% bahan kering dari inokulum *Pleurotus ostreatus*. (4). Substrat ditempatkan dalam botol steril dan diinkubasi selama 9,11,13 hari. (5). Setelah proses fermentasi berakhir maka produk fermentasi kemudian ditimbang berat segarnya, kemudian dikeringkan pada suhu 80°C selama 2 jam untuk mematikan jamur, lalu dilanjutkan pengeringan pada suhu 60°C selama 23-36 jam (sampai kering), selanjutnya diaduk hingga merata digiling dan dilakukan analisa bahan kering, protein kasar dan retensi nitrogen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Bahan Kering

Tabel 1. Rataan kandungan bahan kering

Faktor A (Dosis Inokulum)	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	B1 (9 hari)	B2 (11 hari)	B3 (13 hari)	
A1 (6%)	62,03	61,93	61,80	61,92 \pm 0,12 ^a
A2 (8%)	60,08	59,96	59,83	59,96 \pm 0,13 ^b
A3 (10%)	59,96	59,74	59,69	59,80 \pm 0,14 ^b
Rataan	60,69 \pm 1,16	60,55 \pm 1,21	60,44 \pm 1,18	

Hasil analisis keragaman menunjukkan tidak terjadi interaksi ($P>0,05$) antara faktor A (Dosis Inokulum) dan faktor B (Lama Fermentasi) terhadap kandungan bahan kering dari lumpur sawit fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus*. Tetapi masing-masing dosis inokulum memberikan pengaruh berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap kandungan bahan kering lumpur sawit fermentasi. Tingginya kandungan bahan kering pada perlakuan A1 berkaitan dengan sedikitnya dosis inokulum yang diberikan pada lumpur sawit. Dosis inokulum yang diberikan sedikit akan mengakibatkan lambatnya proses hidrolisis sehingga proses pemecahan glukosa sedikit (Whittaker, 1996).

Pemecahan glukosa yang sedikit akan menghasilkan H_2O dan CO_2 sehingga kadar air rendah dan bahan kering masih tinggi. Menurut Fardiaz (1989) bahwa mikroorganisme menggunakan karbohidrat sebagai energi setelah dipecah menjadi glukosa dilanjutkan sampai akhirnya dihasilkan energi. Sebagian air akan keluar dari produk, sisanya tertinggal dalam produk, air yang tertinggal inilah yang mengakibatkan kadar air produk fermentasi menjadi turun dan kandungan bahan kering menjadi meningkat. Rendahnya kandungan bahan kering pada perlakuan A2 dan perlakuan A3 berkaitan dengan semakin banyaknya dosis inokulum yang diberikan sehingga mikroba banyak yang tumbuh akibatnya proses pemecahan karbohidrat menjadi glukosa semakin meningkat dan kandungan air semakin tinggi akibatnya kandungan bahan kering menjadi turun.

Winarno et al. (1980) pemecahan glukosa ini menghasilkan H_2O dan CO_2 pada fermentasi aerob maka sebagian air keluar dari produk dan sebagian lagi akan tertinggal dalam produk. Air yang tertinggal dalam produk inilah yang menyebabkan kadar air menjadi tinggi dan bahan kering menjadi rendah. Tingginya kandungan bahan kering pada perlakuan B1 dipengaruhi oleh lama fermentasi yang singkat. Menurut Gervais (2008) lama waktu fermentasi yang singkat mengakibatkan proses dekomposisi substrat belum optimal, sehingga kadar air sedikit dan bahan kering masih tinggi. Selama proses fermentasi berlangsung, substrat mengalami proses dekomposisi yang menyebabkan perubahan kadar air. Perubahan bahan kering terjadi akibat evaporasi, hidrolisis substrat atau produksi air metabolik.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Protein Kasar

Tabel 2. Rataan kandungan protein kasar

Faktor A (Dosis Inokulum)	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	B1 (9 hari)	B2 (11 hari)	B3 (13 hari)	
A1 (6%)	21,99	22,45	23,11	22,52 ± 0,56 ^a
A2 (8%)	24,55	24,85	25,08	24,82 ± 0,27 ^b
A3 (10%)	25,18	25,45	25,69	25,44 ± 0,26 ^b
Rataan	23,90 ± 1,69	24,25 ± 1,59	24,62 ± 1,35	

Hasil analisis keragaman menunjukkan tidak terdapat interaksi antara faktor A (Dosis Inokulum) dan faktor B (Lama Fermentasi) terhadap kandungan protein kasar lumpur sawit fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus*. Kandungan protein kasar yang tinggi pada perlakuan A2 dan perlakuan A3, seiring dengan semakin banyak dosis inokulum yang diberikan maka fungi tumbuh subur dan merata akibatnya sumbangan protein dari tubuh fungi meningkat dan kandungan protein kasar tinggi. Sukara dan Atmowidjojo (1980) menjelaskan bahwa mikroba yang mempunyai pertumbuhan dan perkembangbiakan yang baik akan dapat mengubah lebih banyak komponen penyusun media menjadi suatu massa sel sehingga akan terbentuk protein yang berasal dari tubuh fungi itu sendiri dan pada akhirnya akan meningkatkan protein kasar dari bahan.

Crueger (1989) menjelaskan bahwa mikroba mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 40-60%. Kemudian menurut Fardiaz (1989) bahwa selama proses fermentasi mikroba akan mengeluarkan enzim, dimana enzim tersebut adalah protein dan mikroba itu sendiri juga merupakan sumber protein sel tunggal. Enzim yang dihasilkan oleh mikroba juga merupakan protein (Noferdinan, 2004). Rendahnya kandungan protein kasar pada perlakuan A1B1, perlakuan A1B2 dan perlakuan A1B3 berkaitan dengan dosis inokulum yang sedikit (6%) walaupun lama fermentasinya semakin panjang sehingga fungi sedikit yang tumbuh dan sumbangan protein dari tubuh fungi sedikit, akibatnya kandungan protein kasar rendah.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Retensi Nitrogen

Tabel 3. Rataan kandungan retensi nitrogen

Faktor A (Dosis Inokulum)	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
	B1 (9 hari)	B2 (11 hari)	B3 (13 hari)	
A1 (6%)	59,02	59,32	59,55	59,30 ± 0,27 ^a
A2 (8%)	61,98	62,37	62,67	62,34 ± 0,35 ^b
A3 (10%)	62,17	62,54	62,89	62,53 ± 0,36 ^b
Rataan	61,06 ± 1,77	61,41 ± 1,81	61,70 ± 1,87	

Hasil analisis keragaman menunjukkan tidak terdapat interaksi yang antara faktor A (Dosis Inokulum) dan faktor B (Lama Fermentasi) terhadap kandungan retensi nitrogen lumpur sawit fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus*. Tingginya retensi nitrogen pada perlakuan A2B1, perlakuan A3B1 karena konsumsi protein yang juga tinggi. Konsumsi protein yang tinggi menunjukkan bahwa jumlah protein yang akan dicerna dan digunakan oleh ternak juga banyak. Menurut Carzo *et al.*, (2005) faktor yang mempengaruhi besar kecilnya retensi nitrogen adalah konsumsi ransum terutama konsumsi protein, apabila kualitas protein rendah (asam amino) maka retensi nitrogen akan rendah. Selain itu retensi nitrogen yang tinggi juga berkaitan dengan semakin banyak dosis inokulum (8% dan 10%) yang diberikan maka kandungan protein kasar juga semakin meningkat. Kandungan protein kasar dalam produk fermentasi yang tinggi, maka semakin banyak juga jumlah retensi nitrogen yang dikonsumsi, dicerna, diserap tubuh ternak, sehingga jumlah N (nitrogen) yang tertinggal dalam tubuh ternak juga tinggi. Mateos *et al.* (1982) menyatakan bahwa meningkatnya nitrogen yang diretensi tersebut antara lain disebabkan oleh proses pencernaan dan absorpsi zat-zat makanan yang lebih baik sehingga mempercepat laju pakan dalam saluran pencernaan. Tinggi rendahnya nitrogen dalam feses berpengaruh terhadap retensi nitrogen. Semakin banyak nitrogen yang tertinggal dalam tubuh, nitrogen yang terbuang bersama feses semakin menurun (Maynard *et al.*, 1979). Wahyu (1997) mengemukakan bahwa retensi nitrogen dipengaruhi oleh daya cerna protein, kualitas protein dan keseimbangan konsumsi nitrogen serta energi metabolisme dalam ransum.

Rendahnya kandungan retensi nitrogen pada perlakuan A1B1, perlakuan A1B2 dan perlakuan A1B3 disebabkan karena rendahnya kandungan protein kasar pada produk fermentasi maka protein yang dikonsumsi ternak juga rendah, akibatnya nitrogen yang tertinggal dalam tubuh juga rendah (RN rendah), walaupun lama hari fermentasi bertambah tetapi dalam jarak hari yang singkat, sehingga kandungan retensi nitrogen masih rendah.

KESIMPULAN

Lumpur sawit fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus* pada dosis inokulum 8% dan lama fermentasi 9 hari merupakan kondisi optimal fermentasi dengan *Pleurotus ostreatus*, pada kondisi ini diperoleh kandungan bahan kering 60,08%, kandungan protein kasar 24,55% dan kandungan retensi nitrogen 61,98% dari lumpur sawit fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Crueger, W. & Crueger, A. (1989). *Organic Acids in Biotechnology*. USA: A Text Book of Industrial Microbiology Science Technology, Madison Inc.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Indonesia. (2014). *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Sawit Tahun 2011-2013*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Indonesia. (2015). *Kementerian Pertanian RI. Statistik Perkebunan Indonesia 2013-2015*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Fardiaz, S. (1989). *Fisiologi Fermentasi*. PAU Pangan Gizi IPB.
- Gervais, P. 2008. *Water Relations in Solid State Fermentation*. in: Pandey C. R. Soccol, C. Larroche. Editor. *Current Developments in Solistate Fermentation*. Asiatech Publisher Inc. New Delhi.

- Mateos, G. G., Sell, J. L. & Eastwood, J. A. (1982). Rate of Food Passage (Transit Time) As Influenced By Level Supplemental Fat. *Poultry Sci.* 61: 94 -100.
- Maynard, L. A., Loosli, J. K., Hintz, H. F. & Warner, K. G. (1979). *Animal Nutrition. 7th ed YMH ed.* Tata Mc.Graw- Hill Book Company. Inc. New York.
- Noferdiman. (2004). Ujicoba limbah sawit dalam ransum ayam broiler. *Majalah Ilmiah Angsana* 08(1), April ; 17 –26.
- Nuraini. (2006). Potensi kapang karotenogenik untuk memproduksi pakan sumber β -karoten dan pengaruhnya terhadap ransum ayam pedaging dan petelur. *Disertasi.* Program Pasca Sarjana Universitas Andalas, Padang.
- Nuraini, A., Djulardi & Trisna, A. (2016). Peningkatan kualitas lumpur sawit dan bungkil inti sawit dengan fungi ligninolitik, selulolitik dan karatenogenik untuk memproduksi daging dan telur rendah kolesterol. *Laporan Kluster Guru Besar.* Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat Universitas Andalas, Padang.
- Sinurat, A. P., Purwadaria, T., Etaren, P., Zainuddin, D. & KOMPIANG, I. P. (2000). Pemanfaatan lumpur sawit untuk ransum unggas : 1. Lumpur sawit kering dan produk fermentasinya sebagai bahan pakan ayam broiler. *JITV.* 5 (2):107-112.
- Sinurat, A. P. (2003). Pemanfaatan lumpur sawit untuk bahan pakan unggas. *Wartazoa* Vol. 13 (2): 39-47.
- Sukara, E. & Atmowidjoyo, A. H. (1980). Prinsip dan prosedur pemanfaatan ubi kayu untuk produksi Enzim amylase dan protein sel tunggal optimasi sel nutrisi proses fermentasi substrat cair dengan menggunakan kapang *Rhizopus*. Percobaan. *Seminar nasional. UPT-EPG, Lampung.*
- Wahju, J. (1997). *Ilmu Nutrisi Unggas. Edisi ke-4.* Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Whittaker, J. R. (1996). Enzymes. In O. R. Fennema. Ed. Food Chemistry. 3rd Edition. Maecel Dekker, Inc. New York.
- Winarno, F. G., Fardiaz, S. & Fardiaz, D. (1980). *Pengantar Teknologi Pangan.* Gramedia, Jakarta.

PENINGKATAN KEMAMPUAN *Trichoderma harzianum* DAN *Aspergillus niger* DENGAN PERLAKUAN SINAR GAMMA DALAM MEREDUKSI KADMIUM

Syifa Putri Fauziah*¹, Nana Mulyana², Tri Retno Dyah Larasati², Edy Suryadi³

^{1,3}Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran; Jl. Bandung – Sumedang km.21, Sumedang 45363
Telp. (022) 7798844, Fax. (022) 7795780,

²Laboratorium Industri dan Lingkungan, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Nuklir Nasional; Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440
Telp. (021) 769-0709, 765-9375, Fax. (021) 769-1607, 751-3270

e-mail: *¹syifa.putrif@gmail.com, ²nanamulyana@batan.go.id, ²tretno@batan.go.id,
³esuryadi@unpad.ac.id

Abstrak. Kadmium merupakan salah satu unsur logam berat yang mencemari lingkungan. *Trichoderma harzianum* dan *Aspergillus niger* merupakan jenis fungi yang memiliki kemampuan untuk mereduksi logam berat Kadmium. Kemampuan reduksi Kadmium oleh fungi dapat meningkat secara optimal dengan pemberian perlakuan sinar gamma sebesar 250 Gray. Akan tetapi, belum diketahui berapa kadar Kadmium yang dapat direduksi oleh fungi teriradiasi pada dosis cemaran tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan fungi teriradiasi untuk mereduksi Kadmium dalam dosis cemaran tinggi. Dosis Kadmium yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0 ppm, 1000 ppm, dan 2000 ppm. Penentuan keasaaman filtrat ditentukan dengan Ph meter, perhitungan nilai biomassa fungi, dan hasil Total Plate Count. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai tinjauan untuk menentukan potensi kemampuan *Trichoderma harzianum* dan *Aspergillus niger* teriradiasi dalam mereduksi Kadmium pada dosis cemaran tinggi. Fungi teriradiasi dapat mereduksi Kadmium pada dosis cemaran yang tinggi, memiliki konsentrasi biomassa yang tinggi, dan memiliki resistensi tinggi dalam media yang tercemar logam berat.

Kata Kunci: Kadmium, Iradiasi sinar gamma, Fungi

PENDAHULUAN

Logam kadmium adalah jenis logam berat yang berbahaya bagi manusia. Konsumsi dan produksi kadmium di lingkungan tidak menunjukkan ada cara efektif untuk mendaur ulang Kadmium (Rahimzadeh et al., 2017). kadmium berasal dari aktifitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil, pembakaran biji metal, dan pembakaran limbah. Kebocoran lumpur limbah pada tanah pertanian dapat menyebabkan kadmium diserap oleh tanaman yang dapat menimbulkan peran signifikan pada rantai makanan, dan terakumulasi pada berbagai organ manusia (Munisamy et al., 2013; Rahimzadeh et al., 2017). Kadmium menimbulkan efek kesehatan yang serius pada manusia Penyakit lain yang ditimbulkan oleh cemaran kadmium adalah penyakit *Itai-itai* yang disebabkan karena cemaran kadmium pada beras yang melebihi 0,4 mg/kg [2] dengan Pnemonia sebagai penyebab utama kematian (Nishijio et al., 2017).

Pada tanah lahan pertanian di indonesia, pencemaran tertinggi adalah sebesar 9 ppm (Sutono & Utami, 2014; Sutrisno & Kuntastuti, 2015), sedangkan kadar maksimum cemaran kadmium pada lahan adalah sebesar 0,76 mg/kg (Cromentuijn et al., 1997; Vodyanitskii 2016). Hal ini menunjukkan bahwa cemaran kadmium pada lahan di indonesia termasuk tinggi karena telah melampaui batas cemaran. Untuk menghindari terjadinya bioakumulasi logam berat pada tanaman, maka perlu dilakukan remediasi pada lahan. Akan tetapi, remediasi pada lahan tidak efektif karena akan membuat tanah menjadi tidak produktif. Maka dari itu dimanfaatkan metode lain untuk melakukan remediasi pada lahan tanpa mengurangi produktifitas lahan yaitu dengan memanfaatkan inokulasi mikroorganisme pada perakaran tanaman untuk menyerap kadmium dari tanah dan menghindari bioakumulasi oleh tanaman.

Beberapa jenis kapang adalah jenis kapang yang memiliki kemampuan untuk mereduksi kadmium yaitu *Aspergillus niger* dan *Trichoderma harzianum*. Spesies *Trichoderma harzianum* dapat

mereduksi logam dengan efisiensi sebesar 82,63% (Mohsenzadeh, F. & Shahrokh, 2014) dan efisiensi sebesar 84,4% oleh *Aspergillus niger* (Acosta-Rodrigue et al., 2014).

Untuk meningkatkan kemampuan *Trichoderma harzianum* dan *Aspergillus niger* dalam menyerap kadmium, perlakuan iradiasi diberikan pada kapang. Menurut Sudrajat & Mulyana [8], dosis iradiasi sinar gamma sebesar 250 Gray adalah dosis terbaik untuk meningkatkan kemampuan kapang *Trichoderma harzianum* dan *Aspergillus niger* untuk mereduksi kadmium. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya tumbuh kapang di dalam medium Kadmium dengan dosis tinggi.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah kultur *Trichoderma harzianum* (F1) dan *Aspergillus niger* (F3) tanpa perlakuan iradiasi sinar gamma, *Trichoderma harzianum* (F2) dan *Aspergillus niger* (F4) yang telah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma sebesar 250 Gray koleksi milik Laboratorium Industri dan Lingkungan PAIR-BATAN, *Potato Dextrose Agar* (PDA), dan *Potato Dextrose Broth* (PDB) dengan konsentrasi Kadmium sebesar 0 ppm (D0), 1000 ppm (D1), dan 2000 ppm (D2). Peralatan yang digunakan adalah diantaranya peralatan mikrobiologi, *centrifuge*, inkubator, cawan petri, cawan masir, autoklaf, neraca analitik, pH meter, pengocok, dan peralatan gelas.

Kultivasi Fungi

Fungi diambil dari kultur dan ditumbuhkan pada 50 ml media PDB dengan konsentrasi Kadmium beragam, kemudian diagitasi dengan kecepatan 100 rpm selama 3 hari. Setelah itu supernatan dipisahkan dari filtrat menggunakan cawan masir untuk diuji nilai biomassa kapang, viabilitas fungi, keasaman filtrat, dan serapan kandungan logam.

Uji Biomassa Kapang

Kapang dipisahkan dari filtrat menggunakan cawan masir yang telah ditimbang menggunakan timbangan analitik, kemudian dikeringkan dengan suhu 105°C. Cawan dan kapang yang telah dikeringkan ditimbang kembali dan akan menjadi nilai biomassa kapang.

Uji Viabilitas Fungi

Sebanyak 0,1 ml filtrat diencerkan kemudian disebar di atas medium PDA pada cawan petri, kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama tiga hari menggunakan inkubator. Pertumbuhan fungi diamati berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh pada media agar.

Uji Nilai Keasaman Filtrat

Filtrat yang telah dipisahkan dari kapang dimasukkan ke dalam peralatan gelas, kemudian diukur nilai keasamannya menggunakan pH meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viabilitas atau daya tumbuh fungi ditunjukkan dengan nilai TPC. Semakin tinggi nilai TPC maka akan semakin tinggi juga viabilitas fungi. Hasil menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara jenis kapang dan jumlah dosis Kadmium terhadap variabel rata-rata nilai viabilitas fungi. Hasil uji Duncan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan jenis kapang terhadap rata-rata nilai viabilitas fungi. Kapang *T. harzianum* dengan perlakuan iradiasi sebesar 250 Gray (F2) memiliki kemampuan daya tumbuh paling baik, dengan nilai sebesar 4,5044. Jika dibandingkan dengan hasil viabilitas fungi *T. harzianum* tanpa perlakuan iradiasi (F1) dengan nilai 4,4211; kapang *T. harzianum* dengan iradiasi sinar gamma menunjukkan daya tumbuh yang lebih baik.

Nilai daya tumbuh fungi terkecil terjadi pada *A. niger* dengan perlakuan iradiasi sebesar 250 Gray (F3). Jika dibandingkan dengan *A. niger* tanpa perlakuan iradiasi (F4) dengan nilai viabilitas sebesar 3,7477; kemampuan daya tumbuh *A. niger* tanpa radiasi lebih baik. Dengan membandingkan kedua jenis kapang secara keseluruhan, *T. harzianum* memiliki daya tumbuh yang lebih baik dibandingkan dengan *A. niger*.

Dosis Kadmium berpengaruh nyata terhadap daya tumbuh fungi. Hasil menunjukkan bahwa viabilitas fungi tertinggi terjadi pada medium PDB dengan dosis Kadmium 0 ppm (D0) dengan nilai sebesar 5,9083 dan viabilitas fungi terendah terjadi pada medium PDB dengan dosis Kadmium 2000 ppm (D2). Semakin tinggi dosis Kadmium pada medium, maka semakin rendah kemampuan daya tumbuh fungi. Menurut Fazli et al. [9], kapang *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan pertumbuhan di dalam medium Kadmium hingga 100 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan kapang akan lebih baik bila medium Kadmium kurang dari 100 ppm, sehingga dengan konsentrasi lebih tinggi, kemampuan kapang untuk tumbuh dalam medium Kadmium akan semakin menurun.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan jenis kapang dan dosis Kadmium terhadap rata-rata nilai viabilitas fungi

Perlakuan	Rata-rata nilai viabilitas fungi
Jenis Kapang	
F1	4,4211 ab
F2	4,5044 b
F3	3,7985 ab
F4	3,7477 a
Dosis Kadmium	
D0	5,9083 c
D1	3,5833 b
D2	2,8620 a

Nilai Ph atau tingkat keasaman pada filtrat akan menunjukkan seberapa baik serapan Kadmium terjadi oleh kapang. Semakin tinggi nilai Ph maka reduksi nilai Kadmium akan semakin baik karena pada Ph yang lebih rendah, terjadi kompetisi antara logam dan ion H⁺ untuk terserap oleh dinding sel kapang sehingga tingkat serapan logam menjadi rendah [6].

Hasil menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan jenis kapang dan dosis Kadmium terhadap rata-rata nilai Ph. Hasil uji Duncan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan jenis kapang terhadap rata-rata nilai Ph. Kapang *T. harzianum* dengan perlakuan iradiasi sebesar 250 Gray (F2) memiliki nilai Ph yang tertinggi, dengan nilai sebesar 4,6125 dan kapang *T. harzianum* tanpa perlakuan iradiasi (F1) dengan nilai rata-rata Ph sebesar 4,550; kapang *T. harzianum* dengan perlakuan iradiasi sinar gamma memiliki nilai Ph yang paling optimum untuk berkembang. *T. harzianum* tumbuh dengan optimum pada Ph 4,8 hingga 6,8 (Jackson et al., 1991; Singh et al., 2015) [10]. Maka dari itu, *T. harzianum* dengan iradiasi 250 memiliki viabilitas dan biomassa yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *T. harzianum* tanpa perlakuan iradiasi karena memiliki nilai Ph yang lebih mendekati nilai optimum sehingga dapat tumbuh dengan lebih baik.

Nilai Ph paling rendah terdapat pada hasil perlakuan jenis kapang *A. niger* perlakuan iradiasi sinar gamma 250 Gray (F4) dengan nilai rata-rata Ph sebesar 4,3450 dan nilai Ph perlakuan jenis kapang *A. niger* tanpa perlakuan iradiasi sinar gamma (F3) dengan nilai rata-rata Ph sebesar 4,3625.

Jika membandingkan kedua jenis kapang, *T. harzianum* memiliki nilai Ph yang lebih optimum untuk mereduksi Kadmium dibandingkan dengan *A. niger* karena nilai Ph pada *T. harzianum* lebih tinggi, sehingga meminimalisir terjadinya kompetisi antara logam dan ion H⁺.

Dosis Kadmium berpengaruh nyata terhadap rata-rata nilai Ph. Nilai Ph tertinggi terjadi pada dosis Kadmium 1000 ppm (D1) dengan nilai Ph sebesar 4,6967; kemudian dosis Kadmium 2000 ppm (D2) dengan nilai Ph sebesar 4,6383; dan nilai Ph terendah pada dosis 0 ppm (D0) dengan nilai Ph sebesar 3,8675.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan jenis kapang dan dosis Kadmium terhadap rata-rata nilai pH

Perlakuan	Rata - rata nilai pH
jenis kapang	
F1	4,550 b
F2	4,6125 c
F3	4,3625 a
F4	4,3450 a
Dosis Kadmium	
D0	3,8675 a
D1	4,6967 c
D2	4,6383 b

Nilai biomassa kapang mempengaruhi serapan logam. Semakin besar nilai biomassa kapang, maka semakin besar nilai serapan logam karena biomassa fungi dapat menyerap logam dengan cara biosorpsi pada biomassa seperti dinding sel, atau presipitasi komponen logam berat pada dan di sekitar hifa, atau akumulasi intraseluler dan sekuestasi (Gadd, GM., 2007; Mejare, M. dan Bulow, L. 2001; Fazli et al., 2015). Hasil menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan jenis kapang dan dosis Kadmium terhadap rata-rata nilai biomassa.

Perlakuan jenis kapang terhadap rata-rata nilai biomassa memiliki nilai yang berbeda nyata. Jenis kapang *A. niger* dengan perlakuan iradiasi sinar gamma sebesar 250 Gray (F4) memiliki rata-rata nilai biomassa tertinggi yaitu sebesar 0,1117. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan *A. niger* tanpa radiasi (F3) sebesar 0,0907 gram.

Biomassa kapang *T. harzianum* tanpa radiasi (F1) dan dengan kapang teriradiasi (F2) tidak berbeda nyata, akan tetapi nilai biomassa pada *T. harzianum* tanpa radiasi (F1) lebih rendah dengan nilai rata-rata biomassa 0,0914 gram dibandingkan dengan kapang *T. harzianum* teriradiasi 250 Gray (F2) dengan nilai rata-rata biomassa sebesar 0,0948 gram. Hal ini sesuai dengan penelitian Sudrajat & Mulyana (2017), dimana kapang *T. harzianum* dan *A. niger* dengan radiasi 250 Gray cenderung memiliki nilai berat miselia yang lebih tinggi dibandingkan dengan *T. harzianum* dan *A. niger* tanpa perlakuan iradiasi.

Perlakuan dosis Kadmium terhadap rata-rata nilai biomassa memiliki nilai yang berbeda nyata. Pada dosis Kadmium 0 ppm (D0), kapang memiliki nilai rata-rata biomassa tertinggi yaitu sebesar 0,2039 gram. Nilai rata-rata biomassa pada dosis 1000 ppm (D1) memiliki nilai sebesar 0,0533 gram dan pada dosis 2000 ppm (D2), memiliki nilai sebesar 0,0648 gram. Semakin tinggi dosis Kadmium maka semakin rendah nilai biomassa. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Fazli et al. [9] dimana pertumbuhan fungi seperti *Aspergillus* terhambat di dalam medium dengan logam berat tinggi, dikarenakan pada media dengan Kadmium, pertumbuhan fungi terganggu oleh logam berat sehingga pertumbuhan tidak optimum.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan jenis kapang dan dosis Kadmium terhadap rata-rata nilai fungi

Perlakuan	Rata - rata biomassa
jenis kapang	
F1	0,0914 a
F2	0,0948 a
F3	0,0907 a
F4	0,1117 b
Dosis Kadmium	
D0	0,2039 b
D1	0,0533 a
D2	0,0648 a

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, kedua jenis kapang, baik *T. Harzianum* maupun *A. niger*, dengan perlakuan iradiasi sinar gamma sebesar 250 Gray memiliki kemampuan lebih baik untuk tumbuh dalam medium Kadmium berdosisi tinggi hingga 2000. Jika membandingkan jenis kapang, *T. harzianum* yang telah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma sebesar 250 Gray memiliki kemampuan paling baik diantara keempat isolat fungi, dilihat dari nilai viabilitas yang tinggi dan nilai Ph yang tinggi, dan nilai biomassa yang lebih tinggi dibandingkan dengan *T. harzianum* tanpa perlakuan iradiasi. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan kondisi perlakuan yang lebih mendetail dan bervariasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih pada PAIR-BATAN yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Acosta-Rodriguez, I., Cardenas-Gonzalez, J.F., Perez, A. S. R., Oviedo, J. T., & Martinez-Juarez, V. M. (2018). Bioremoval of Different Heavy Metals by the Resistant Fungal Strain *Aspergillus niger*. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 1-7.
- Badan Standardisasi Nasional. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*. SNI 7387:2009.
- Fazli, MM., Soleimani, N., Mehrasbi, M., Darabian, S., Mohammadi, J., & Ramazani., A. (2015). Highly Cadmium Tolerant Fungi: Their Tolerance and Removal Potential. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. Springer. *J Environ Health Sci Eng*. 13: 19.
- Mohsenzadeh, F. & Shahrokhi, F. (2014). Biological Removing of Cadmium from Contaminated Media by Fungal Biomass of *Trichoderma* species. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. Springer. *J Environ Health Sci Eng*.2014.; 12: 102.
- Nishijio, M., Nakagawa, H., Suwazono, Y., Nogawa, K., & Kido, T. (2017). Causes of Death in Patients with Itai-itai Disease Suffering from Severe Chronic Cadmium Poisoning: A Nested Case-Control Analysis of A Follow-up Study in Japan. *BMJ Open*. 7(7).
- Rahimzadeh, M.R., Rahimzadeh, M.R., Kazemi, S., & Moghadamnia, A.A. (2017). Cadmium Toxicity and Treatment: An Update. *Caspian Journal of Internal Medicine*. Babol University of Medical Science. *Caspian J Intern Med*. 8(3): 135-145.
- Singh, A., Shahid, M., Srivastava, M., Pandey, S., Sharma, A., & Kumar, V. (2014). Optimal Physical Parameters for Growth of *Trichoderma* Species at Varying Ph, Temperature and Agitation. *Virol Mycol*, 3:1.
- Sudrajat, D., & Mulyana, N. (2017). Iradiasi Sinar Gamma Dosis Rendah untuk Meningkatkan Kemampuan Fungi dalam Mereduksi Logam Berat Pb dan Kadmium. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Vol 13 no. 2 Desember 2017. p ISSN 1907-0322. e ISSN 2527-6433.
- Sutrisno & Kuntastyuti, H. (2015). Pengelolaan Cemaran Kadmium pada Lahan Pertanian di Indonesia. *Buletin Palawija* 13(1) Oktober 2015.
- Vodyanitskii, Y. N. (2016). Standards for the Contents of Heavy Metals in Soils of Some States. *Annals of Agrarian Science* 14 (2016) 257-263.

KEMUNCULAN PINHEAD JAMUR TIRAM PUTIH DENGAN PERBEDAAN KOMPOSISI MEDIA TANAM

Afifah Nur Shobah*¹, Feny Pratami², Siti Yuliana³

¹Jurusan Farmasi, STIKES Salsabila Serang, Jl. Raya Serang - Pandeglang Km.06 No. 33, Kemanisan, Curug, Kota Serang, Banten 42211

^{2,3}Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Farmasi, Universitas Mathla'ul Anwar Banten, Jl. Raya Labuan Km.23, Cikaliung, Saketi, Pandeglang, Banten 42273

e-mail: *¹afifahnurshobah665@gmail.com, ²fenypratami96@gmail.com, ³styuliana01@gmail.com

Abstract. White oyster mushrooms are classified as macroscopic fungi that can be used as food. The appearance of white oyster mushrooms on various types of medium determines the growth of the fruit body. Currently, the growth of white mushroom fruit on sawdust has been widely used. Using sawdust as a planting medium must be owned. In addition, agricultural waste in the form of rice husks and straw is only wasted and rarely used by farmers. The results obtained in this study using a mixture of rice straw and rice husk medium on the growth of white oyster mushrooms can be used as a medium for the growth of white oyster mushrooms. The appearance of pinhead on mixed planting medium from sawdust, husk and rice straw gave results that were not significantly different in each treatment.

Keywords: white oyster mushroom, pinhead, rice husk, rice straw

PENDAHULUAN

Salah satu sumber bahan pangan yang biasa dikonsumsi oleh kalangan masyarakat yaitu jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). Selain itu jamur tiram putih (*P. ostreatus*) juga bermanfaat sebagai bahan obat. Menurut Nasreen et al. (2016), beberapa cendawan yang mengandung asam amino esensial yang tinggi dibutuhkan bagi tubuh manusia sebagai sumber protein, tidak mengandung kolesterol dan berserat tinggi. Jamur tiram putih (*P. ostreatus*) memiliki kandungan karbohidrat yaitu oligosakarida (trehalose) dan polisakarida (kitin, β -glukan, dan manan) (Jantaramanant et al., 2014). Umumnya jamur tiram putih (*P. ostreatus*) telah banyak dibudidayakan oleh masyarakat karena budidaya jamur tiram putih (*P. ostreatus*) yang cukup mudah dan kebutuhan pangsa pasar yang cukup tinggi.

Proses budidaya jamur tiram (*P. ostreatus*) yang tergolong cukup mudah karena menggunakan media buatan berupa serbuk kayu yang telah disterilisasi. Namun, penggunaan serbuk kayu terkadang mengalami berbagai kendala salah satunya yaitu jika serbuk kayu sedikit maka budidaya jamur tiram putih (*P. ostreatus*) akan terhambat. Maka dari itu dibutuhkan substrat alternatif sebagai bahan baku media tanam jamur tiram putih (*P. ostreatus*) diantaranya yaitu sekam padi dan jerami padi. Jerami dan sekam padi biasanya hanya terbuang dan terkadang dibakar untuk mengurangi limbah pertanian. Oleh karena itu supaya limbah pertanian ini tidak terbuang begitu saja dan mempunyai nilai kegunaan, maka dapat digunakan sebagai media tanam jamur tiram. Menurut Setyarini dan Retnaningsih (2016), jamur tiram dapat tumbuh pada berbagai media yang tergolong limbah hasil pertanian misalnya sekam padi sehingga tidak terbuang dan mempunyai nilai tambah.

Jerami padi sampai saat ini dikenal sebagai media tanam beberapa jamur salah satunya ialah jamur merang (*Volvariella volvacea*). Akan tetapi beberapa penelitian juga sudah dilakukan mengenai penggunaan jerami padi sebagai bahan pembuatan media jamur tiram. Hariadi et al. (2013) dalam Suparti dan Marfuah (2015), melakukan penelitian mengenai pemberian serbuk gergaji dengan jerami padi, lama penyebaran miselium pada baglog 35 hari setelah inokulasi. Total berat segar tubuh buahnya sebesar 58,71 g per panen. Setyarini dan Retnaningsih (2016) juga melakukan penelitian mengenai penumbuhan jamur tiram putih pada media jerami dan tepung tongkol jagung dengan berat tubuh buahnya yaitu sebesar 64,98-154,19 g sekali panen.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terdiri atas tahap persiapan alat dan bahan, tahap budidaya jamur tiram dan tahap pengumpulan data. Tahap budidaya jamur terdiri atas tahap persiapan media tanam jamur (baglog), pengayakan, pencampuran bahan, pengomposan, pembuatan baglog, sterilisasi, inokulasi bibit, inkubasi, penyiraman, perawatan baglog dan pemanenan jamur tiram. Tahap pengumpulan data terdiri atas pengukuran pertumbuhan miselium memenuhi baglog, pengamatan kemunculan pinhead, pengamatan berat basah, dan pengamatan berat kering jamur tiram (*P. ostreatus*).

Pada penelitian digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 7 perlakuan dan 8 ulangan. Parameter diamati adalah kemunculan pinhead jamur tiram putih (*P. ostreatus*), pemenuhan miselium pada baglog, berat basah dan berat kering tubuh buah jamur tiram putih (*P. ostreatus*). Berikut ini merupakan komposisi media tanam jamur tiram putih (*P. ostreatus*), yang terdiri atas S4 (serbuk kayu 100%), S3R1 (serbuk kayu 75% + jerami padi 25%), S2R2 (serbuk kayu 50% + jerami padi 50%), S1R3 (serbuk kayu 25% + jerami padi 75%), S3K1 (serbuk kayu 75% + sekam padi 25%), S2K2 (serbuk kayu 50% + sekam padi 50%), dan S1K3 (serbuk kayu 25% + sekam padi 75%). Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan analisis One Way Anava, apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Mean Range Test) dengan program IBM SPSS Statistics 22.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan miselium dan kemunculan pinhead serta pembentukan tubuh buah adalah fase yang penting dalam proses budidaya cendawan. Pertumbuhan miselium memenuhi baglog terjadi selama 3-4 minggu setelah dilakukan inokulasi bibit. Campuran media pertumbuhan jamur tiram putih (*P. ostreatus*) dengan persentase perbandingan yang sesuai antara serbuk kayu, sekam padi dan jerami padi dapat memberikan kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin, dan unsur hara yang tepat untuk pertumbuhan miselium dan pembentukan calon tubuh buah (pinhead) yang paling cepat. Serbuk gergaji kayu memiliki kandungan selulosa 60%, lignin 28% dan hemiselulosa 12% (Hidayah et al., 2017). Jerami padi umumnya mengandung 37,71% selulosa; 21,99% hemiselulosa; dan 16,62% lignin (Pratiwi et al. (2016) sedangkan sekam padi mengandung 33% selulosa, 19% lignin, 17% hemiselulosa dan silika 13% (Suparti & Marfuah, 2015).

Media tanam jamur tiram putih (*P. ostreatus*) yang berupa campuran serbuk kayu, sekam padi dan jerami padi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap waktu pemenuhan miselium dalam baglog pada perlakuan S2R2, S3K1 dan S1K3. Campuran media serbuk kayu dan jerami padi pada perlakuan S2R2, dan memberikan waktu pemenuhan miselium pada baglog paling cepat yaitu 29,13 hari sedangkan paling lambat yaitu perlakuan S1K3 yaitu 31,38 hari (Tabel 1). Hal tersebut dapat disebabkan karena pada media tersebut memiliki ukuran partikel yang berbeda yaitu antara jerami padi dan sekam padi. Ukuran partikel yang lebih sederhana akan lebih cepat diserap oleh hifa jamur tiram putih (*P. ostreatus*). Sekumpulan hifa yang bersatu akan membentuk miselium yang dapat memenuhi media pertumbuhan. Pathmashini (2008) menyatakan bahwa ukuran partikel yang lebih sederhana akan mudah diserap sebagai nutrisi untuk pertumbuhan miselium dan tubuh buah jamur.

Kemunculan pinhead merupakan tahap kedua setelah pertumbuhan miselium dalam media budidaya jamur tiram putih. Pada penelitian ini memperoleh hasil bahwa pertumbuhan miselium dalam media campuran serbuk kayu, jerami dan sekam padi sejalan dengan kemunculan pinhead. Semakin cepat waktu kemunculan pinhead maka pertumbuhan miselium semakin cepat memenuhi media. Pinhead merupakan calon tubuh buah jamur tiram putih yang akan berkembang menjadi tubuh buah. Waktu kemunculan pinhead diamati dengan cara melihat waktu yang diperlukan dalam kemunculan calon tubuh buah jamur setelah media pertumbuhan dilepas penutupnya.

Waktu kemunculan pinhead tercepat yaitu pada perlakuan S3R1 sebesar 36,38 HSI. Pada komposisi media tanam perlakuan ini masih mengandung bahan utama yaitu serbuk kayu yang cukup besar perbandingannya dibandingkan dengan perlakuan S1R3 dan S1K3 yang mengandung bahan campuran cukup banyak sehingga waktu munculnya pinhead akan semakin lama yaitu sebesar 38,88 HSI dan 39,13 HSI. Jenis media pertumbuhan jamur tiram putih (*P. ostreatus*) yang berupa campuran serbuk kayu, sekam padi dan jerami padi menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap waktu kemunculan pinhead, akan tetapi pada perlakuan S1R3 dan S1K3 menunjukkan perlakuan yang

berbeda nyata (Tabel 1). Perlakuan S1K3 mengandung sekam padi yang cukup tinggi sebesar 75%, perlakuan penambahan sekam yang semakin banyak akan menyebabkan semakin lama munculnya pinhead. Pada penelitian ini diperoleh bahwa kemunculan pinhead terjadi pada 5-8 hari setelah pemenuhan miselium dalam media tanam. Buah *et al.* (2010), menyatakan bahwa kemunculan pinhead terjadi 6-7 hari setelah miselium memenuhi baglog. Penelitian yang dilakukan oleh Setyarini dan Retnaningsih (2016), menunjukkan bahwa kemunculan pinhead pada media tanam yang mengandung jerami padi berkisar antara 28,33-32,33 HSI.

Penelitian ini memberikan hasil yaitu pada pertumbuhan tubuh buah jamur digunakan campuran media serbuk kayu, jerami dan sekam padi dengan hasil rerata tertinggi berat basah yaitu pada perlakuan S3R1 sebesar 92,28 g sedangkan terendah pada perlakuan S1R3 sebesar 73,91 g (Tabel 1). Berat basah jamur tiram putih (*P. ostreatus*) menunjukkan adanya kadar air di dalam tubuh jamur itu sendiri selain bahan-bahan organik yang terkandung di dalamnya. Berat basah merupakan hasil pertumbuhan yang diperoleh dari proses pertumbuhan pada saat itu yang dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan. Tidak semua jamur yang memiliki berat basah tinggi juga memiliki berat kering yang tinggi.

Hasil rerata tertinggi berat kering yaitu perlakuan S1R3 sebesar 7,01 g dan terendah sebesar 5,92 g pada perlakuan S1K3. Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 1, bahwa berat basah dan berat kering tubuh buah jamur tiram putih (*P. ostreatus*) tidak terdapat beda nyata antar perlakuan. Perlakuan S1K3 memiliki berat kering terendah, hal ini dapat disebabkan karena adanya penambahan sekam padi akan meningkatkan kandungan silika pada media tanam sehingga mengakibatkan pertumbuhan terhambat, hal ini karena miselium dan enzim sukar mendegradasi silika (Muchsin *et al.*, 2017). Berat kering merupakan akumulasi dari seluruh nutrisi dan hifa jamur. Selulosa yang terkandung dalam berat kering didapat dari karbohidrat media. Perolehan berat kering jamur dilakukan dengan pengeringan untuk mendapatkan berat keringnya. Pada tubuh buah jamur tiram, terjadi penguapan oleh air, akan tetapi nutrisi tetap tinggal di dalam tubuh buah jamur (Hidayah *et al.*, 2017).

Tabel 1. Kemunculan pinhead, pemenuhan miselium dalam baglog, berat basah dan berat kering jamur tiram putih (*P. ostreatus*) yang ditumbuhkan dengan perbedaan komposisi media tanam

Perlakuan	Kemunculan pinhead (HSI)	Pemenuhan miselium dalam baglog (hari)	Berat basah (g)	Berat kering (g)
S4	36,88±1,36 ^a	29,87±1,36 ^{ab}	77,53±15,63 ^a	5,92±2,21 ^a
S3R1	36,38±0,74 ^a	29,63±1,19 ^{ab}	92,28±31,02 ^a	6,65±2,77 ^a
S2R2	37,75±2,05 ^{ab}	29,13±4,01 ^a	83,53±26,29 ^a	6,42±1,96 ^a
S1R3	38,88±1,81 ^b	30,75±1,49 ^{ab}	73,91±18,41 ^a	7,01±2,35 ^a
S3K1	36,50±0,53 ^a	31,25±0,46 ^b	82,50±20,04 ^a	6,59±1,63 ^a
S2K2	37,13±1,13 ^a	30,75±0,71 ^{ab}	78,75±22,06 ^a	6,63±1,05 ^a
S1K3	39,13±1,55 ^b	31,38±0,92 ^b	86,41±19,32 ^a	5,16±1,03 ^a

Keterangan: nilai merupakan rata-rata ± SD, angka-angka pada setiap kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa bahan media tanam jamur tiram putih (*P.ostreatus*) yang mengandung serbuk kayu lebih sedikit dibandingkan bahan campuran lain, maka miselium jamur tiram putih (*P. ostreatus*) akan memenuhi baglog dalam waktu yang lebih lama, perlakuan penambahan sekam yang semakin banyak akan menyebabkan semakin lama munculnya pinhead, makin tinggi berat basah tubuh buah jamur tiram putih (*P. ostreatus*) tidak dapat menjamin berat kering makin tinggi karena pengeringan tubuh buah akan menghilangkan kadar air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Citra selaku pemilik tempat Pembudidayaan Jamur Citra Abadi yang berlokasi di Kp. Tarikolot, Desa Mekarsari, Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten.

DAFTAR PUSTAKA

- Buah, J. N., Van der Puije, G. C., Bediako, E. A. Abole, E. A. & Showemimo, F. (2010). The Growth and Yield Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Different Substrates. *Biotechnology* 9 (3): 338-342.
- Hidayah, N., Tambaru, E. & Abdullah, A. (2017). Potensi Ampas Tebu Sebagai Media Tanam Jamur Tiram *Pleurotus* sp. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar* 2(2): 28-38.
- Jantaramanant, P., Sermwittayawong, D., Noipha, K., Towatana, H. N. & Wititsuwannakul, R. (2014). B-glucan-containing polysaccharide extract from the grey oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing.) stimulates glucose uptake by the L6 myotubes. *International Food Research Journal* 21(2): 779-784.
- Muchsin, A.Y., Murdiono, W. E. & Maghfoer, D. (2017). Pengaruh Penambahan Sekam Padi dan Bekatul terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *PLANTATROPICA* 2(1): 30-38.
- Nasreen, Z., S. Ali., S. Usman, S. Nazir dan A. Yasmeen. 2016. Comparative Study on the Growth and Yield of *Pleurotus ostreatus* Mushroom on Lignocellulosic by- Products. *International Journal of Advanced Research in Botany (IJARB)* 2(1): 42-49.
- Pathmashini, L., V. Arulnandhy And R.S.W. Wijeratnam. 2008. Cultivation of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Sawdust. *Cey. J. Sci. (Bio. Sci.)* 37 (2): 177-182.
- Pratiwi, R., D. Rahayu, dan M. I. Barliana. 2016. Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *IJPST*, 3(3): 83-91.
- Setyarini, A., dan N. Retnaningsih. 2016. Kajian Macam Limbah dan Penambahan Tepung Tongkol Jagung Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*). *AGRIC* 28(1): 1-6.
- Suparti dan L. Marfuah. 2015. Produktivitas Jamur Tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) Pada Media Limbah Sekam Padi dan Daun Pisang Kering Sebagai Media Alternatif. *Bioeksperimen* 1(2) : 37-49.

KARAKTERISASI SIFAT BIOLOGI VIRUS MOSAIK CMV PADA TOMAT

Astri Windia Wulandari*¹, Neni Gunaeni²

^{1,2}Balai Penelitian Tanaman Sayuran; Jl. Tangkuban Parahu 517, 022-2786245

e-mail: *¹aww_28@yahoo.com, ²nenigunaeni@yahoo.com

Abstrak. Penyakit virus pada tomat merupakan kendala produksi yang signifikan. Virus tomat yang terpenting pada saat ini bukan hanya di Indonesia tapi juga di negara lain adalah penyakit mosaik yang disebabkan oleh cucumber mosaic virus (CMV) dan penyakit kuning keriting yang disebabkan oleh tomato yellow leaf curl virus (TYLCV). Mengenal karakter biologi virus mosaik CMV merupakan dasar dalam pertimbangan pengelolannya. Mengenal gejala yang ditimbulkan pada berbagai tanaman inang dan dari berbagai strain, merupakan hal penting dalam upaya melakukan eradikasi dan upaya membuat atau menyaring tanaman tomat resisten. Penelitian dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca Balitsa pada bulan September – Desember 2016, sedangkan bahan pengujian dikumpulkan dari berbagai daerah produksi tanaman tomat di Jawa Barat dan Jawa Tengah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1). Telah dikoleksi CMV sebanyak 8 isolat. (2) Tanaman indikator yang dianjurkan untuk menidentifikasi CMV adalah *N. benthamiana*, *C. amaranticolor*, *Gomphrena globosa*, *Physalis floridana*, *N. glutinosa*, *L. esculentum*, dan ditambah *C. murale*, *C. quinoa*, *N. tabacum Xanthi nc* dan *Vigna radiate*. (3) Isolate CMV yang paling virulen terhadap 16 nomor tomat yang diuji berturut-turut CMV-A (menginfeksi 16 nomor), CMV-C (15 nomor), CMV-D (15 nomor) dan CMV-B (12 nomor). Isolat selebihnya hanya mampu menulari kurang dari 5 nomor tomat dengan keparahan gejala 20% atau ringan saja.

Kata Kunci: Cucumber Mosaic Virus, *Lycopersicum esculentum*, Tanaman indikator, Virulensi

PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicum esculentum*) adalah salah satu sayuran penting yang bernilai ekonomi tinggi karena kegunaannya yang bervariasi, serta kandungan vitamin dan gizinya yang tinggi.

Di antara masalah teknis, penyakit virus pada tomat merupakan kendala produksi yang signifikan. Diketahui terdapat 18 jenis virus yang secara alamiah dapat menginfeksi tanaman tomat diantaranya *Cucumber mosaic virus* (CMV). Patogen CMV pada tomat dilaporkan pertama kali oleh Komuro (1971) yang melakukan inventarisasi penyakit virus pada sayuran di Jawa Barat dan Jawa Timur.

Cucumber Mosaic Virus diketahui mempunyai kisaran inang yang luas terutama dari famili Solanaceae dan dikenal sebagai penyebab penyakit virus utama pada komoditi penting termasuk tomat di Indonesia. Mengingat bahwa virus tanaman ialah suatu quasispecies, sedangkan tanaman inang ialah merupakan faktor seleksi alami dalam menentukan varian dalam quasispecies tersebut, maka isolat-isolat virus yang terdapat pada inang tertentu mempunyai karakter yang berbeda dengan isolat hasil seleksi oleh inang lain. Oleh karena itu, pengetahuan mengenai peta isolat virus yang menjadi sasaran dalam pengendalian ialah merupakan faktor penentu keberhasilan pengendalian tersebut (Suastika et al. 2003).

Penyakit virus mosaik pada tanaman tomat dapat disebabkan oleh virus secara tunggal ataupun gabungan. Umumnya penyakit mosaik disebabkan oleh gabungan beberapa virus, yaitu CMV, PVY, dan TMV. Partikel CMV berbentuk bulat. Virus mosaik ditularkan secara mekanik dan dengan perantaraan vektor kutudaun persik (*Myzus persicae*) dan *Aphids gossypii*. Gejala bervariasi tergantung pada strain virus dan kultivar tanaman. Pada tanaman ketimun (*Cucumis sativus*) dan anggota *Cucurbitaceae* lainnya, infeksi CMV menyebabkan gejala mosaik dan kerdil, dan mengurangi produksi buah (kuantitas dan kualitas buah). Pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*), infeksi CMV menyebabkan gejala mosaik, kerdil, dan reduksi lamina daun (*fern leaf*) (McNab, et al. 1983). Pada tanaman cabai (*Capsicum annum*), infeksi CMV menyebabkan gejala mosaik, blister, malformasi buah, dan bersama-sama dengan virus lainnya (TMV, TEV, PVY, CVMV) menyebabkan gejala infeksi virus kompleks (gejala keriting).

Lebih dari 49 famili tanaman terdiri dari tanaman budidaya, tanaman hias, gulma, tanaman tahunan, dan semak. Diantara tanaman ekonomis penting yang dapat diinfeksi oleh CMV adalah cabai besar, cabai rawit, paprika, tomat, ketimun, melon, pisang, terong-terongan, krisan, lili, dan sejumlah tanaman hias lainnya (Chupp & Sherf 1960; Agrios 1998).

Banyaknya variasi gejala pada tanaman inang menjadikan CMV sulit untuk diidentifikasi berdasarkan gejalanya saja. Selain itu, CMV seringkali juga sulit dibedakan dengan isolat dari kelompok *Cucumovirus* lainnya, seperti *Alfalfa mosaic virus*, *Tomato aspermy virus*, *Peanut stunt virus*, dan *Zucchini yellow mosaic virus* (Francki, et al. 1979).

Mengenal karakter biologi virus mosaik CMV merupakan dasar dalam pertimbangan pengelolaannya. Mengenal gejala yang ditimbulkan virus ini pada berbagai tanaman inang dan dari berbagai strain, merupakan hal penting dalam upaya melakukan eradikasi dan upaya membuat atau menyaring tanaman tomat resisten.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan karakterisasi biologi ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pengumpulan inokulum virus, deteksi virus secara serologi, bioassay pada tanaman indikator dan tanaman inang lain, pengujian pada berbagai varietas tomat. Dari hasil yang diperoleh diharapkan dapat dibedakan adanya strain-strain dengan berbagai sifat biologinya di antara inokulum yang terkoleksi.

Kegiatan utama dilakukan di Laboratorium Virologi di Balai Penelitian Tanaman Sayuran, sedangkan bahan pengujian dikumpulkan dari berbagai daerah produksi tanaman tomat di Jawa Barat dan Jawa Tengah. Waktu penelitian dari bulan September – Desember 2016.

Perkembangan Virus Mosaik

Lokasi yang dikunjungi adalah daerah produksi tanaman tomat secara khusus atau daerah sayuran secara umum. Di sentra tomat biasanya tanaman ini menjadi tanaman utama yang ditanam secara luas, sedangkan tanaman lainnya sebagai tanaman sela atau pinggir bedengan seperti: kubis, caisim, kacang tanah, sawi, timun atau oyong. Di daerah umum sayuran tomat tidak menjadi tanaman utama, ditanam menjadi tanaman penggilir, atau tumpangsari. Kalau ditanam sebagai tanaman utama, banyak sekali tanaman selanya seperti bawang daun, sawi, kacang atau caisim, dan ditanam pada luasan terbatas (<500 m²).

Data yang dikumpulkan adalah umur tomat yang ditanam, luasan lahan lokasi, dan insiden gejala (yang dihitung dari rata-rata 4 kali penghitungan per 100 tanaman tomat yang diamati).

Sampel-sampel yang bergejala mosaik dipetik daunnya dan dimasukkan ke dalam pot zalp yang telah dialasi dengan bahan higroskopis (CaCl₂), sehingga selama di perjalanan sampel tersebut menjadi kering. Beberapa sampel cabai segar yang mewakili juga diambil. Setiap sampel dilengkapi dengan data gejala yang tampak, dan lokasi. Sampel yang terkumpul disiapkan untuk pengujian lanjutan. Sampel berupa tanaman hidup dan cabang segar langsung ditanam dalam pot plastik

Deteksi Virus Secara Serologi

Sampel yang terkumpul dipersiapkan untuk pengujian serologi menggunakan metoda Elisa dengan antiserum virus yang umum menyerang tomat seperti (TMV, ToMV, CMV, PVY). Deteksi virus dilakukan dengan metode ELISA karena spesifikasi, kecepatan, bersifat kuantitatif, dan memiliki sensitivitas tinggi (Clark & Adams, 1977). Sampel dengan gejala mosaik yang hanya bereaksi dengan antiserum virus CMV secara tunggal dipilih sebagai inokulum CMV untuk uji lanjutan.

Pengujian Dengan Tanaman Indikator dan Tanaman Inang Lain

Sampel yang mengandung virus tunggal CMV dilanjutkan dengan pengujian biologi. Penularan inokulum CMV pada tanaman indikator dilakukan secara mekanis dengan cara mengoleskan sap daun tanaman sakit pada daun tanaman indikator yang telah ditaburi karborundum 600 mesh sebagai abrasive. Peubah yang diamati adalah gejala yang nampak pada tanaman inang penguji.

Pengujian Pada Berbagai Varietas Tomat

Inokulasi inokulum patogen dari tomat pada berbagai varietas tomat dimaksudkan untuk mencari deretan deferential host yang nantinya berguna untuk menentukan strain virus secara penampakan gejala. Tanaman tomat muda yang terdiri dari beberapa varietas atau nomor diinokulasi secara mekanis. Selanjutnya tanaman dipelihara dan gejala yang timbul dicatat. Pengamatan dilakukan terhadap insidensi dan keparahan infeksi virus.

Insiden adalah kumulatif dari setiap pengamatan sampai pengamatan terakhir (50 hari setelah inokulasi). Presentase insidensi infeksi virus dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase tanaman terinfeksi

n = Jumlah tanaman terinfeksi

N = Jumlah tanaman yang diamati

Keparahan infeksi virus dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{\sum (n \times v)}{N \times V} \times 100\%$$

Dimana:

I = Intensitas gejala serangan

n = jumlah tanaman dengan kategori v

v = kategori serangan tertentu

N = jumlah tanaman yang diamati

V = nilai kategori serangan tertinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Status Virus Pada Tomat dan Sampel Virus Yang Terkumpul

Sampel dikumpulkan dari Jawa Timur dan Jawa Barat dikelompokkan dalam gejala mosaik kuning dengan variasi daun cekung sebagian berbentuk bulat seperti mangkok, atau helaian daun lebih tegak. Sampel dengan gejala mosaik CMV, mosaik klorosis dengan helaian daun normal atau agak keriput, atau kadang-kadang disertai bentuk daun seperti tali sepatu atau malformasi. Inventarisasi sampel yang terkumpul dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Status gejala virus mosaik di lapangan

No.	Lokasi	Σ a) Wilayah	Luasan (m ²) b)	Umur (hari)	Insiden (%) c)
1.	Malang	5	300-50000	60-90	0,8-4,0
2.	Blitar	3	700-5000	40-100	0,58 –22,6
3.	Kediri	3	800 - 4000	45-60	0 – 2,5
4.	Ciwidey	2	500-1000	60-90	0 – 0,5
5.	Pangalengan	3	250-1200	60-100	0 – 1,81
6.	Garut	14	650-15.000	15-98	0 – 1,18
7.	Cikajang	3	600-15.000	60-80	0 – 1,98
8.	Cisarua	3	400-5600	50-75	0
9.	Lembang	2	2000	35- 90	0 – 0,52

Keterangan:

Jumlah sub lokasi yang dikunjungi (kecamatan atau desa)

Populasi tanaman tomat per hektar rata-rata 25.000 batang

Rata-rata dari 4 kali perhitungan dalam 100 tanaman yang diamati (sub-plot)

Pada Tabel 1 terlihat bahwa umumnya gejala virus mosaik ditemukan pada semua lokasi yang dikunjungi, namun insidennya bervariasi (0,5-22,6%) berdasarkan varietas, umur tanaman, lokasi dan cara budidayanya. Insiden lebih tinggi tidak selalu ditemukan pada pertanaman tomat yang lebih tua,

juga tidak selalu varietas yang sama memperlihatkan insiden yang sama walaupun umur tanamannya tidak berbeda.

Deteksi Virus Secara Serologi

Sampel yang memperlihatkan gejala mosaik dideteksi secara serologi Elisa menggunakan antiserum TMV, ToMV, CMV dan PVY. Dari 20 sampel yang bergejala mosaik yang hanya bereaksi dengan antiserum CMV ada 8 isolat yang terpilih, yaitu isolat asal Lembang (kode CMV-A), Ciwidey (CMV-B), Pujon-1 (CMV-C), Pujon-2 (CMV-D), Pujon-3 (CMV-E), Giripurno (CMV-F), Malang-1 (CMV-G) dan Malang-2 (CMV-H). Beberapa dari isolat ini digunakan untuk menguji hasil persilangan tomat untuk memperoleh varietas yang resisten CMV.

Hasil Pengujian dengan Tanaman Indikator dan Tanaman Inang Lain

Tabel 2. Reaksi tanaman indikator terhadap berbagai isolat CMV

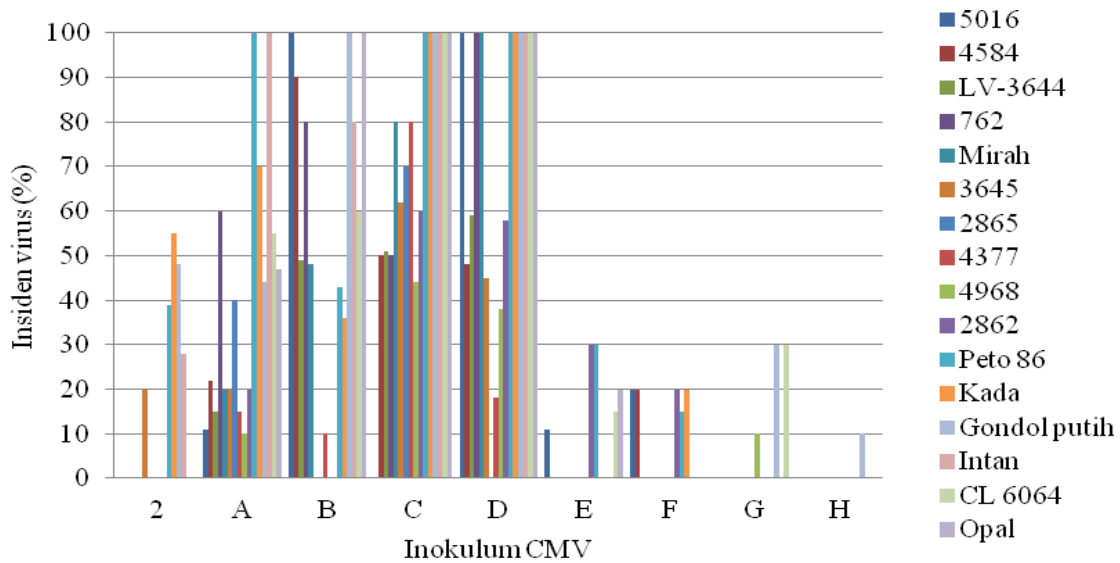
Inokulum CMV	Tanaman Indikator					
	<i>Gomphrena globosa</i>	<i>Nicotiana benthamiana</i>	<i>Chenopodium amaranticolor</i>	<i>Physalis floridana</i>	<i>Nicotiana glutinosa</i>	<i>Lycopersicum esculentum</i>
CMV-2 *	Necrotik 1/5	Mosaik parah 4/5	Necrotik 5/5	Mosaik parah 5/5	0/5	Mosaik kuning 3/3
CMV-A	0/5	Mosaik parah 5/5	Necrotik 5/5	Mosaik parah 5/5	Mosaik parah 5/5	0/3
CMV-B	Necrotic 2/5	Mosaik parah 5/5	Necrotik 5/5	Mosaik parah 5/5	Mosaik parah 5/5	Mosaik ringan 1/3
CMV-C	Necrotic 5/5	Mosaik parah 5/5	Necrotik 5/5	Mosaik parah 4/5	Mosaik parah 5/5	Mosaik ringan 2/3
CMV-D	Necrotic 3/5	Mosaik sedang 4/5	Necrotik 5/5	Mosaik parah 5/5	Mosaik sedang 5/5	0/3
CMV-E	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/3
CMV-F	0/5	Mosaic parah 4/4	Necrotik 5/5	Mosaic parah 5/5	Mosaic parah 3/5	0/3
CMV-G	0/5	0/5	0/5	Mosaik sedang 1/4	0/4	0/3
CMV-H	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/3

*) = sebagai pembanding, koleksi Balitsa

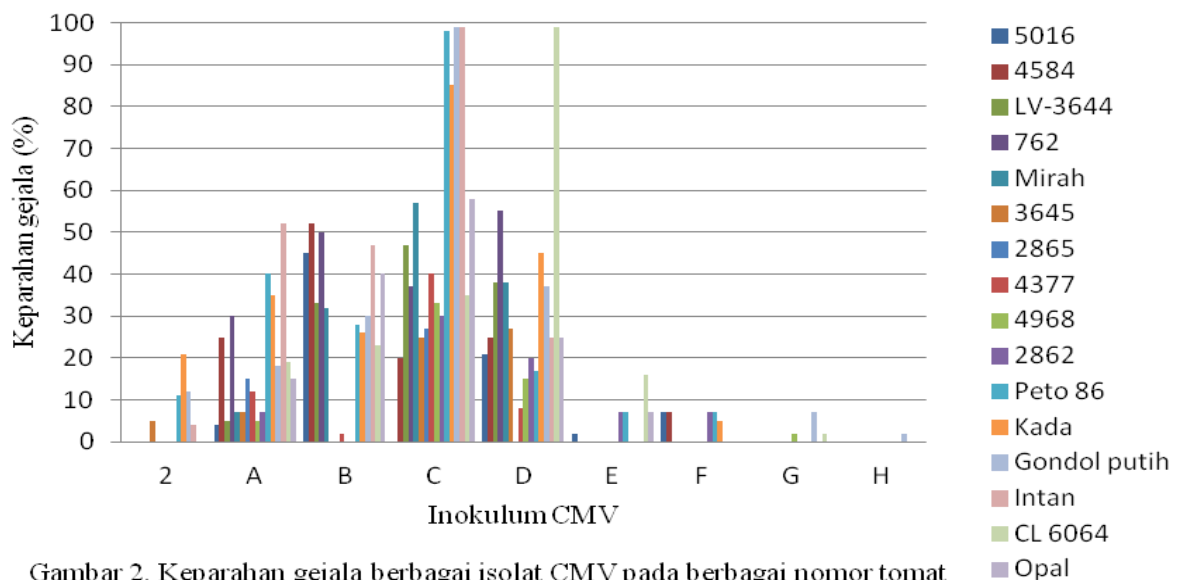
Berdasarkan gejala yang keluar secara visual dari 9 isolat yang diamati (8 yang diuji dan 1 sebagai pembanding) ada kelompok isolat yang bereaksi persis sama pada deretan indikator yang sama, seperti isolat A mirip dengan F, isolat B mirip dengan isolat C, dan isolat E mirip dengan H (sama-sama tidak bereaksi). Isolat-isolat yang tidak sebanding adalah CMV-2, D dan G. Pada umumnya deretan indikator di atas dapat digunakan untuk mengidentifikasi virus CMV. Tanaman indikator *Chenopodium quinoa* dan *murale* serta *Nicotiana tabacum* Xanthi nc dan *Vigna radiata* dapat digunakan serbagai tambahan indikator (Duriat, 1990; Siregar 2005).

Pengujian Pada Berbagai Varietas Tomat

Hubungan antara nomor atau varietas tomat dengan isolat CMV yang terkoleksi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Insiden gejala berbagai isolat CMV pada berbagai nomor tomat (inokulasi secara mekanis)



Gambar 2. Keparahan gejala berbagai isolat CMV pada berbagai nomor tomat (inokulasi secara mekanis)

Isolat dengan virulensi tinggi yaitu CMV-A, CMV-C, CMV-D dan CMV-B dapat menginfeksi lebih dari 10 tanaman tomat. CMV-2 sebagai virus pembanding hanya dapat menginfeksi 5 nomor tomat saja. Gejala serangan virus terparah (>50%) diperlihatkan berturut-turut oleh CMV-C, CMV-D dan CMV-A, kemudian CMV-B. Sedangkan isolat yang lainnya tidak menginfeksi lebih dari 5 nomor tomat dan keparahan gejala dibawah 20% atau katagori ringan. Dari gambaran ini dapat diketahui isolat mana saja yang paling berbahaya, dan isolat mana saja yang dapat ditoleransi.

KESIMPULAN

1. Sebanyak 66 sampel yang dikumpulkan diperoleh 8 isolat CMV.
2. Tanaman indikator yang dianjurkan untuk mendeteksi atau mengidentifikasi CMV adalah *N. benthamiana*, *C. amaranticolor*, *Gomphrena globosa*, *Physalis floridana*, *N. glutinosa*, *L. esculentum*, dan ditambah *C. murale*, *C. quinoa*, *N. tabacum Xanthi nc* dan *Vigna radiate*.

3. Isolat CMV yang paling virulen terhadap 16 nomor tomat yang diuji berturut-turut CMV-A (16), CMV-C (15), CMV-D (15) dan CMV-B (12). Isolat selebihnya hanya mampu menulari kurang dari 5 nomor tomat dengan keparahan gejala 20% atau ringan saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. (1998). *Plant Pathology*. Third Edition. Academic Press.
- Chupp, C. & A.F. Sherf. (1960). *Vegetables diseases and their control*. The Ronald Press Company. New York. 693p.
- Clark MF & Adams AN. (1977). Characteristics of the micr oplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.* 34(3): 475–483.
- Duriat, A.S. (1990). *Biological control of cucumber mosaic virus (CMV), an important disease causing agent of horticultural crops in Indonesia. Final Report of PSTC, Grant Number: PSTC 936-5542.5.254*. Submitted to the Office of the Science Advisor USAID. 24 p.
- Duriat, A. (1996). Management of pepper viruses in Indonesia: problems and progress. *IARD Journal*. 18(3): 45-50
- Duriat, A.S., N. Gunaeni, E. S. Widjaja, O. S. Gunawan, I. Sulastrini, A. W. Wulandari, M. L. Ratnawati, J van der Wolf & P. van der Zouwen. (2004). *Managing the most important seed-borne diseases of vegetables in Indonesia*. In www.kennisonline.wur.n/BO/BO-10/424/PRI+770.000.4100/producten.htm
- Francki, R.I.B., D.W. Mossop, & T. Hatta. (1979). *Cucumber Mosaic Virus*. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No.213.
- Green, S. K & G. Kalloo (1994). *Leaf curl and yellowing viruses of pepper and tomato*. Technical Bulletin No. 21. AVRDC. 51 p
- Hidayat, S. H., A. S. Duriat & T. Santoso. (2007). Current status of viruses infecting tomato in Indonesia. Eds. Sumardiyono and S. Hartono: The role of plant pathology in rapidly globalizing economies of Asia. *Proceedings the Third Asian Conference on Plant Pathology*.
- Komuro, J. (1971). *Report of survey on plant virus diseases in some district of East Java and West Java. Report to Indonesian Government*. 7 hal (tidak dipublikasi).
- MacNab, A.A., Sherf, A.F. & Springer, J.K. (1983). *Identifying Diseases of Vegetables*
- Noordam, D. (1973). *Identification of plant viruses. Methods & Experoments*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Pudoc. Wageningen. 207 + 8 plates.
- Siregar, E.B.M. (2005). *Koleksi, pemurniaan, dan uji hayati isolat-isolat virus CMV asal Sumatera Utara*. E-USU Repository.
- Suastika, G. & Hidayat, S.H. (2003). *Keragaman Sifat Biokimia Isolat-Isolat Tomat Cucumber Mosaic Virus (CMV) di Indonesia dan Eksplorasi Rna Satelit (Satrna) Protektif*.

**APLIKASI GULMA SEBAGAI BIOKONTROL TERHADAP *Aeromonas hydrophylla*
PENYEBAB PENYAKIT MAS PADA BUDIDAYA AIR TAWAR**

Erny Qurotul Ainy*¹, Anti Damayanti H.²

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta 55281

e-mail: *¹ernyainy@uin-suka.ac.id, ²qurotul.ainy@gmail.com

Abstrak. Penyakit infeksi MAS pada budidaya perairan disebabkan oleh bakteri patogen *Aeromonas hydrophylla* yang bila tidak ditangani dengan baik dapat menimbulkan kerugian sangat besar. Penggunaan antibiotika sintetik dikhawatirkan berdampak buruk karena residunya di lingkungan serta gejala resistensi patogen terhadap antibiotik. Sejumlah gulma memiliki bahan-bahan aktif antibakteri sehingga potensial untuk digunakan sebagai antibiotik alami yang ramah lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian lima jenis gulma yaitu kirinyuh (*Chromolaena odorata*), *Euphorbia heterophylla*, rambatan atau sembung rambat (*Mikania micrantha*), rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), dan rumput ganda rusa (*Asistasia intrusa*) terhadap kemampuannya menghambat pertumbuhan bakteri *A. hydrophylla* secara *in vitro*. Hasil pengujian dengan metode Kirby-Baurr menunjukkan bahwa kelima ekstrak gulma tersebut memiliki aktivitas antibakteri sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai agen biokontrol terhadap *A. hydrophylla*.

Kata kunci: *Aeromonas hydrophylla*, gulma, agen biokontrol

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk yang cukup pesat di Indonesia memiliki implikasi yang luar biasa terhadap meningkatnya tuntutan kebutuhan pangan. Oleh karena itu, dibutuhkan peningkatan efektivitas system budidaya perikanan (*aquaculture*) sebagai salah satu komoditas pangan untuk menghasilkan produk pangan yang melimpah dan berkualitas. Salah satu aspek yang dapat menghambat produksi budidaya perikanan secara signifikan adalah serangan penyakit infeksi sehingga pemberantasan hama penyakit ikan merupakan salah satu pilar dalam peningkatan produktivitas pertanian.

Kemunculan penyakit infeksi pada ikan biasanya merupakan hasil interaksi kompleks antara beberapa faktor, yang mencakup kualitas ikan, kualitas lingkungan untuk budidaya, kemampuan petugas pemelihara serta organisme patogen itu sendiri (Prayitno, 1998). Salah satu organisme penyebab penyakit pada budidaya perikanan adalah bakteri yang merupakan patogen primer yang berdampak luas karena selain mudah menular dan menyebar ke seluruh populasi ikan juga membuka kesempatan terjadinya serangan infeksi patogen sekunder seperti fungi (Post, 1987) sehingga dapat menurunkan tingkat produksi ikan secara signifikan.

Serangan penyakit termasuk bakteri pada budidaya air biasanya diantisipasi oleh para petani ikan dengan menggunakan obat-obatan dari bahan kimia sintetis. Selain harganya yang mahal, penggunaan bahan kimia yang tidak tepat dapat beresiko meningkatkan resistensi mikroorganisma, membahayakan konsumen, serta menimbulkan pencemaran lingkungan. Beberapa tanaman obat sebenarnya memiliki efektivitas yang tidak kalah tingginya dengan obat-obat dari bahan kimia. Hal ini karena tanaman secara alami dapat menghasilkan berbagai macam senyawa metabolit sekunder yang bersifat antibakteri sebagai bagian dari sistem pertahanan tanaman. Metabolit sekunder tersebut dapat terakumulasi dalam jaringan tumbuhan maupun dilepaskan ke lingkungan. Produksi metabolit sekunder tersebut terutama cukup banyak dihasilkan pada jenis-jenis tanaman obat, termasuk untuk mengatasi serangan penyakit pada ikan. Contoh tanaman obat yang telah digunakan untuk mengatasi serangan penyakit pada ikan adalah bawang putih (*Allium sativum*) dan meniran (*Phyllanthus niruri*) (Wahjuningrum et al., 2013). Selain bawang putih dan meniran sumber daya hayati lain yang potensial untuk sebagai sumber bahan biokontrol adalah tumbuhan yang berhasil menghadapi serangan hama dan penyakit. Salah satu kelompok tumbuhan yang menunjukkan kemampuan tersebut adalah gulma.

Gulma merupakan tanaman yang pertumbuhannya tidak dikehendaki, terutama di lahan-lahan produktif pertanian dan perkebunan. Hal ini karena gulma umumnya memiliki pertumbuhan yang

lebih cepat dibandingkan tanaman budidaya sehingga unsur hara yang sedianya diperlukan untuk pertumbuhan tanaman budidaya, lebih banyak terserap untuk pertumbuhan gulma. Gulma juga dikenal memiliki tingkat adaptasi yang tinggi serta pertumbuhan yang invasif sehingga keberadaannya sulit dikendalikan.

Walaupun dianggap merugikan, kesuksesan gulma untuk tetap tumbuh pada berbagai kondisi cekaman mengindikasikan adanya kemampuan gulma untuk mengatasi serangan hama dan penyakit di lingkungan tumbuhnya. Dengan demikian, gulma merupakan sumber potensial untuk memperoleh senyawa antimikroba untuk mengembangkan biokontrol yang ramah lingkungan sekaligus murah. Beberapa jenis gulma terbukti memiliki aktivitas antimikroba seperti *Stellaria media* L. (Rogozhin et al., 2015), *Achyranthes aspera* Linn. (Sanguri et al., 2012) yang berpotensi sebagai antifungal, serta *Amaranthus viridis*, *Lantana camara*, dan *Malvastrum coromandelianum* sebagai antifungal dan antibakteri untuk mikroorganisme penyebab penyakit pada tanaman (Mushatq et al., 2012).

Pemanfaatan gulma sebagai biokontrol tentunya akan memberikan nilai tambah bagi kelompok tanaman ini. Kelompok tanaman ini sering dianggap tidak berguna bahkan merugikan karena potensinya belum banyak diungkap. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi berbagai jenis gulma sebagai bahan biokontrol. Dengan mempertimbangkan kepraktisan aplikasinya, pada penelitian ini pemanfaatan gulma sebagai biokontrol dilakukan dengan membuat simplisia. Di samping menambah nilai guna gulma melalui pemanfaatannya sebagai biopestisida, penelitian ini utamanya ditujukan sebagai bagian dari upaya untuk mendukung terwujudnya sistem akuakultur yang berkelanjutan melalui pengurangan pemakaian bahan kimia sintetik.

BAHAN DAN METODE

Koleksi dan Identifikasi Tanaman Gulma untuk Pengujian Antimikroba

Tanaman uji yang digunakan berupa 5 jenis tanaman gulma yaitu kirinyuh (*Chromolaena odorata*), *Euphorbia heterophylla*, rambatan atau sembung rambat (*Mikania micrantha*), rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), dan rumput ganda rusa (*Asistasia intrusa*) yang diperoleh dari sekitar lingkungan kampus UIN Sunan Kalijaga.

Kultur Mikroba Uji dan Pemeliharaannya

Mikroba uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah *A. hydrophylla* penyebab penyakit MAS yang diperoleh dari koleksi kultur Stasiun Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Yogyakarta. Stok isolat *A. hydrophila* dalam media *Tryptic Soy Agar* (TSA) miring pada tabung reaksi diambil satu ose penuh biakan kemudian dikultur dalam 20 ml media *Tryptic Soy Broth* (TSB) dan diinkubasi dalam inkubator bergoyang pada 140 rpm, suhu 37°C selama 24 jam. Jumlah selnya diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm hingga diperoleh kepadatan sebesar 10⁶ cfu/ml. Isolat bakteri uji dilakukan sub-kultur secara regular pada media yang sama dan disimpan pada suhu 4°C sebelum digunakan dalam pengujian.

Preparasi Simplisia Tanaman Gulma

Sampel tanaman disiapkan untuk uji aktivitas antimikroba dan fitokimianya. Sampel yang digunakan berupa daun yang telah tua, membuka sempurna dan terletak di bagian cabang atau batang yang menerima sinar matahari sempurna. Pada daun tersebut terjadi kegiatan asimilasi yang sempurna. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari agar kandungan senyawa aktif di dalam daun masih banyak. Sampel daun kemudian dicuci sebanyak dua hingga tiga kali dengan air mengalir untuk menghilangkan bahan-bahan pengotor, dan selanjutnya dibilas dengan ethanol 70%. Daun kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Simplisia daun kemudian disimpan di wadah tertutup rapat (Bagewadi et al., 2012). Larutan sampel gulma untuk uji antimikroba diperoleh dengan merendam sediaan simplisia daun dalam akuades steril dengan komposisi (10% b/v).

Pengujian Aktivitas Antimikroba Simplisia Daun Gulma

Uji aktivitas antibakteri dari simplisia gulma dilakukan dengan metode Kirby-Bauer *Disc* atau metode kertas cakram dilakukan dengan menggunakan media TSA pada cawan petri yang telah diinokulasi kultur bakteri *A. hydrophilla* yang berumur 24 jam dengan metode *pour plate*. Larutan stok dari masing-masing simplisia disiapkan dengan konsentrasi 1 g/mL. Kertas cakram berdiameter 1 cm

direndam dalam larutan uji dan selanjutnya ditiriskan. Kertas cakram kemudian diletakkan pada permukaan media padat. Kontrol perlakuan berupa kultur *A. hydrophilla* tanpa pemberian larutan simplisia. Kultur plat agar kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Diameter zona penghambatan (mm) diukur dengan menggunakan jangka sorong untuk menentukan indeks aktivitas antimikroba. Perlakuan dilakukan dengan tiga kali pengulangan. Efektivitas antibakteri ditentukan dari ukuran zona bening di sekeliling kertas cakram. Zona bening tersebut terbentuk akibat difusi substansi antibakteri pada media agar (Atlas et al., 1984).

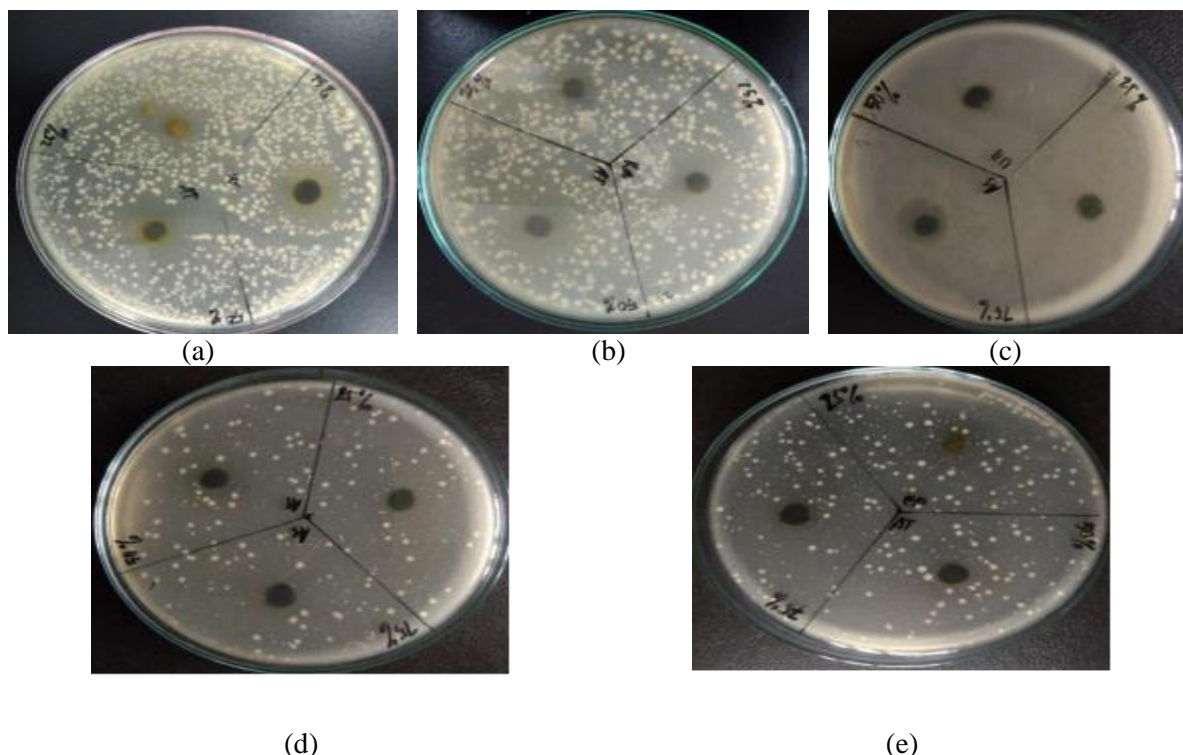
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji aktivitas antibakteri lima jenis gulma ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Uji antibakteri ekstrak lima jenis gulma dengan variasi konsentrasi terhadap bakteri patogen *A. hydrophilla* ATCC 7965

No	Ekstrak gulma	Diameter zona hambat yang terbentuk (cm)		
		25%	50%	75%
1	Kiriyuh	1,31	1,78	1,58
2	Rambatan	1,29	1,91	1,80
3	Rumput gajah	-	-	1,24
4	Rumput rusa	-	0,90	0,79
5	Euphorbia	-	-	-

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada perlakuan ekstrak gulma terhadap kultur *A. hydrophilla* terbentuk diameter zona hambat dengan diameter terbesar sebesar 1,91 cm pada perlakuan ekstrak rambatan konsentrasi 50%. Sedangkan ekstrak *Euphorbia* tidak menghasilkan pembentukan zona hambat pada kultur *A. hydrophilla*. Adapun ekstrak gulma yang lain menghasilkan diameter zona hambat yang bervariasi antara 0,79-1,80 cm.



Gambar 1. Uji Antibakteri ekstrak gulma dengan konsentrasi yang berbeda terhadap bakteri patogen *A. hydrophilla* (a) kirinyuh (*Chromolaena odorata*), (b) *Euphorbia heterophylla*, (c) Rambatan atau sembung rambat (*Mikania micrantha*), (d) rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), dan (e) rumput ganda rusa (*Asistasia intrusa*)

Uji antibakteri ekstrak gulma terhadap pertumbuhan bakteri pathogen *A. hydrophilla* menunjukkan bahwa ekstrak *Mikania micrantha* konsentrasi 50% menghasilkan diameter zona hambat terbesar dibandingkan dengan ekstrak gulma lain pada perlakuan variasi konsentrasi yang sama yaitu, 25%, 50%, dan 75%. Ini menunjukkan bahwa *M. micrantha* memiliki kandungan senyawa aktif yang lebih tinggi dibandingkan dengan gulma lainnya. *Mikania* diketahui menghasilkan senyawa alelopati berupa phenol dan flavon yang memiliki aktivitas antibakteri, termasuk terhadap bakteri pathogen *A. hydrophilla* penyebab penyakit MAS pada budidaya perairan tawar. Dengan demikian, ekstrak gulma kirinyuh (*Chromolaena odorata*), rambatan atau sembung rambat (*Mikania micrantha*), rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), dan rumput ganda rusa (*Asistasia intrusa*) memberikan efek penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri pathogen *A. hydrophilla* sehingga potensial untuk dikembangkan sebagai bahan antibiotik hayati pada budidaya perairan tawar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dengan dukungan hibah dana penelitian sehingga penelitian ini dapat terselenggara dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Atlas, Ronald M., Brown, A. E., Dobra, K. W. & Miller, L. (1984). *Experimental Microbiology: Fundamentals and Applications*. Macmillan Publishing Company. New York
- Bagewadi, Zabin K., Siddanagouda R. S & Praveen G. Baligar. (2012). Phytochemical Screening and Evaluation of Antimicrobial Activity of *Semecarpus anacardium* Nuts. *International Journal of Pharmacology and Pharmaceutical Technology (IJPPT)*, ISSN: 2277 – 3436, Volume-1, Issue- 2, 2012
- Hardi, E. H., Pebrianto, C. A., Hidayanti, T., & Rizki Tri Handayani. (2014). Infeksi *Aeromonas hydrophila* melalui Jalur yang Berbeda pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Loa Kulu Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 8 (2), 130-133.
- Mushatq, S., Haider, M. S., Ali, A., Javed, S., Khokhar I, Mukhtar I. (2012). In Vitro Comparative Screening of Antibacterial and Antifungal Activities of Some Common Weeds Extracts. *Pak. J. Weed Sci. Res.* 18(1): 15-25.
- Saweta, S., Kapil, S., Gopinathan, P., Pandey, F. K. & Bhatnagar, T. (2012). Comparative Screening Of Antibacterial And Antifungal Activities of Some Weeds and Medicinal Plants Leaf Extracts: An in-Vitro Stud. *Elixir Appl. Botany* 47: 8903-8905
- Usuah, P. E., Udom, G. N., Edem, I. D. (2013). Allelopathic Effect of some Weeds on the Germination of Seeds of Selected Crops Grown in Akwa Ibom State, Nigeria. *World Journal of Agricultural Research*, 1 (4): pp 59-64.
- Vallotton A. 2015. *Weed Biology and Ecology*. Diakses 19 November 2015 dari <http://offices.ext.vt.edu/rockingham/programs/anr/Horticulture/Links/homeownerweedbiologyecology.pdf>.
- Wahjuningrum, D., Astrini, R., Setiawati, M. (2013). Pencegahan Infeksi *Aeromonas* oleh Bawang Putih (*Allium sativum*) dan Meniran (*Phyllanthus niruri*). *Jurnal Akuakultur Indonesia* 12 (1), 94-104.

UJI TOKSISITAS INHIBITOR TRIP SIN TANAMAN SENGON (*Falcataria moluccana* Miq.)

Alfi Rumidatul*¹, I Nyoman P. Aryantha²

^{1,2}Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung
e-mail: *¹alfi@sith.itb.ac.id, ²nyoman@sith.itb.ac.id

Abstrak. Tanaman *Falcataria moluccana* memiliki inhibitor tripsin yang berguna sebagai mekanisme pertahanan terhadap mikroorganisme. Inhibitor tripsin memiliki kemampuan untuk menonaktifkan protease yang terlibat dalam berbagai penyakit manusia seperti arthritis, pankreatitis, tekanan darah tinggi, kanker, AIDS, dan infeksi mikroba. Aktivitas sitotoksitas inhibitor tripsin *F. moluccana* terhadap sel kanker sampai saat ini belum ada yang melaporkan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengisolasi inhibitor tripsin dari tanaman *F. moluccana* dan menguji aktivitas sitotoksitasnya terhadap sel kanker secara *in vitro*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tripsin inhibitor yang diberikan, semakin tinggi juga persentase penghambatan atau kematian sel kanker payudara dan sel kanker serviks. Pada setiap konsentrasi tripsin inhibitor, penghambatan pada sel kanker serviks lebih besar apabila dibandingkan dengan penghambatan pada sel kanker payudara. Hal ini menunjukkan bahwa inhibitor tripsin sengon cukup efektif memberikan respon penghambatan terhadap sel kanker serviks daripada sel kanker payudara. Inhibitor tripsin memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi salah satu sumber fitofarmaka antikanker.

Kata Kunci: Toksisitas, Inhibitor tripsin, Sengon, Sel kanker, *In vitro*

PENDAHULUAN

Kanker merupakan salah satu penyakit yang menjadi penyebab utama kematian di dunia. Diperkirakan 14.1 juta kasus baru kanker terdeteksi pada tahun 2012 dan telah merenggut 8.2 juta jiwa (Torre et al., 2015). Penyakit kanker payudara dan kanker serviks memiliki prevalensi tertinggi di Indonesia. Di Indonesia sendiri dari 1.5 juta kematian pada tahun 2014 berdasarkan data WHO 2014, sebanyak 8 % disebabkan oleh kanker. Dari sejumlah 92.200 kasus kanker pada wanita, sebanyak 48.998 kasus (21.4%) merupakan kanker payudara (WHO, 2014). Kanker serviks atau kanker leher rahim merupakan penyakit kanker yang menjadi penyebab kematian kedua pada wanita setelah kanker payudara.

Penanganan kanker saat ini masih sebagian besar didominasi oleh penggunaan metode kemoterapi, radioterapi dan pembedahan. Usaha pengobatan tersebut belum mampu secara efektif menanggulangi kanker. Kegagalan yang sering terjadi dalam pengobatan kanker tersebut, utamanya melalui kemoterapi adalah disebabkan karena rendahnya selektivitas obat-obat antikanker terhadap sel normal sehingga menimbulkan efek samping yang serius pada pasien (Chaveli-Lopez, 2014). Strategi terapi yang tepat sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Komponen bioaktif yang berasal dari tanaman mulai mendapatkan sorotan untuk dikembangkan sebagai terapi alternatif dalam menangani kanker karena dianggap memiliki efek samping yang lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan kemoterapi (Greenwell & Rahman, 2015).

Tanaman memiliki inhibitor yang disebut dengan protease inhibitor yang berguna sebagai mekanisme pertahanan terhadap mikroorganisme, salah satu contohnya adalah inhibitor tripsin. Inhibitor tripsin dapat diisolasi dari berbagai jenis tanaman, diantaranya adalah gandum (Scimoler et al., 2001), biji *Clausena lansium* (Ng et al., 2003), labu (Telang et al., 2003) dan legum (Garcia et al., 2004; Lanza et al., 2004). Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa inhibitor tripsin memiliki potensi sebagai antikanker (Ho dan Ng, 2008; Puxbaum dan Mach, 2009; Castro-Guillen, 2010; Kabir et al., 2011; Dibyendu, 2013).

Penelitian tentang isolasi inhibitor tripsin dari tanaman sengon dan aktivitas sitotoksitasnya terhadap sel kanker sampai saat ini belum ada yang melaporkan. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengisolasi dan memurnikan tripsin inhibitor dari tanaman

sengon serta menguji aktivitas sitotoksitasnya terhadap sel kanker serviks (sel HeLa) dan sel kanker payudara (MCF-7) secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Ekstraksi Inhibitor Tripsin

Ekstraksi inhibitor tripsin dilakukan pada serbuk kulit dan kayu bagian ranting tanaman sengon sehat dan sakit. Sampel sebanyak 50 g dihomogenasi dengan 250 mL akuades dingin (di bawah 4°C), selanjutnya disentrifugasi pada kecepatan 5.000 rpm selama 20 menit. Supernatan diambil dan ditambahkan buffer fosfat 0,2 M pH 7. Campuran diinkubasi selama 10 menit pada suhu 40°C, selanjutnya disentrifugasi kembali pada kecepatan 5.000 rpm selama 20 menit (Dabhade et al., 2016).

Pengendapan Protein dengan Menggunakan Amonium Sulfat

Tujuannya adalah untuk mengkonsentrasikan tripsin inhibitor yang terdapat pada ekstrak kasar tripsin inhibitor, sehingga tripsin inhibitor tersebut akan mempunyai aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak kasarnya. Supernatan ditambahkan ammonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) secara bertahap dengan tingkat saturasi yaitu 0-20% (14,84 g/mL), 20-40% (16,5 g/mL), 40-60% (18,24 g/mL), dan 60-95% (38,24 g/mL). Larutan tersebut kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 4 jam pada kondisi dingin (\pm 4°C). Tahap selanjutnya larutan disentrifugasi pada suhu 4°C, dengan kecepatan 12.000 rpm selama 30 menit. Pellet yang dihasilkan kemudian direkonstitusi kembali dengan larutan *Phosphate-buffered saline* (PBS) untuk didialisis (Dabhade et al., 2016).

Dialisis

Dialisis dilakukan untuk membuang molekul-molekul yang berukuran lebih kecil dari molekul inhibitor, termasuk membuang garam ((NH₄)₂SO₄) yang digunakan selama proses ekstraksi. Proses dialisis diawali dengan aktivasi membran dialisis. Aktivasi membran dilakukan dengan merebus kantong dialisis (*dialysis sacks*) *cut-off* 12 kDa bersama 50 mL campuran 2% Natrium karbonat dan 1 mM EDTA pH 8 selama 10 menit. Sampel hasil dialisis kemudian disentrifugasi pada kecepatan 4500 rpm selama 20 menit pada suhu 4°C. Supernatan yang diperoleh merupakan fraksi protein yang kemudian dimurnikan (Dabhade et al., 2016).

Pemurnian dengan Kromatografi Filtrasi Gel

Tahap pemurnian tripsin inhibitor selanjutnya adalah kromatografi filtrasi gel menggunakan matriks Sephadex G-100. Matriks yang telah dikembangkan, divakum dan dimasukkan ke dalam kolom (panjang 50 cm, diameter 1 cm) yang ujungnya telah diberi kapas. Selanjutnya kolom diekuilibrasikan dengan buffer fosfat pH 7,0. Sebanyak 1,5 mL tripsin inhibitor hasil dialisis dimasukkan ke dalam kolom kemudian dielusikan menggunakan buffer fosfat pH 7,0 dengan laju alir 0,5 mL/menit sampai tertampung 100 fraksi. Setiap fraksi yang tertampung, diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 280 nm (Dabhade et al., 2016).

Kultur Sel

Kultur sel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sel kanker payudara yaitu sel MCF-7 dan sel kanker serviks yaitu sel HeLa. Sel MCF-7 dan sel HeLa ditumbuhkan terlebih dahulu pada medium standar RPMI (*Roswell Park Memorial Institute*) 1640. Setelah sel tumbuh, medianya dibuang dan dibilas dengan larutan PBS (*Phosphate Buffered Saline*) 20 %. Ditambahkan 5 mL tripsin, lalu materi uji diinkubasi selama 5 menit dan ditambah 4 mL media. Suspensi tersebut disentrifugasi pada kecepatan 150 rpm selama 5 menit. Supernatan yang diperoleh dibuang dan pelet (sel) ditambah dengan 5 mL media. Setelah itu, dilakukan perhitungan jumlah sel menggunakan hemasitometer. Sel dihitung hingga tiap sumur ditumbuhkan 5000 sel dalam 100 μ L kultur sel tiap sumur sebanyak 96 sumur (*microplate* 96 well). Kultur sel diinkubasi selama 24 jam dalam inkubator CO₂ 5 % pada suhu 37°C.

Perlakuan Sampel

Kultur sel MCF-7 dan sel HeLa setelah diinkubasi selama 24 jam, medianya dibuang kemudian dilanjutkan dengan perlakuan sampel. Tahap awal perlakuan sampel adalah membuat larutan stok tripsin inhibitor dengan konsentrasi 5.000 µg/mL. Sebanyak 200 µL tripsin inhibitor dengan konsentrasi 1000 ppm, 500 ppm, 250 ppm, 100 ppm, 50 ppm, 25 ppm, 10 ppm, 5 ppm, 1 ppm, 0,5 ppm dan 0 ppm (kontrol) ditambahkan pada masing-masing sumur (*well*) kemudian diinkubasi pada inkubator CO₂ 5 % pada suhu 37°C selama 72 jam. Kontrol positif yang digunakan adalah paclitaxel 1 nM.

Uji Sitotoksitas

Uji sitotoksitas pada sel MCF-7 dan sel HeLa menggunakan metode MTT assay yang dikembangkan oleh Yang et al. (2010). Setelah diinkubasi selama 72 jam, ke dalam materi uji ditambahkan garam tetrazolium (MTT) 5 mg/mL sebanyak 10 µL dalam tiap sumur sehingga warna campuran menjadi kuning. Tahap berikutnya ialah inkubasi selama 4 jam dalam inkubator CO₂ 5% pada suhu 37°C. Setelah diinkubasi dan telah terbentuk kristal formazan, larutan ekstrak dibuang. Kristal formazan yang terbentuk dilarutkan dengan 100 µL etanol 96% pada tiap sumur, kemudian digoyang secara stabil selama 10 menit. Warna larutan menjadi ungu. Nilai absorbans dari formazan yang terbentuk diukur dengan *microplate reader* pada panjang gelombang 550 nm. Persentase penghambatan sel (inhibisi) dihitung dengan rumus :

$$\text{Persentase inhibisi} = \frac{\text{absorban kontrol} - \text{absorban sampel}}{\text{absorban kontrol}} \times 100 \%$$

Nilai penghambatan 50 % (IC₅₀) ditentukan dengan menggunakan kurva hubungan antara konsentrasi tripsin inhibitor (x) dan nilai persentase penghambatan (y). Klasifikasi aktivitas sitotoksitas ekstrak bahan alam terhadap sel kanker dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu kategori sangat toksik jika nilai IC₅₀ < 10 ppm, kategori toksik jika nilai IC₅₀ 10-100 ppm, dan kategori cukup toksik jika nilai IC₅₀ 100-500 ppm (Weerapreeyakul et al., 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengendapan Protein dengan Menggunakan Amonium Sulfat (NH₄)₂SO₄

Kadar protein setelah pengendapan dengan (NH₄)₂SO₄ disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat adanya peningkatan aktivitas penghambatan inhibitor hasil endapan (pelet) pada beberapa tingkat konsentrasi (NH₄)₂SO₄. Konsentrasi optimum untuk mengendapkan tripsin inhibitor dengan (NH₄)₂SO₄ adalah 60 - 95 % kejenuhan. Hal ini berarti hasil pengendapan dengan (NH₄)₂SO₄ pada konsentrasi tertinggi yaitu 60 - 95 % merupakan fraksi terpilih untuk dilakukan proses dialisis. Konsentrasi optimum (NH₄)₂SO₄ dalam penelitian ini lebih tinggi apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nair et al. (2013) konsentrasi optimum (NH₄)₂SO₄ sebesar 40 – 60 % dan Dabhade et al., (2016) konsentrasi optimum (NH₄)₂SO₄ sebesar 60 – 80 %. Penggunaan (NH₄)₂SO₄ dengan tingkat kejenuhan yang tinggi menyebabkan peningkatan muatan listrik yang akan menarik molekul air dari koloid protein sehingga interaksi hidrofobik diantara sesama molekul protein akan menurunkan kelarutan protein sehingga terjadi *salting out* yang menyebabkan protein terpresipitasi dan mengendap (Nurhayati et al., 2013).

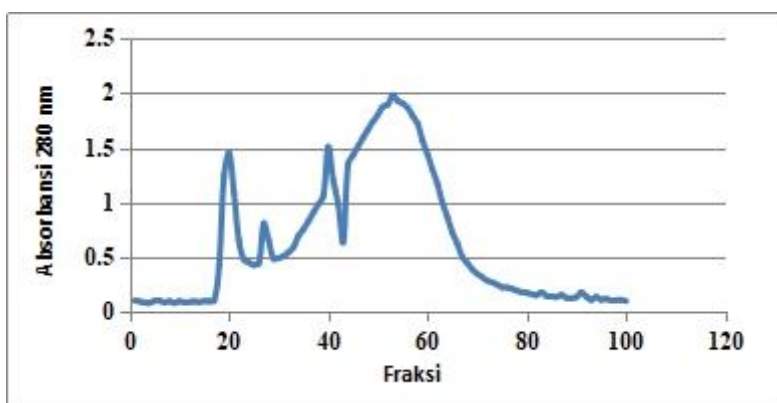
Tabel 1. Pengendapan tripsin inhibitor dengan menggunakan (NH₄)₂SO₄

Fraksi (NH ₄) ₂ SO ₄	Volume (mL)	Kadar protein (mg/mL)	Aktivitas inhibitor (U/mL)	Total protein (mg)	Total aktivitas (U)	Aktivitas spesifik (U/mg)	Kemurnian (%)	Kelipatan pemurnian (kali)
0 - 20 %	10	0,07	2,86	0,65	28,6	44	100	1
20 - 40 %	8	0,09	8,47	0,72	67,76	87,32	23,69	1,98
40 - 60 %	6	0,13	12,19	0,77	73,14	94,50	25,57	2,15
60 - 95 %	5	0,25	27,86	1,27	139,3	109,69	48,71	2,49

Dalam penelitian ini dengan konsentrasi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang optimum (60 – 95 %), diperoleh nilai aktivitas inhibitor tertinggi sebesar 27,86 U/mL dan konsentrasi protein sebesar 0,25 mg/mL serta aktivitas spesifik sebesar 109,69 U/mg. Konsentrasi protein dan aktivitas inhibitor yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nair et al., (2013) yang mengendapkan ekstrak kasar inhibitor tripsin dari biji *Cicer arietinum* dengan konsentrasi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ optimum (40 – 60 %) diperoleh kadar protein sebesar 7,8 mg/mL dan aktivitas inhibitor sebesar 47,3 U/mL. Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Dabhade et al., (2016) mengendapkan ekstrak kasar inhibitor tripsin dari *Albizia amara* menggunakan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dengan konsentrasi optimum (80 %) diperoleh kadar protein sebesar 11,72 mg/mL dan aktivitas inhibitor sebesar 2157 U/mL.

Pemurnian Tripsin Inhibitor dengan Kromatografi Filtrasi Gel

Hasil pemurnian dengan kromatografi filtrasi gel dapat dilihat pada Gambar 1. Pemurnian kromatografi filtrasi gel dengan menggunakan Sephadex G-100, menunjukkan terdapat 4 (empat) puncak yaitu puncak 1 pada fraksi ke 19, 20, 21; puncak 2 pada fraksi ke 26, 27, 28; puncak 3 pada fraksi ke 39, 40, 41; dan puncak 4 pada fraksi ke 51, 52, 53 dan 54. Peningkatan aktivitas inhibitor tripsin pada berbagai tahapan pemurnian disajikan pada Tabel 2.



Gambar 1. Pemurnian inhibitor tripsin menggunakan kromatografi filtrasi gel

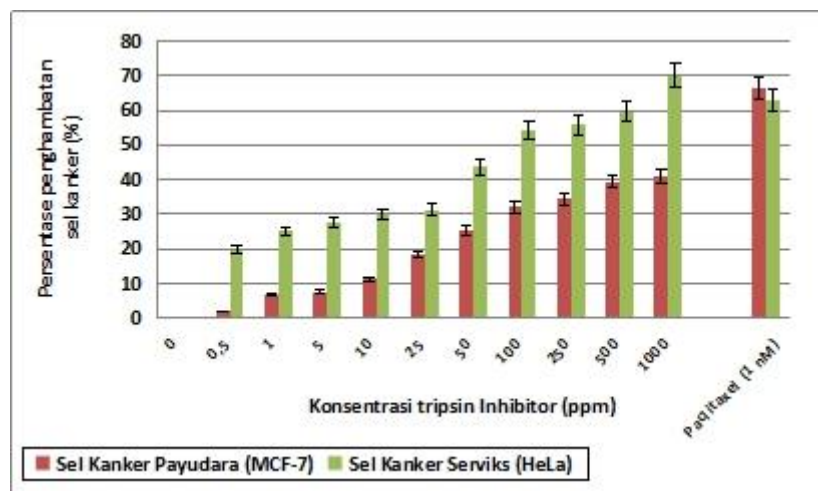
Tabel 2. Peningkatan aktivitas tripsin inhibitor pada berbagai tahapan pemurnian

Tahap pemurnian	Volume (mL)	Kadar protein (mg/mL)	Aktivitas inhibitor (U/mL)	Total protein (mg)	Total aktivitas (U)	Aktivitas spesifik (U/mg)	Kemurnian (%)	Kelipatan pemurnian (kali)
Ekstrak kasar	300	0,07	3,88	19,50	1163	59,66	100	1
Pengendapan dengan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	10	0,05	50,72	0,53	507	956,98	43,60	16,04
Kromatografi filtrasi gel	2	0,01	11,25	0,02	22,51	1250,33	1,93	20,96

Ekstrak kasar ranting sengon yang dihasilkan mempunyai aktivitas spesifik sebesar 59,66 U/mg. Ekstrak kasar selanjutnya diendapkan dengan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60 - 95 %. Endapan tersebut mempunyai aktivitas spesifik sebesar 956,98 U/mg dengan kelipatan pemurnian 16,04 kali. Tahap akhir endapan selanjutnya dimurnikan dengan Sephadex G-100 sehingga diperoleh aktivitas spesifik sebesar 1.250,33 U/mg dengan kelipatan pemurnian 20,96 kali. Hasil penelitian ini apabila dibandingkan dengan penelitian Nair et al. (2013) memurnikan inhibitor tripsin dari biji *Cicer arietinum* menggunakan sephadex G-100 memperoleh kelipatan kemurnian 57,1 kali dengan aktivitas spesifik 72,54 U/mg, maka tingkat kemurniannya lebih rendah tetapi aktivitas spesifiknya lebih tinggi. Sedangkan apabila dibandingkan dengan penelitian Dabdae et al. (2016) yang melaporkan bahwa inhibitor tripsin dari *Albizia amara* berhasil dimurnikan dengan kelipatan kemurnian 52,6 kali dan aktivitas inhibitor murni mempunyai aktivitas spesifik 21.445 U/mg, maka tingkat kemurnian dan aktivitas spesifik yang diperoleh lebih rendah.

Sitotoksitas Inhibitor Tripsin Sengon terhadap Daya Hambat Sel Kanker Payudara (MCF-7) dan Sel Kanker Serviks (HeLa)

Inhibitor tripsin hasil pemurnian dengan kromatografi filtrasi gel yang diuji sitotoksitas terhadap sel kanker MCF-7 dan sel HeLa adalah puncak kedua pada Gambar 1 (fraksi ke 26, 27 dan 28). Sitotoksitas tripsin inhibitor sengon terhadap sel MCF-7 dan sel HeLa dilakukan dengan metode uji MTT. Aktivitas sitotoksitas tripsin inhibitor sengon terhadap sel MCF-7 dan sel HeLa dilihat dari persentase penghambatan sel kanker atau kematian sel kanker. Persentase penghambatan sel MCF-7 dan sel HeLa dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan terlihat semakin tinggi konsentrasi tripsin inhibitor yang diberikan, semakin tinggi juga persentase penghambatan atau kematian sel MCF-7 dan sel HeLa. Pada setiap konsentrasi tripsin inhibitor, penghambatan pada sel HeLa lebih besar apabila dibandingkan dengan penghambatan pada sel MCF-7. Hal ini menunjukkan bahwa tripsin inhibitor sengon cukup efektif memberikan respon penghambatan terhadap sel HeLa daripada sel MCF-7.

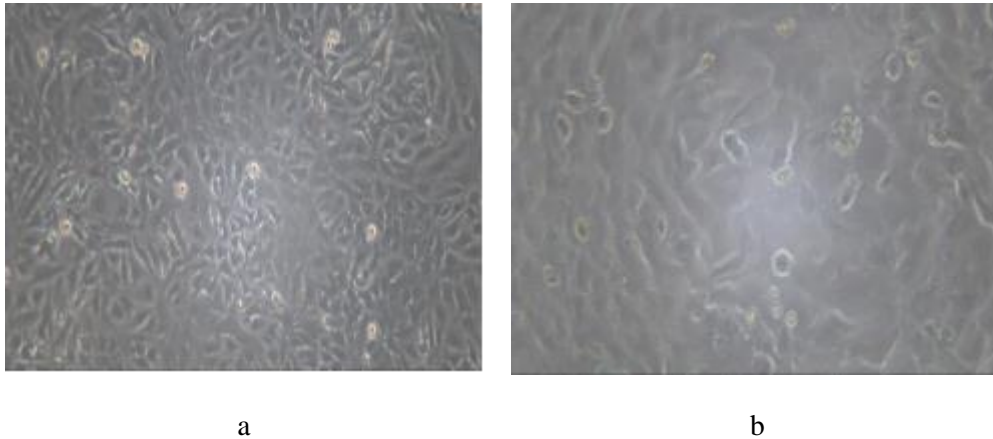


Gambar 2. Uji sitotoksitas inhibitor tripsin terhadap sel MCF-7 dan sel HeLa

Selain berfungsi untuk melihat persen penghambatan terhadap sel MCF-7 dan sel HeLa, uji sitotoksitas juga digunakan untuk menentukan nilai IC_{50} . Nilai IC_{50} menunjukkan konsentrasi inhibitor tripsin yang dibutuhkan untuk menginhibisi 50 % sel MCF-7 dan sel HeLa melalui pewarnaan pereaksi MTT. Aktivitas sitotoksitas semakin baik apabila nilai IC_{50} semakin rendah. Nilai IC_{50} pada sel HeLa adalah sebesar 79,81 ppm sedangkan nilai IC_{50} pada sel MCF-7 adalah sebesar 1.261,51 ppm. Berdasarkan nilai IC_{50} yang diperoleh, inhibitor tripsin sengon memiliki aktivitas sitotoksik yang tergolong toksik terhadap sel kanker serviks (sel HeLa), sedangkan terhadap sel kanker payudara (sel MCF-7) tidak toksik (Weerapreeyakul et al., 2012). Hasil penelitian yang diperoleh berbeda dengan penelitian Barla et al. (2016) yang melaporkan bahwa inhibitor tripsin dari *Citrullus lanatus* memiliki potensi sebagai antikanker terhadap sel kanker MCF-7 dengan nilai IC_{50} sebesar 60 ppm.

Dalam penelitian ini nilai IC_{50} inhibitor tripsin pada sel HeLa adalah sebesar 79,81 ppm, apabila dibandingkan dengan kontrol positif (paclitaxel) maka diperlukan konsentrasi sebesar 90.000 nM. Adapun konsentrasi paclitaxel dalam penelitian ini sebesar 1 nM sudah bisa mencapai lebih dari 50 % penghambatan sel kanker, sehingga apabila dibandingkan efektivitas aktivitas sitotoksik inhibitor tripsin dengan paclitaxel hanya sebesar 0,00001 %.

Pengamatan morfologi perubahan sel kanker setelah mendapat perlakuan tripsin inhibitor (Gambar 3) dilakukan pada sel kanker serviks (HeLa) karena mempunyai nilai IC_{50} lebih rendah daripada sel kanker payudara (MCF-7). Morfologi sel kanker HeLa berbentuk poligonal, memanjang, berkumpul, memiliki inti sel yang jelas dan berwarna bening keputihan (Gambar 3a). Sel HeLa yang telah mendapatkan perlakuan tripsin inhibitor (Gambar 3b) mengalami perubahan pada morfologi selnya, sebagian sel telah mengalami kerusakan yaitu menjadi lebih bulat berukuran kecil dengan kepadatan sel yang lebih rendah dibandingkan kontrol.



Gambar 3. Morfologi sel HeLa (a) tanpa perlakuan, (b) perlakuan dengan tripsin inhibitor

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa inhibitor tripsin dapat diisolasi dari kulit ranting sengon dan dimurnikan dengan kromatografi filtrasi gel menggunakan sephadex G-100 dengan diperoleh aktivitas spesifik sebesar 1.250,33 U/mg dengan kelipatan pemurnian 20,96 kali. Inhibitor tripsin yang diperoleh kulit ranting sengon memiliki sitotoksitas terhadap sel kanker serviks dengan nilai IC_{50} sebesar 79,81 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Institut Teknologi Bandung sebagai sponsor dalam program riset ITB tahun 2019 skema penelitian peningkatan kapasitas dengan nomor kontrak 474/I1.C02.2/KU/ 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Barla, S., Kaladhar, D. S. & Rao, N. (2016). *In vitro* Antifungal and Antiproliferative Evaluation of a Trypsin Inhibitor from Testa of *Citrullus lanatus* Linn. *Int. J. Life. Sci. Scienti. Res.* 2(2): 78 – 87.
- Castro-Guillén, J. L., Garcia-Gasca, T. & Blanco-Labra, A. (2010). Chapter V. Protease Inhibitors as Anticancer Agents. In: *New Approaches in the Treatment of Cancer*. V. C. Mejia Vazquez & S. Navarro (Eds.). Nova Science Publishers, 91 – 124, ISBN 978-1-61728-304-9.
- Chaveli-López, B. (2014). Oral toxicity produced by chemotherapy: A systematic review. *J. Clin. Exp. Dent.* 6(1): 81 – 90, doi:10.4317/jced.51337.
- Dabhade, A. R., Mokashe, N. U. & Patil, U. K. (2016). Purification, characterization, and antimicrobial activity of nontoxic trypsin inhibitor from *Albizia amara* Boiv. *Process Biochemistry.* 51(5): 659 – 674.
- Dibyendu, D. M. (2013). Recent updates on pharmaceutical potential of plant protease inhibitors. *International Journal of Medicine and Pharmaceutical Science.* 3(4): 101 – 120.
- Garcia, V. A., Freire, M. G., Novello, J. C., Marangoni, S. & Macedo, M. L. (2004). Trypsin inhibitor from *Poecilanthe parviflora* seeds: Purification, characterization, and activity against pest proteases. *Protein J.* 23(5): 343 – 350.
- Greenwell, M. & Rahman, P. K. S. M. (2015). Medicinal Plants: Their Use in Anticancer Treatment. *Int. J. Pharm. Sci. Res.* 6(10): 4103 – 4112.
- Ho, V. S. M. & Ng, T. B. (2008). A Bowman-Birk trypsin inhibitor with antiproliferative activity from Hokkaido large black soybeans. *J. Peptide Sci.* 14(3): 278 – 282.
- Kabir, S. R., Zubair, M. A., Nurujjaman, M., Haque, M. A., Hasan, I., Islam, M. F. & Absar, N. (2011). Purification and characterization of a Ca^{2+} dependent novel lectin from *Nymphaea nouchali* tuber with antiproliferative activities. *Bioscience reports.* 31(6): 465 – 475.
- Lanza, A., Tava, A., Catalano, M., Ragona, L., Singuaroli, I., Robustelli, D. C. F. & Robustelli, D. C. G. (2004). Effects of the *Medicago scutellata* trypsin inhibitor (msti) on cisplatin-induced cytotoxicity in human breast and cervical cancer cells. *Anticancer Res.* 24(1): 227 – 233.

- Nair, M., Sandhu, S. S. & Babbar, A. (2013). Purification of trypsin inhibitor from seeds of *Cicer arietinum* (L.) and its insecticidal potential against *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Theoretical and Experimental Plant Physiology*. 25(2): 137 – 148.
- Ng, T. B., Lam, S. K. & Fong, W. P. (2003): A homodimeric sporamin-type trypsin inhibitor with antiproliferative, hiv reverse transcriptase-inhibitory and antifungal activities from wampee (*Clausena lansium*) seeds. *Biol. Chem.* 384(2): 289 – 293.
- Nurhayati, T., Chasanah, E., & Bahri, S. (2013). Potensi inhibitor katepsin dari dua spesies dan satu hibrid kulit ikan patin dalam menghambat aktivitas katepsin ikan patin siam. *JPB Perikanan* 8(2): 93 – 102.
- Puxbaum, V. & Mach, L. (2009). Proteinases and their inhibitors in liver cancer. *World Journal of Hepatology*. 31(1): 28 – 34.
- Schimoler-O'Rourke, R., M. Richardson & Sellitrennikoff, C. P. (2001). Zeamatin inhibits trypsin and α -amylase activities. *Appl. Environ. Microbiol.* 67(5): 2365 – 2366.
- Telang, M., Srinivasan, A., Patankar, A., Harsulkar, A., Joshi, V., Damle, A., Deshpande, V., Sainani, M., Ranjekar, P. & Gupta, G. (2003). Bitter gourd proteinase inhibitors: Potential growth inhibitors of *helicoverpa armigera* and *spodoptera litura*. *Phytochemistry*. 63(6): 643 – 652.
- Torre, L.A., Bray, F., Siegel, R. L., Ferlay, J., Lortet-tieulent, J. & Jemal, A. (2015). Global Cancer Statistics. *CA a cancer J. Clin.* 65(2): 87 – 108.
- Weerapreeyakul, N., Nonpunya, A., Barusrux, S., Thitimetharoch, T. & Sripanidkulchai, B. (2012). Evaluation of the anticancer potential of six herbs against a hepatoma cell line. *Chinese Medicine*. 7(15): 1 – 7.
- WHO. (2014). Cancer Mortality Profile: Indonesia [WWW Document]. World Heal. Organ. URL, data diperoleh melalui situs internet: http://www.who.int/cancer/country-profiles/idn_en.pdf. Diunduh pada tanggal 31 Mei 2016.

KEMAMPUAN *Pseudomonas* sp. DAN *Bacillus* spp. DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN IN-VITRO *Rhizoctonia solani*

Wawan, Alina Akhdiya*

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian,
Bogor 16111, Telp. 0251 8337975/fax. 0251 8338820
e-mail: *alinakhdiya@pertanian.go.id

Abstrak. *Rhizoctonia solani* adalah fungi fitopatogenik yang agresif dan memiliki persistensi sangat tinggi di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji secara in-vitro potensi isolat *Pseudomonas* sp. B1 serta *Bacillus* sp. G03 dan Gb5 dalam mengendalikan fitopatogen tersebut. Uji penghambatan pertumbuhan fitopatogen dilakukan dengan teknik uji antagonis dan penghambatan pertumbuhan miselia yang tumbuh dari sklerotium *R. solani* dalam media cair. Aktivitas kitinolitik, glukanolitik, selulolitik, dan proteolitik ketiga isolat bakteri diuji menggunakan media NA yang mengandung substrat yang sesuai untuk enzim-enzim hidrolitik tersebut. Isolat *Bacillus* sp. Gb5 menunjukkan antagonisme terhadap *R. solani* paling kuat (IP:1.0) dibandingkan *Bacillus* sp. G03 dan *Pseudomonas* sp. B1, sedangkan penghambatan pertumbuhan miselia dari sklerotium yang paling kuat ditunjukkan oleh *Pseudomonas* sp. B1 (60%). Ketiga bakteri tersebut menunjukkan aktivitas kitinolitik, selulolitik, dan proteolitik, sedangkan aktivitas β 1,3-glukanolitik hanya terdeteksi pada *Bacillus* sp. Gb5 dan *Pseudomonas* sp. B1. Hasil uji respon hipersensitif pada tanaman tembakau dan aktivitas hemolitik negatif sehingga ketiganya berpotensi sebagai agen biokontrol untuk *R. solani*, namun diperlukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan biokontrolnya di rumah kaca dan lapangan.

Kata Kunci: *R. solani*, *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., biokontrol, antagonisme, kitinase, β 1,3-glukanase, selulase

PENDAHULUAN

Rhizoctonia solani merupakan patogen tular tanah penyebab utama penyakit damping off, busuk akar, dan kanker batang pada berbagai tanaman budidaya (Drizou et al. 2017). Fungi fitopatogenik ini memiliki daya adaptasi yang tinggi, terdiri dari banyak galur, kisaran inang yang luas, mampu bertahan hidup lama di dalam tanah. Fitopatogen ini dapat bertahan di tanah selama beberapa tahun tanpa keberadaan tanaman inang karena kemampuannya untuk hidup sebagai saprofit pada serasah tanaman serta adanya struktur sklerotium. Sklerotia atau miselia yang berada di tanah atau serasah tanaman menjadi sumber inokulum yang dapat menyerang berbagai jenis tumbuhan seperti: padi (Srivastava et al., 2016), sawi (Motisi et al. 2009), kapas (Erdogan et al. 2016), jagung (Rajput et al., 2016).

Pseudomonas, *Bacillus*, dan *Streptomyces* merupakan 3 genus bakteri penting pada komunitas bakteri tanah. Terkait dengan karakternya, keberadaan dan kelimpahan anggota kedua genus bakteri tersebut berhubungan dengan status kesehatan tanah (Choudhary & Sindhu 2015). Mekanisme biokontrol oleh bakteri berlangsung antara lain melalui kompetisi kolonisasi relung ekologi yang sama dengan patogen dan produksi senyawa-senyawa allelokimia diantaranya antibiotik, *biocidal volatiles*, enzim-enzim hidrolitik, siderofor, atau senyawa pendetoksifikasi (Compant et al., 2005, Francis et al., 2010). Beberapa jenis bakteri PGP juga menunjukkan aktivitas hiperparasit terhadap fungi fitopatogenik dengan cara memproduksi enzim-enzim pelisis dinding sel fungi seperti kitinase, selulolitik, glukanolitik, dan proteolitik. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan penghambatan *Pseudomonas* sp B1., *Bacillus* sp. G03, dan *Bacillus* sp. Gb5 terhadap pertumbuhan fungi fitopatogenik *Rhizoctonia solani* serta aktivitas hidrolitiknya.

BAHAN DAN METODE

Peremajaan dan Pengkulturan Bakteri

Isolat *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* B1 ditumbuhkan dan diremajakan pada media NA, sedangkan untuk *Rhizoctonia solani* ditumbuhkan pada media PDA. Semua mikroorganisme tersebut ditumbuhkan pada suhu ruang 29-31° C.

Uji Antagonisme terhadap *Rhizoctonia solani* menggunakan metode Dual Culture

Isolat *Pseudomonas* B1, *Bacillus* sp. G03, dan *Bacillus* sp. Gb5 digores lurus sepanjang 3 cm berhadapan dalam satu cawan dengan inokulum *R.solani* berdiameter 0.8 cm yang diletakkan di tengah cawan. Jarak antara *R.solani* dan bakteri uji sejauh 2 cm (Anjaiah et.al 1998). Cawan-cawan tersebut kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama kurang lebih 3 sampai 5 hari dan diamati ada tidaknya aktifitas penghambatan terhadap pertumbuhan cendawan *Rhizoctonia solani* oleh ketiga bakteri yang diuji. Penghambatan pertumbuhan radial cendawan oleh bakteri dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Penghambatan pertumbuhan} = 1 - (a/b)$$

Keterangan: a = Jari-jari koloni *R.solani* kearah isolat bakteri.

b = Jari-jari koloni *R.solani* pada sisi tanpa bakteri.

Uji Penghambatan Perkecambahan Sklerotia

Masing-masing bakteri ditumbuhkan pada media NB lalu diinkubasi pada suhu ruang (29-31°C) selama tiga hari sambil dikocok menggunakan shaker pada kecepatan 80 rpm. Kultur diambil sebanyak 3 ml dan dibagi ke dalam tiga tabung eppendorf masing-masing 1 ml. Sisa kultur masing-masing disentrifugasi dan supernatannya diambil 3 ml lalu dibagi ke dalam 3 tabung eppendorf masing-masing 1 ml. Ke dalam masing-masing eppendorf tadi dimasukkan sklerotium *R.solani* yang telah ditimbang lalu diinkubasi selama lima belas hari. Sebagai pembanding, sklerotium ditumbuhkan dalam medium NB, Setelah diinkubasi selama lima belas hari, pertumbuhan miselium pada masing-masing perlakuan diamati dan ditimbang berat kering biomassanya pada akhir pengamatan.

Uji Aktivitas Enzim Hidrolitik

Uji aktivitas enzim kitinolitik, proteolitik, dan selulolitik dilakukan pada media 25% NA yang mengandung substrat yang sesuai. Media untuk uji kitinolitik mengandung 15 (v/v) koloidal kitin, media untuk uji selulolitik mengandung 1% (w/v) CMC, dan media untuk uji proteolitik mengandung 1% (w/v) susu skim. Aktivitas β -1,3-glukanase diuji menggunakan metode sebagaimana dipublikasikan oleh Veena *et al.* (2011) yang dimodifikasi dengan mengganti komponen Agar MRS dan R2A dengan 25% NA. Ketiga bakteri masing-masing diinokulasikan pada permukaan media uji. Media yang telah diinokulasi tersebut diinkubasi selama tujuh hari dan diamati ada tidaknya zona hidrolitik disekitar koloni. Aktivitas selulolitik tandai dengan munculnya zona bening setelah penambahan *kongo red* dan NaCl 1 M pada cawan uji. Aktivitas β -1,3-glukanase ditandai dengan terbentuknya zona berwarna coklat muda sampai coklat kehitaman disekitar koloni.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji antagonisme yang dilakukan menunjukkan penghambatan pertumbuhan *R.solani* yang kuat oleh *Bacillus* sp. Gb5 dengan nilai indeks penghambatan (IP) sebesar 1.0 (Gamba1 dan Tabel 1). Sedangkan penghambatan oleh *Bacillus* sp. G03 dan *Pseudomonas* sp. B1 sangat lemah karena miselia *R.solani* masih bisa tumbuh mendekati batas koloni kedua bakteri tersebut. Nilai IP dipengaruhi oleh konsentrasi dan efektivitas serta ragam senyawa penghambat fungi yang diekskresikan oleh sel-sel bakteri dan didifusikan ke sekitar koloni.

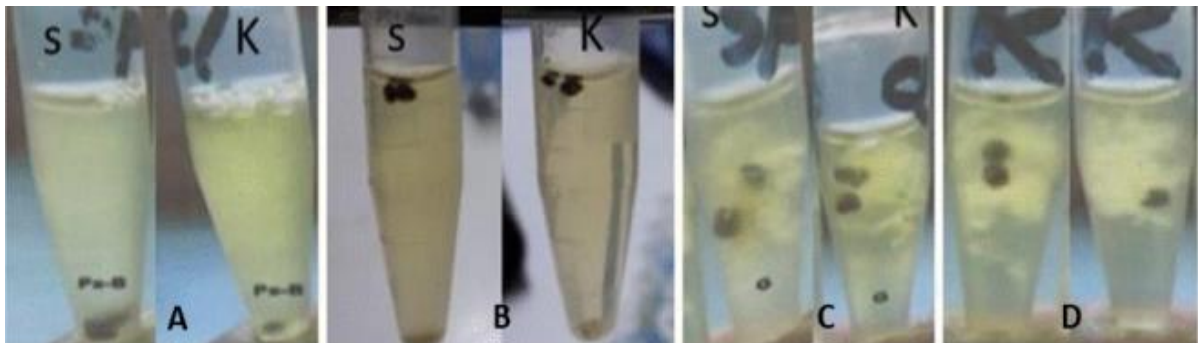


Gambar 1. Antagonisme *Bacillus* sp. Gb5 terhadap *R.solani*.

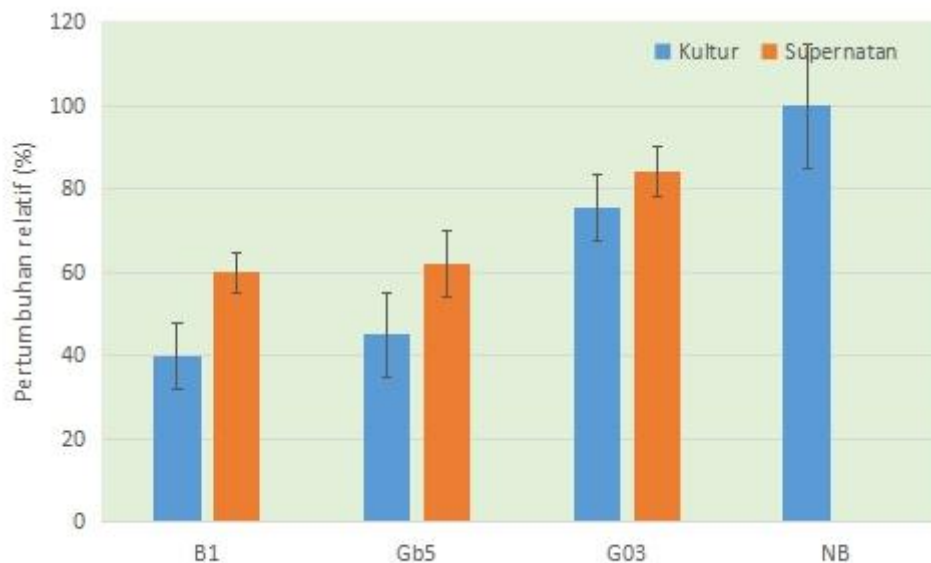
Tabel 1. Nilai Indeks Penghambatan bakteri terhadap cendawan *Rhizoctonia solani*.

Isolat	IP ± SE
<i>Bacillus</i> sp. G03	0.36 ± 0.05
<i>Bacillus</i> sp. Gb5	1.00 ± 0.15
<i>Pseudomonas</i> sp. B1	0.54 ± 0.05

Sklerotia merupakan struktur dorman berupa lilitan miselia yang membentuk lapisan tebal, mampu terapung serta bertahan hidup di air (Ceresini 1999). Sklerotia yang terbawa air dapat menjadi sumber inokulum dan pada tempat yang sesuai akan tumbuh dan membentuk hifa yang dapat menginfeksi tanaman. Uji penghambatan perkecambahan sklerotia menunjukkan rendahnya peningkatan biomassa *R.solani* pada sklerotia yang ditumbuhkan dalam supernatan dan kultur *Pseudomonas* sp. B1. Secara visual juga terlihat perkembangan miselia dari sklerotia tersebut sangat terhambat dibandingkan dengan sklerotia yang ditumbuhkan dalam supernatan dan kultur dua bakteri lainnya (Gambar 2 dan 3). Ini membuktikan bahwa *Pseudomonas* sp. B1 memiliki daya hambat yang kuat terhadap *R.solani*. Antagonisme suatu mikroba terhadap mikroba lainnya dapat disebabkan oleh produksi metabolit sekunder yang bersifat antimikroba (Saga dan Yamaguchi 2009, Tracanna et. al. 2017).

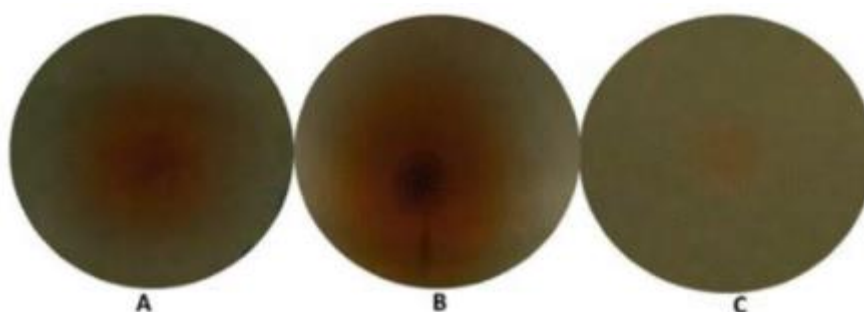


Gambar 2. Pertumbuhan miselia dari sklerotia *R.solani* dalam supernatan kultur (S) dan kultur (K) *Pseudomonas* sp. B1 (A), *Bacillus* Gb5 (B), dan *Bacillus* sp G03 (C), dan NB (D).

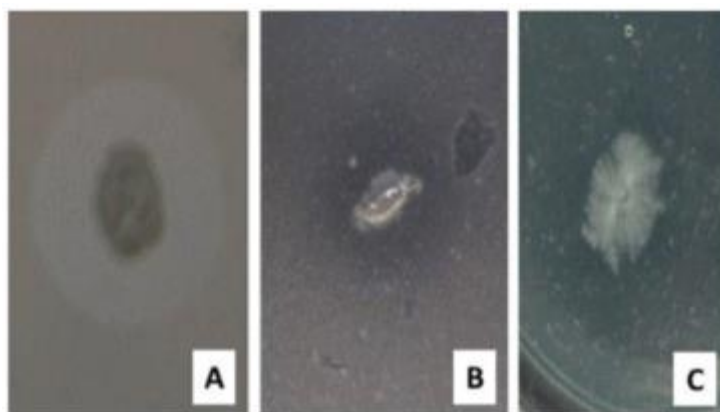


Gambar 3. Berat kering biomassa *R.solani* yang tumbuh dalam kultur, supernatan kultur, dan NB.

Metabolit sekunder seperti 2,4-diacetylphloroglucinol dan pirolnitrin, pioluteorin, serta fenazin adalah antibiotik yang dihasilkan *Pseudomonas* (Yang et al. 2011). Umumnya *Pseudomonas* sp. juga menghasilkan hidrogen sianida (Reetha et al. 2014), serta senyawa berberat molekul rendah yang disebut siderofor (Lujan et al. 2015). Sedangkan *Bacillus* spp. dikenal mampu memproduksi berbagai senyawa antimikrob dari kelompok antibiotik serta berbagai bakteriosin yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain (Compant et al. 2005, Tracanna et al. 2017). Bakteriosin adalah senyawa antimikrob yang terdiri atas polipeptida, protein, atau senyawa mirip protein yang disintesis di ribosom dan biasanya hanya menghambat galur-galur bakteri yang berkerabat dekat dengan bakteri penghasil bakteriosin tersebut (Tracanna et al. 2017). Salah satu peptida antifungi yang dihasilkan oleh bakteri adalah iturin (Jin et al. 2015).



Gambar 4. Deteksi aktivitas β -1,3-glukanase disekitar koloni, *Pseudomonas* sp. B1 (A), *Bacillus* Gb5 (B) dan *Bacillus* sp G03 (C)



Gambar 5. Aktivitas kitinolitik *Pseudomonas* sp. B1 (A), *Bacillus* Gb5 (B), dan *Bacillus* sp G03 (C) pada media agar kitin

Glukan dan kitin adalah komponen penyusun dinding sel fungi. Terdapat 2 jenis glukan pada fungi, yaitu α -glukan dan β -glukan. Jenis β -glukan yang paling banyak terdapat pada dinding sel fungi adalah β 1,3-glukan (sekitar 65% hingga 90% dari total β -glukan yang ada pada dinding sel fungi). Sedangkan β -1,6-glukan hanya ditemukan pada beberapa Oomycetes dari genus *Phytophthora* dan *Phytium* (Fesel dan Zuccaro, 2016). Antagonisme bakteri terhadap fungi juga dapat disebabkan oleh aktivitas enzim hidrolitik seperti kitinase, selulase, dan β -1,3 glukanase. Uji aktivitas β -1,3-glukanase yang dilakukan pada media NA mengandung eskulin dan FeCl_3 menunjukkan terbentuknya zona berwarna coklat yang sangat jelas di sekitar koloni *Pseudomonas* sp. B1 dan *Bacillus* sp. Gb5. Warna coklat tersebut terbentuk karena aktivitas β -1,3-glukanase yang menghidrolisis eskulin menjadi glukosa dan eskuletin (*6,7-dihydroxycoumarin*). Eskuletin yang bereaksi dengan Fe^{3+} dari FeCl_3 menghasilkan senyawa dengan warna oranye kecoklatan (Saqib dan Whitney, 2006). Berbeda dengan koloni *Pseudomonas* sp. B1 dan *Bacillus* sp. Gb5 yang tumbuh dengan subur dan dikelilingi zona berwarna coklat, pertumbuhan koloni *Bacillus* sp. G03 pada media tersebut sangat lambat dan tidak terdapat zona berwarna coklat di sekelilingnya (Gambar 4). Hal itu mengindikasikan bahwa *Bacillus* sp. G03 tidak mengeksekresikan β -1,3 glukanase.

Hasil uji kualitatif aktivitas kitinolitik dan proteolitik menunjukkan bahwa ketiga bakteri tersebut juga memproduksi kitinase, dan protease ekstrak. Zona jernih di sekitar koloni *Pseudomonas* sp. B1 dan *Bacillus* sp. Gb5 pada media NA + kitin yang relatif lebih besar dari pada zona yang terbentuk disekitar koloni *Bacillus* G03 mengindikasikan bahwa aktivitas kitinolitik kedua bakteri ini lebih tinggi dibandingkan dengan *Bacillus* G03 (Gambar 5). Walaupun sangat lemah, aktivitas selulolitik juga terdeteksi di bawah koloni ketiga bakteri yang diuji. Aktivitas kitinase, selulase, dan β -1,3 glukanase berkontribusi dalam aktivitas antifungi suatu bakteri (Veliz et al. 2017, Veena et al. 2011). Induksi peningkatan aktivitas β -1,3-glukanase mikroba tanah terbukti mampu menurunkan total biomasa soil borne fungi (Chen et al. 2015). Sebagai fitopatogen, *R. solani* juga memproduksi berbagai protein enzim yang berguna untuk mendapatkan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhannya melalui degradasi dinding sel inang ataupun substrat tempat tumbuhnya (Xue et. al. 2018). Degradasi enzim hidrolitik *R. solani* oleh protease yang dieksekresikan ketiga bakteri dapat mengakibatkan terhambatnya penyerapan nutrisi bagi fungi fitopatogenik ini. Selain peran enzim-enzim hidrolitik yang dihasilkan, kemampuan *Pseudomonas* sp. B1, *Bacillus* Gb5, dan *Bacillus* sp. G03 dalam menghambat pertumbuhan in-vitro *R.solani* diduga juga dipengaruhi oleh sinergi dari senyawa antimikroba yang dieksekresikannya.

KESIMPULAN

Pseudomonas sp. B1, *Bacillus* Gb5, dan *Bacillus* sp G03 memiliki karakter yang mendukung pengembangannya sebagai sebagai agen pengendali *R.solani*. Diperlukan telaah in-vitro lebih lanjut serta pengujian untuk mengetahui kemampuan pengendaliannya terhadap *R.solani* secara in-planta di rumah kaca dan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ceresini, P. (1999). *Rhizoctonia solani*, Pathogen Profile as One of the Requirements of the Course. *Soilborne Plant Pathogens*. NC. State University.
- Choudhory, S. R & Sindhu, S. S. (2015). Suppression of Rhizoctonia Solani Root Rot Disease of Clusterbean (*Cyamopsis tetragonoloba*) and Plant Growth Promotion by Rhizosphere Bacteria. *Plant Pathol J.* 14 (2): 48-57.
- Chen, Y., Xu, H., Zhou, M., Wang, Y., Wang, S. & Zhang J. (2015). Salecan enhances the activities of β -1,3-glucanase and decreases the biomass of soil-borne fungi. *PLOS One.*, 6: 1-13.
- Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement., C. & Barka, E. A. (2005). Use of Plant Growth Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanisms of action, and future prospects. *Appl Environ Microbiol.* 71: 4951-4959.
- Erdogan, O., Bolekb, Y. & Gore, M. E. (2016). Biological Control of Cotton Seedling Diseases by Fluorescent Pseudomonas spp. *Journal of Agricultural Sciences.* 22: 398-407
- Drizou, F., Graham, N. S., Bruce, T. J. A. & Ray, R. V. (2017). Development of High-Throughput Methods to Screen Disease Caused by *Rhizoctonia solani* AG 2-1 in oilseed rape. *Plant Methods.* 30: 13:45.
- Fesel P. & Zuccaro A. (2016). β -glukan: Crucial Component of The Fungal Cell Wall and Elusive MAMP in Plants. *Fungal Genetics and Biology.* 90: 53-60.
- Francis, I., Holsters, M. & Vereecke, D. (2010). The Gram-positive Side of Plant Microbe Interactions. *Environ Microbiol.* 12(1):1-12
- Jin H., Li, K., Niu, Y., Guo, M., Hu, C., Chen, S. & Huang, F. (2015). Continuous Enhancement of Iturin A Production by Bacillus Subtilis With A Stepwise Two-Stage Glucose Feeding Strategy. *BMC Biotechnology.* 15:53.
- Lujan, A. M., Gomez, P. & Buckling A. (2015). Siderophore cooperation of the bacterium Pseudomonas fluorescens in soil. *Biology Letters.* 11: 20140934
- Motisia, N., Montforta, F., Doré, T., Romillaca, N. & Lucasa, P. (2009). Duration of control of two soilborne pathogens following incorporation of above- and below-ground residues of Brassica juncea into soil. *Plant Pathology.* (58): 470-478.
- Rajput, L. S., Harlapur, S. I., Venkatesh, I., Aggarwal, S. K. & Choudhart, M. (2016). In vitro study of botanicals and biocontrol agent against Rhizoctonia solani f. Sp. Sasakii causing banded leaf and sheath blight of maize. *International Journal of Agriculture Sciences.* 8(53): 2777-2779
- Reetha, G. A. K., Pavani, S. L. & Mohan S. (2014). Hydrogen Cyanide Production Ability by Bacterial Antagonist and Their Antibiotics Inhibition Potential on Macrophomina Phaseolina (Tassi.). *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 3(5): 172-178
- Saga, T. & Yamaguchi, K. (2009). History of Antimicrobial Agents and Resistant Bacteria. *JMAJ.* 52(2): 103-108
- Srivastava, S., Bist, V., Srivastava, S., Singh, P. C., Trivedi, P. K., Asif, M. H., Chauhan, P. S. & Nautiyal, C. S. (2016). Unraveling Aspects of Bacillus amyloliquefaciens Mediated Enhanced Production of Rice under Biotic Stress of Rhizoctonia solani. *Front. Plant. Sci.*
- Tracanna, V., de Jong, A., Medema, M. H. & Kuipers, O. P. (2017). Mining prokaryotes for antimicrobial compounds: from diversity to function. *FEMS Microbiology Reviews.* 41: 417-429
- Veliz, E. A., Martínez-Hidalgo, P. & Hirsch, A. M. (2017). Chitinase-producing bacteria and their role in biocontrol. *AIMS Microbiology.* 3(3): 689-705.
- Veena, V., Poornima, P., Parvatham, R., Sivapriyadharsini &, Kalaiselvi, K. (2011). Isolation and characterization of β -glucosidase producing bacteria from different sources. *African Journal of Biotechnology.* 10(66): 14907-14912
- Xue, C. Y., Zhou, R. J., Li, Y. J., Xiao, D. & Fu, J. F. (2018). Cell-wall-degrading enzymes produced in vitro and in vivo by Rhizoctonia solani, the causative fungus of peanut sheath blight. *Peer J.* 6
- Yang, M. M., Mavrodi, D. V., Mavrodi, O. V., Bonsall, R.F., Parejko, J. A., Paulitz, T. C., Thomashow, L. S., Yang, H. Y., Weller, D. M. & Guo, J. H. (2011). Biological control of take-all by fluorescent Pseudomonas spp. from Chinese wheat fields. *Biological control.* 101 (12): 1481-1491

PENGARUH LINGKUNGAN BIOFISIK KANDANG PETERNAKAN SAPI TRADISIONAL TERHADAP CEMARAN BAKTERI COLI DALAM AIR SUMUR

Nanik Nufiani*¹, Muhajir Utomo*², Samsul Bakri*³, Farida Fathul*⁴

*^{1,3} Jurusan Kehutanan dan Magister Ilmu Lingkungan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*² Dosen Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*⁴ Dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

email: *¹naniknufiani@gmail.com, *²mutomo2011@gmail.com, *³samsul.bakri442@gmail.com,

Abstrak. Berkembangnya usaha-usaha peternakan sapi rakyat selain memberikan dampak positif terhadap perekonomian rakyat tetapi juga dapat menimbulkan dampak negatif yang akut terhadap lingkungan terutama pada sanitasi dan kesehatan masyarakat mengingat umumnya usaha peternakan rakyat menyatu dengan tempat tinggal. Limbah ternak sapi (kotoran sapi) memiliki kandungan bahan organik dan nitrogen dalam jumlah yang cukup tinggi, selain itu limbah ternak sapi juga mengandung fosfat, sulfur dan unsur-unsur lain serta secara bakteriologis limbah ternak sapi pada umumnya mengandung bakteri Coli atau Coliform yang anggotanya dapat menyebabkan terjangkitnya penyakit diare. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pencemaran bakteri Coli pada air sumur di lingkungan petani yang memelihara sapi secara konvensional (peternak rakyat) di daerah Kecamatan Natar dan Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan. Melalui analisis regresi linear, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jarak kandang terhadap sumur, jumlah ternak dan posisi sumur di bawah kandang merupakan faktor-faktor yang signifikan yang berpengaruh terhadap jumlah bakteri Coli dengan P-value 0.000, 0.003 dan 0.079.

Kata kunci: limbah ternak sapi, coliform

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Meningkatnya jumlah penduduk dan perekonomian Indonesia dalam beberapa dekade terakhir menyebabkan pesatnya peningkatan akan protein hewani yang salah satu sumber utamanya berasal dari daging sapi. Konsumsi daging sapi Indonesia pada tahun 2014 masih rendah yaitu sekitar 2,2 kg/tahun, jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan Negara tetangga seperti Malaysia dan Singapura yang mencapai 15 kg/tahun (Dyah, 2015). Namun demikian, meski tingkat konsumsi daging sapi Indonesia masih rendah, kebutuhan daging sapi nasional cukup tinggi karena populasi penduduknya yang besar. Dari kebutuhan daging sapi nasional tahun 2014 sebesar 3,1 juta ekor, hanya 2,3 juta ekor yang dapat disediakan dari dalam negeri atau sekitar 74,19%, dan pada tahun 2015 diprediksi meningkat (Handoyo, 2014).

Peternakan sapi rakyat akan mengalami pertumbuhan yang pesat sejalan dengan kebutuhan akan daging yang terus meningkat bahkan selalu import. Usaha ini akan pesat mengingat keuntungan usaha ternak sapi jauh lebih tinggi dibandingkan dengan usaha pertanian lainnya yang memerlukan luasan lahan yang relatif luas seperti tanaman pangan dan perkebunan. Berkembangnya usaha-usaha peternakan sapi rakyat selain memberikan dampak positif terhadap perekonomian rakyat tetapi juga dapat menimbulkan dampak negatif yang akut terhadap lingkungan terutama pada sanitasi dan kesehatan masyarakat mengingat umumnya usaha peternakan rakyat menyatu dengan tempat tinggal.

Permasalahan yang biasa dijumpai pada usaha peternakan sapi rakyat adalah lokasi atau letak kandang yang terlalu dekat dengan rumah dan sumur, sehingga limbah yang dihasilkan oleh ternak sapi dapat mempengaruhi atau mencemari kualitas air sumur, selain baunya yang mencemari lingkungan pemukiman. Menurut Mahendra (2014), jarak kandang dari rumah dan sumur seharusnya minimal 10 meter, agar cukup aman dari pencemaran. Namun fakta di lapangan banyak kandang sapi yang jaraknya kurang dari 10 meter, sehingga diprediksi akan menimbulkan pencemaran lingkungan dan mempengaruhi kualitas air sumur. Kasus pencemaran air sumur akibat jarak kandang yang terlalu dekat (5 – 6 m) pernah terjadi di Desa Pakisan, Kecamatan Cawas, Kabupaten Klaten pada tahun 2011

yang mengakibatkan 27 orang terkena muntaber (Soloraya Online, 2011). Di negara berpenghasilan rendah dan menengah, diperkirakan 700.000 anak di bawah usia lima tahun meninggal karena gastroenteritis setiap tahun (Fuhrmeister et al., 2015; Walker et al., 2013).

Limbah ternak sapi terdiri dari limbah padat dan cair. Limbah padat berasal dari kotoran (feces) dan sisa-sisa pakan, sementara limbah cair berasal dari air seni sapi dan *effluent* (air yang mengalir dari limbah padat). Limbah cair ternak sapi tersebut akan langsung meresap ke dalam tubuh tanah atau akan mengalir di permukaan tanah yang selanjutnya juga akan meresap ke dalam tanah. Setelah meresap dan masuk ke dalam tubuh tanah, limbah cair ternak sapi akan mengalir secara vertikal dan juga secara horizontal melalui pergerakan air secara lateral yang selanjutnya dapat memasuki dan mencemari air sumur.

Limbah ternak sapi memiliki massa dan volume yang besar, sehingga sangat berpotensi untuk mencemari air sumur bila letak kandang dekat dengan letak sumur. Setiap ekor sapi atau kerbau dewasa menghasilkan limbah kotoran atau feses segar 12,50–23,50 kg/hari (Meilinda, 2014). Menurut FAO (2014), untuk sapi yang berbobot 500 kg akan menghasilkan limbah (kotoran) sekitar 35 kg setiap harinya. Sementara menurut Fischer (1998), untuk sapi perah berbobot 450 kg rata-rata menghasilkan kotoran sebesar 36,9 kg. Jika petani memelihara 4 ekor sapi maka setiap harinya akan dihasilkan limbah kotoran sapi minimal 50 kg. Kotoran sapi atau pupuk kandang telah dilaporkan mengandung berbagai mikroorganisme patogen, yang dapat dilepaskan ke lingkungan dalam jumlah besar (Harvey et al., 1989; Jamieson et al., 2002; Reddy et al., 1981; Unc. Et al., 2003). Minimnya pengelolaan limbah, pembuangan limbah dekat kandang dan sumur, serta akumulasi limbah dalam jangka yang cukup lama akan meningkatkan potensi terjadinya pencemaran air sumur.

Kualitas air dangkal (sumur) sebagian besar ditentukan oleh pencemaran kotoran manusia dan hewan (Prüss-Üstün et al., 2008; Stuart et al., 2009; Graham and Polizzotto, 2013; Fuhrmeister et al., 2015; Schriewer et al., 2015). Pencemaran air sumur oleh limbah ternak sapi akan menyebabkan terjadinya perubahan bau dan rasa akibat meningkatnya kandungan *Total Dissolved Solid* (TDS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), nitrogen (nitrit, nitrat), fosfat dan sulfur. Selain itu, secara mikrobiologis bahan pencemar lain yang berbahaya adalah bakteri *e. coli* yang termasuk dalam bakteri *Coliform*, karena dapat menyebabkan diare pada manusia. Saat ini, penyakit diare tetap menjadi masalah kesehatan masyarakat utama di negara-negara berkembang, dan daerah-daerah dengan sumber daya keuangan terendah dan fasilitas kebersihan termiskin adalah yang paling terpengaruh (Cabral, 2010).

Belum ditemukan peneliti yang mempublikasikan hasil penelitian tentang dampak peternakan rakyat terhadap cemaran sumur khususnya berkaitan dengan *Coliform* apalagi yang dikaitkan dengan karakter bio-fisik lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pencemaran bakteri *Coliform* pada air sumur di lingkungan petani yang memelihara sapi secara konvensional (peternak rakyat) di daerah Kecamatan Natar dan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di lingkungan peternak sapi tradisional di Kecamatan Natar dan Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, pada Bulan Februari hingga Maret tahun 2019.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol untuk mengambil air sampel yang diberi pemberat, botol sampel ukuran 100 ml, aquadestilata, tali tambang, kertas label, lilin, korek api, alkohol, pH tester, thermos, thermometer, pita ukur (meteran) dan kuesioner.

Prosedur Penelitian

Persiapan

Persiapan penelitian dilakukan dari mencari informasi tentang peternak sapi rakyat di Kecamatan Natar dan Kecamatan Jati Agung dari UPT Puskesmas Kecamatan Natar dan Kecamatan Jati Agung. Penentuan lokasi di kedua kecamatan tersebut didasarkan pada perbedaan karakteristik

tanah sebagai akibat dari perbedaan batuan induk pembentuk tanah. Kecamatan Natar ditetapkan dua Desa, yaitu Desa Muara Putih dan Desa Rulung Raya, sementara untuk Kecamatan Jati Agung hanya dipilih satu desa yaitu Desa Fajar Baru. Setiap desa dipilih dua dusun sebagai lokasi penelitian.

Prasurvei dilakukan untuk melakukan pendataan tentang petani-petani yang memiliki ternak sapi serta petani yang tidak memiliki sapi (sebagai kontrol).

Pelaksanaan Survei Lapang

Penelitian dilakukan dengan metode survei untuk memperoleh data secara langsung atau primer. Kegiatan survei yang pertama adalah dengan melakukan wawancara untuk pendataan melalui Kuesioner, selanjutnya melakukan pengukuran variabel bio-fisik.

Data tentang bio-fisik lingkungan dan sosial demografi peternak diperoleh dengan menggunakan Kuesioner serta pengamatan dan pengukuran secara langsung di lapangan. Data bio-fisik yang diprediksi dapat mempengaruhi kandungan bakteri *Coliform* antara lain yaitu: jenis bahan induk, jarak sumur dari kandang, bahan dinding sumur, cincin sumur, kedalaman sumur, lantai kandang, pH air, jenis selokan, vegetasi dominan di sekitar kandang, kemiringan lereng, dan posisi sumur terhadap kandang, sedangkan data sosial demografi peternak (responden) antara lain yaitu: pendidikan, jumlah anggota keluarga, jumlah ternak, dan lama beternak.

Kegiatan berikutnya dalam survei lapang adalah pengambilan sampel air. Pengambilan sampel air dilakukan berdasarkan acuan dari Laboratorium Kesehatan Daerah Propvinsi Lampung. Sebelum pengambilan sampel, botol disterilkan dengan alkohol atau aquades kemudian mulut botol dipanaskan sebentar dengan api. Setiap sumur diambil sampel air sekitar 70-80 ml dimasukkan ke dalam botol plastik ukuran 100 ml. Masing-masing Dusun akan diambil 5 sampel (peternak/responden). Sampel air dimasukkan ke dalam Coolbox dan kemudian disimpan di lemari es. Lama penyimpanan di lemari es sebaiknya < 1 minggu. Setelah seluruh sampel terkumpul kemudian dianalisis di Laboratorium Kesehatan Daerah Propinsi Lampung. Variabel kualitas air yang dianalisis bakteri *Coliform*.

Analisis Data

Analisis data penelitian ini menggunakan pendekatan permodelan regresi linear sederhana (OLS: *Ordinary Least Square*). Variabel dependen yang diuji adalah konsentrasi *Coliform*. Sedangkan variable independen adalah sifat biofisik lingkungan yang meliputi jarak kandang dari sumur, jumlah anggota keluarga, jumlah ternak, lama beternak, jenis lantai kandang, kedalaman sumur, kedalaman muka air, diameter sumur, jenis dinding sumur, cincin sumur, pH air, jenis bahan induk, vegetasi dominan di sekitar kandang, kemiringan lereng, dan posisi sumur terhadap kandang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Regresi

Hasil analisis regresi linear dari kandungan bakteri *Coli (Coliform)* sebagai variable Y dan faktor-faktor yang lain seperti jarak kandang dari sumur, jumlah ternak, jumlah anggota keluarga dan lain-lain sebagai variable X adalah persamaan regresi sebagai berikut:

$$[Y_COL] = - 413 + 173 [pH] + 195 [JTRNK] + 29,9 [JKLG] + 18,1 [LBTR] - 115 [JKD] - 272 [LNKDG] - 13,1 [D_SMR] - 161 [JNS_SMR] + 98 [DDG_SMR] + 89 [CCN] - 303 [BIN_TNH] + 177 [PSG] + 442 [D1_LV] + 567 [D1_BWH]$$

dengan S = 334,555, R-Sq = 80,7%, R-Sq(adj) = 64,8%, dan P-value = 0,001

Keterangan:

[Y_COL]	:	Total <i>Coliform</i> MPN/100 ml	[D1_BWH]	:	sumur di bawah kandang
[pH]	:	pH air sumur	[DDG_SMR]	:	Dinding sumur
[JTRNK]	:	Jumlah ternak	[CCN]	:	Cincin sumur
[JKLG]	:	Jumlah anggota keluarga	[BIN_TNH]	:	Bahan induk tanah
[LBTR]	:	Lama beternak	[PSG]	:	Ada tanaman pisang
[JKD]	:	Jarak kandang dari sumur	[D1_LV]	:	Posisi sumur sejajar
[LNKDG]	:	Lantai kandang	[JNS_SMR]	:	Jenis sumur
[D_SMR]	:	Kedalaman sumur			

Hasil analisis regresi dari 14 variabel diperoleh P-value sebesar 0,001, yang menunjukkan bahwa ke-14 variabel secara bersama berpengaruh nyata terhadap kandungan *Coliform* pada sumur-sumur di lingkungan peternak sapi rakyat di daerah Natar dan Jatiagung, Kabupaten Lampung Selatan, dan hanya 1:1000 yang tidak berpengaruh.

Variabel yang berpengaruh terhadap kandungan bakteri Coli

Tabel 1 menunjukkan bahwa dari 14 variabel yang diduga berpengaruh terhadap kandungan bakteri Coli, ternyata hanya 4 variabel yang berpengaruh nyata terhadap kandungan bakteri Coli pada $\alpha = 0,1$ yaitu jumlah ternak, jarak sumur dari kandang, posisi sumur terhadap kandang sejajar atau tidak, dan posisi sumur di bawah kandang atau sejajar/di atas.

Tabel 1. *Coefficient, Standard Error Coefficient, T-value dan P-value* dari masing-masing variabel yang dapat berpengaruh terhadap kandungan *Coliform* dalam air sumur.

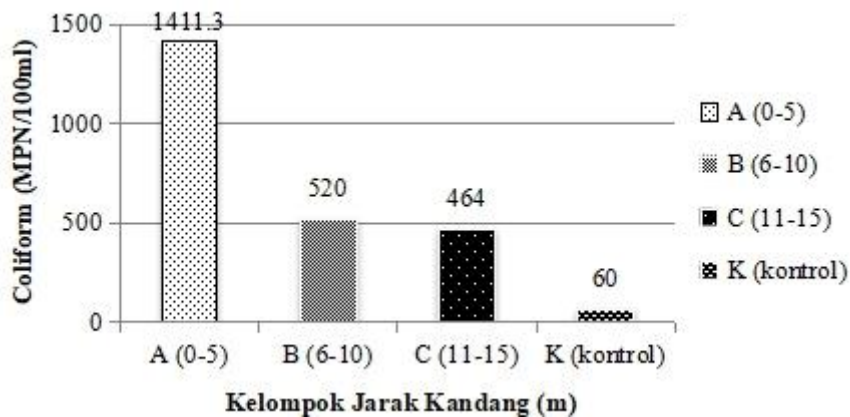
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Signifikansi
Constant	-413,00	1436,00	-0,29	0,777	ns
[pH]	172,80	243,70	0,71	0,488	ns
[JTRNK]	194,58	55,31	3,52	0,003	s
[JKLG]	29,88	62,79	0,48	0,640	ns
[LBTR]	18,08	10,89	1,66	0,115	ns
[JKD]	-115,16	24,35	-4,73	0,000	s
[LNKDG]	-272,10	173,70	-1,57	0,136	ns
[D_SMR]	-13,09	16,85	-0,78	0,448	ns
[JNS_SMR]	-160,70	457,80	-0,35	0,730	ns
[DDG_SMR]	98,50	253,80	0,39	0,703	ns
[CCN]	88,70	239,00	0,37	0,715	ns
[BIN_TNH]	-302,80	215,80	-1,40	0,178	ns
[PSG]	177,50	207,70	0,85	0,405	ns
[D1_LV]	441,80	172,60	2,56	0,020	s
[D1_BWH]	566,60	303,00	1,87	0,079	s

Keterangan: ns = tidak signifikan; s = signifikan pada $\alpha = 0.10$ (penelitian lapang)

Jarak Sumur dari Kandang Sapi

Dari keempat variabel yang berpengaruh terhadap kandungan bakteri Coli, jarak kandang dari sumur merupakan faktor yang paling nyata dalam mempengaruhi kandungan bakteri Coli, yaitu dengan P-value mendekati 0 (nol) (Tabel 1). Setiap penambahan jarak satu meter, maka kandungan bakteri Coli akan berkurang sebesar 115,16 MPN/100 ml air.

Melalui diagram batang yang sederhana dapat dilihat dengan mudah bahwa kandungan bakteri Coli tertinggi terdapat pada kelompok A yaitu dengan jarak kandang antara 0 hingga 5 meter dengan rata-rata sebesar 1411,3 MPN/100 ml (Gambar 1). Semakin jauh jarak kandang dari sumur maka kandungan bakteri Colinya menurun, namun kandungan bakteri Coli pada kelompok B (520 MPN/100 ml) dan C (464 MPN/100 ml) tidak jauh selisihnya, kecuali pada kontrol yang jauh (> 50 m) dari kandang sapi memiliki kandungan bakteri Coli yang rendah (60 MPN/100 ml).

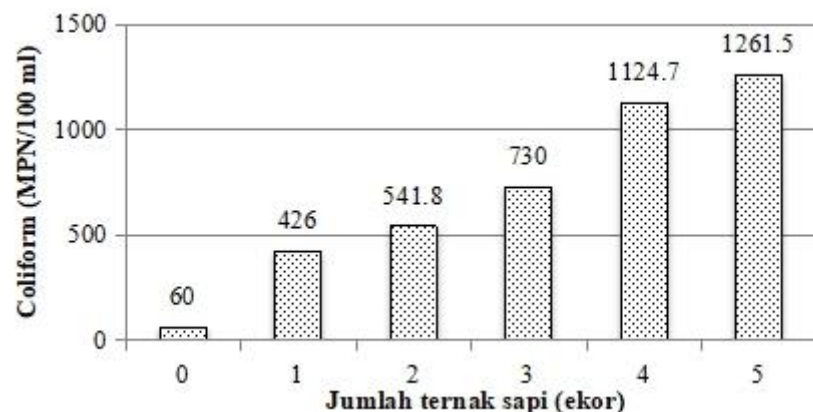


Gambar 1. Rata-rata kandungan bakteri Coli pada kelompok jarak kandang

Jumlah Ternak Sapi

Variabel kedua yang berpengaruh nyata terhadap kandungan bakteri Coli adalah jumlah ternak dengan P-value 0,003 (Tabel 1). Hal ini sangat mudah difahami mengingat semakin banyak jumlah ternak maka akan semakin banyak pula kotoran yang dihasilkan, sehingga akan lebih banyak pula bakteri Coli yang ada dan akan mengalir ke sumur. Setiap penambahan satu ekor sapi maka kandungan bakteri air sumur akan bertambah 194,58 MPN/100 ml.

Gambar 2 menunjukkan grafik diagram batang dari kandungan bakteri Coli yang meningkat sesuai dengan pertambahan jumlah ternak sapi. Selaras dengan analisis regresi di atas yang memiliki P-value sebesar 0,003 atau nyata, grafik diagram batang pada Gambar 2 juga menunjukkan gambaran yang jelas mengenai kenaikan jumlah bakteri Coli akibat pertambahan jumlah ternak sapi.



Gambar 2. Rata-rata kandungan bakteri Coli pada setiap jumlah ternak sapi (ekor)

Posisi Sumur terhadap Kandang Sapi

Posisi sumur terhadap kandang, terutama yang berada di bawah kandang dibandingkan yang sejajar atau di atas kandang merupakan variable penting yang berpengaruh nyata terhadap kandungan bakteri Coli, karena jumlah bakteri Coli akan bertambah sebesar 566,60 MPN/100 ml air bila posisi sumur berada di bawah kandang. Sesuai dengan grafitasi bumi, air akan mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, baik di permukaan tanah maupun melalui lapisan-lapisan di bawah permukaan tanah, sehingga bakteri Coli yang berada di posisi tanah yang lebih tinggi akan mengalir ke bagian bawah dan akan masuk ke dalam sumur bila di bawah kandang terdapat sumur.

Variabel lain yang berpotensi terhadap kandungan bakteri Coli

Meskipun tidak signifikan (nyata), tetapi beberapa variabel lain ada yang mendekati nyata atau yang berpotensi dalam meningkatkan atau bertambahnya kandungan bakteri Coli yaitu lamanya beternak sapi (P-value = 0,115), lantai kandang (P-value = 0,136) dan bahan induk tanah (P-value = 0,178) (Tabel 1).

Semakin lama petani dalam beternak sapi menyebabkan terjadinya akumulasi kotoran ternak di sekitar kandang karena pada umumnya petani menimbun atau mengumpulkan kotoran sapi di dekat

kandang dan menunggu menjadi matang dan siap diangkut ke ladang sebagai pupuk. Penumpukan kotoran sapi dekat kandang bila terkena air hujan menyebabkan bakteri Coli ikut dalam aliran air yang sebagian akan mengalir ke dalam sumur, akibatnya akan menyebabkan kandungan bakteri Coli dalam air sumur meningkat. Setiap pertambahan 1 tahun lama beternak maka jumlah bakteri Coli akan bertambah 18,08 MPN/100 ml air (Tabel 1).

Lantai kandang sapi ada 2 macam yaitu tanah dan yang disemen. Dengan penyemenan lantai kandang maka lantai kandang akan lebih kedap sehingga bakteri Coli tidak langsung ikut meresap ke dalam tanah, tetapi akan mengalir melalui selokan, akibatnya kandungan bakteri Coli akan berkurang sebesar 272,1 MPN/100 ml air (Tabel 1). Bila lantai kandang tidak disemen dan masih berupa tanah, maka urin sapi yang bercampur dengan kotoran sapi akan membawa bakteri Coli meresap ke dalam tanah yang selanjutnya sebagian akan mengalir ke sumur, terutama bila posisi sumur sejajar dengan kandang dan akan semakin parah bila posisi sumur di bawah kandang.

Jenis bahan induk tanah juga berpotensi terhadap kandungan bakteri Coli. Beternak sapi rakyat secara konvensional pada tanah di daerah Fajar Baru yang berbahan induk andesit (batuan beku ekstrusif sedang) memiliki kandungan bakteri Coli yang lebih rendah sebesar 302,8 dibandingkan dengan di daerah Natar yang berbahan induk Tufa masam (Tabel 1).

Tanah yang berbahan induk andesit, di daerah tropika basah akan membentuk tanah Latosol yang struktur tanahnya lebih stabil dan konsistensi yang gembur hingga ke lapisan bawah sehingga tidak terdapat lapisan bawah yang kedap terhadap air. Dengan demikian air seni sapi maupun air hujan yang bercampur dengan kotoran sapi akan mengalirkan bakteri Coli secara vertikal di sekitar kandang terus ke bawah dan tidak banyak yang mengalir secara lateral atau horizontal. Sementara pada tanah yang terbentuk dari tufa masam akan membentuk tanah Podsolik Merah kuning yang pada umumnya memiliki lapisan bawah yang padat dan lebih kedap terhadap air, akibatnya bakteri Coli lebih berpotensi untuk mengalir secara horizontal di atas permukaan tanah maupun secara lateral di atas lapisan yang kedap air. Akibatnya, bakteri Coli yang terbawa aliran air dapat memasuki sumur meskipun letak kandangnya cukup jauh dari sumur.

KESIMPULAN

Faktor yang nyata berpengaruh terhadap kandungan bakteri Coli adalah jarak kandang dari sumur, jumlah ternak dan posisi kandang terhadap sumur. Setiap pertambahan 1 m jarak kandang dari sumur maka kandungan bakteri Coli akan berkurang 115, MPN/100 ml. Setiap pertambahan 1 ekor sapi maka kandungan bakteri Coli akan bertambah 194,58 MPN/100 ml air. Kandungan bakteri Coli akan bertambah 566,6 MPN/10 ml jika posisi kandang di atas sumur. Ada kecenderungan jika lantai kandang disemen maka kandungan bakteri Coli akan berkurang sebesar 272,10 MPN/100 ml.

SARAN

Rekomendasi yang perlu diberikan kepada peternak sapi rakyat adalah dengan membuat kandang sebaiknya minimal 10 meter dan kalau bisa lebih dari 10 meter. Sebaiknya membuat kandang di bawah posisi sumur jika tanahnya miring dan lantai kandang perlu disemen.

DAFTAR PUSTAKA

- Cabral, J.P.S. (2010). Water microbiology. Bacterial Pathogens and Water. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 7 (10), 3657–3703.
- Dyah, D.A. (2015). *Konsumsi Daging Sapi Orang Indonesia Masih Rendah*. <http://www.antaraneews.com/berita/527724/konsumsi-daging-sapi-orang-indonesia-masih-rendah>
- Fuhrmeister, E.R., Schwab, K.J. & Julian, T.R. (2015). Estimates of nitrogen, phosphorus, biochemical oxygen demand, and fecal coliforms entering the environment due to inadequate sanitation treatment technologies in 108 low and middle income countries. *Environ. Sci. Technol.* 49 (9), 11604–11611.
- Graham, J.P. & Polizzotto, M.L. (2013). Pit Latrines And Their Impacts On Groundwater Quality: A Systematic Review. *Environ. Health Perspect.* 121, 521–530.

- Handoyo. (2014). *Kebutuhan Daging Sapi 2015 Mencapai 640.000 Ton*. <http://www.tribunnews.com/bisnis/2014/10/28/kebutuhan-daging-sapi-2015-mencapai-640000-ton>
- Harvey, R. H., George, L. H., Smith, R. L. & LeBlanc, D. R. (1989). Transport of microspheres and indigenous bacteria through a sandy aquifer: results of natural- and forced-gradient tracer experiments. *Environ. Sci. Technol.* 23: 51–56.
- Jamieson, R. C., Gordon, R. J., Sharples, K. E., Stratton, G. W. & Madani, A. (2002). Movement and persistence of fecal bacteria in agricultural soils and subsurface drainage water: a review. *Can. Biosyst. Eng.* 44:1.1–1.9.
- Prüss-Üstün, A., Bos, R., Gore, F., & Bartram, J. (2008). *Safer Water, Better Health: Costs, Benefits and Sustainability of Interventions to Protect and Promote Health*. World Health Organization, Geneva.
- Reddy, K. R., Khaleel, R. & Overcash, M. R. (1981). Behavior and transport of microbial pathogens and indicator organisms in soils treated with organic wastes. *J. Environ. Qual.* 10:255–266.
- Schriever, A., Odagiri, M., Wuertz, S., Misra, P.R., Panigrahi, P., Clasen, T., & Jenkins, M. W. (2015). Human and animal fecal contamination of community water sources, stored drinking water and hands in rural India measured with validated microbial source tracking assays. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 93, 509–516.
- Soloraya Online. (2011). *27 warga di Cawas terserang Muntaber*. <http://solorayaonline.com/2011/04/28/27-warga-di-cawas-terserang-muntaber/>
- Stuart, B., Joseph, E., Rebecca, H., Kruk, M.E., Maria, C.L., Michalak, A.M., Bhramar, Mukherjee, B., Renne, E., Stein, E., Watkins, C. & Wilson, M.L. (2009). Sustainable control of water-related infectious diseases: a review and proposal for inter-disciplinary health-based systems research. *Environ. Health Perspect.* 117, 1023–1032.
- Unc, A., & Goss, M. J. (2003). Movement of faecal bacteria through the vadose zone. *Water Air Soil Poll.* 149:327–337.
- Walker, C.L.F., Rudan, I., Li, L., Nair, H., Theodoratou, E., Bhutta, Z.A., O'Brien, K.L., Campbell, H., & Black, R.E. (2013). Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea. *Lancet* 381, 1405–1416.

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI FUNGI ENDOFIT PADA TUMBUHAN OBAT ASAL KUTA MANDALIKA DAN PULAU LOMBOK, NUSA TENGGARA BARAT

Muhammad Ilyas^{*1}, Ahmad Fathoni², Praptiwi², Dewi Wulansari², Marlin Megalestin Raunsai², Andria Agusta²

^{*1}Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi- LIPI, Cibinong 16911

² Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi- LIPI, Cibinong 16911

e-mail: ilyasmould@yahoo.com

Abstrak. Telah dilakukan isolasi dan identifikasi fungi endofit dari sampel tumbuhan obat. Penelitian dilakukan untuk memperoleh dan mengidentifikasi isolat fungi endofit yang berasosiasi dengan tumbuhan obat yang tumbuh di sekitar kawasan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Kuta Mandalika dan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Isolasi fungi endofit dilakukan dengan menggunakan metode pencucian sampel dan sterilisasi permukaan. Hasil isolasi fungi endofit dari 16 spesies tumbuhan obat yang berbeda diperoleh 92 isolat murni fungi endofit terseleksi. Identifikasi berdasarkan ciri dan karakter morfologi terhadap isolat yang diperoleh menunjukkan terdapat sembilan marga fungi yang berbeda. Taksa fungi endofit tersebut teridentifikasi berdasarkan ciri morfologi berupa marga *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Lasiodiplodia*, *Neopestalotiopsis*, *Phomopsis*, *Schizophyllum*, dan *Xylaria*. Pada penelitian ini marga *Phomopsis* endofitik mendominasi perolehan isolat yaitu sebesar 51% (47/92) dari keseluruhan sampel tumbuhan obat. Isolasi dan identifikasi fungi endofit dilakukan sebagai langkah awal untuk menyeleksi isolat endofit potensial yang mampu menghasilkan senyawa metabolit dan bahan bioaktif.

Kata kunci: Isolasi, identifikasi, fungi endofit, tumbuhan obat, KEK Kuta Mandalika dan Pulau Lombok.

PENDAHULUAN

Fungi endofit adalah kelompok mikroorganisme yang tumbuh secara intra dan interselular pada jaringan tanaman tingkat tinggi tanpa menyebabkan gejala penyakit pada tanaman inang (Paul & Seung, 2011; Kumar et al., 2014). Penelitian mengenai fungi endofit pada jaringan tumbuhan tinggi telah lebih dari 15 tahun diteliti secara luas (Petriani, 1986). Penelitian mengenai fungi endofit tersebut dilakukan pada tumbuhan yang hidup di daerah subtropis maupun tropis diantaranya pada suku Coniferaceae, Gramineae, dan Ericaceae (Okane et al., 1996, 1998, 2001a), bakau *Bruguiera gymnorrhiza* (Okane et al., 2000b, 2001c), *Theobroma cacao* (Rubini et al., 2005), dan *Camelia sinensis* (Agusta et al., 2005, 2006; Agusta, 2006). Ditinjau dari pola hubungan atau asosiasi fungi dengan tumbuhan sebagai simbiotnya, ada yang bersifat mutualisme, komensal, saprofit, maupun parasit. Fungi endofit umumnya bersimbiosis mutualisme dengan tumbuhan inangnya (Tan & Zou, 2001). Manfaat yang diperoleh tumbuhan diantaranya meningkatkan laju pertumbuhan, tahan terhadap serangan hama, penyakit, dan kekeringan (Anindyawati, 2003). Hubungan yang erat antar keduanya tersebut juga memungkinkan adanya transfer materi genetika satu dengan lainnya (Strobel et al., 1996; Li et al., 1996; Tanaka et al., 1999).

Beberapa potensi fungi endofit yang telah diketahui diantaranya adalah sebagai penghasil enzim, antibiotik, dan metabolit sekunder termasuk senyawa anti kanker yang disebut taksol. Senyawa taksol berhasil diisolasi dari fungi *Pestalotiopsis microspora* yang berasosiasi dengan tumbuhan *Taxus walllichiana* (Anneke et al., 2000). Beberapa enzim yang mampu dihasilkan antara lain selulase, esterase, peroksidase, lipase, *xylase* dan amilase. Enzim *xylase* dapat dihasilkan fungi *Fusarium* dan *mycelia sterilia* sedangkan beberapa jenis fungi seperti *Fusicoccum* diketahui mampu menghasilkan enzim α -glukosidase (Anindyawati, 2003). Berbagai macam metabolit sekunder dapat dihasilkan dari fungi endofit diantaranya senyawa alkaloid, steroid, terpenoid, diterpen, flavonoid, fenol, senyawa alifatik, dan lainnya (Tan & Zou, 2001).

Hampir setiap jenis tumbuhan memiliki fungi endofit sehingga fungi endofit memiliki rentang keanekaragaman hayati yang tinggi. Diperkirakan terdapat sekitar 160.000 jenis fungi endofit yang

tersebar di seluruh Indonesia dengan sebagian besar belum dieksplorasi dan diidentifikasi (Agusta, 2009). Hampir setiap spesies tumbuhan vaskular memiliki fungi endofit. Beberapa spesies fungi endofit memiliki rentang inang yang luas dan selebihnya memiliki inang yang spesifik (Cohen, 2004) sehingga fungi endofit memiliki rentang keanekaragaman hayati yang tinggi. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi fungi endofit pada tumbuhan obat yang tumbuh di sekitar kawasan Kuta Mandalika dan Pulau Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Sampel Tumbuhan Obat

Pengambilan sampel berupa daun, batang, bunga, dan buah tanaman obat dilakukan di kawasan sekitar Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Kuta Mandalika dan Pulau Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Pengambilan sampel tumbuhan obat diambil secara acak dengan tetap mengutamakan daun, batang, bunga, dan buah tanaman yang sehat. Sampel yang dikumpulkan selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik *ziplock* berukuran 1 kg.

Isolasi Fungi Endofit

Isolasi fungi dilakukan di *laminar air flow* (LAF) dengan teknik pengisolasian tidak langsung yaitu dengan menggunakan metode pencucian sampel dan sterilisasi permukaan (Ando et al., 2003; Ilyas et al., 2006). Adapun teknik pengisolasian fungi endofit dilakukan dengan tahapan kerja sebagai berikut: Batang, buah, dan daun tumbuhan obat dicuci di bawah air mengalir selama ± 10 menit, kemudian dipotong sepanjang ± 1 cm. Potongan sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan disterilisasi menggunakan larutan antiseptik secara bertahap yaitu:

- (a). Sterilisasi dengan larutan ethanol 75% selama 1 menit.
- (b). Sterilisasi dengan larutan sodium hipoklorit 5,3% selama 5 menit.
- (c). Sterilisasi dengan larutan ethanol 75% selama 0,5 menit.

Setelah serangkaian proses sterilisasi tersebut selesai, potongan sampel dibilas dengan larutan akuades steril. Potongan sampel kemudian diletakkan di atas kertas saring steril di dalam LAF dan dikering anginkan pada suhu ruang selama 2--12 jam. Potongan sampel yang telah kering selanjutnya dibelah dengan pisau bedah/ lanset steril kemudian ditransfer dalam media kultur *Corn Meal Agar* (CMA) *Cloramphenicol*. Kultur selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 3--7 hari. Fungi-fungi endofit yang tumbuh pada potongan sampel selanjutnya dipilih untuk diisolasi dan dimurnikan.

Pemurnian Fungi Endofit

Koloni fungi endofit yang tumbuh selama proses isolasi, dimurnikan dengan propagasi koloni yaitu memotong dan mentransfer secara aseptik sebagian miselium fungi ke dalam media kultur baru (Alexopoulos et al., 1996). Koloni yang telah murni dan tumbuh dengan baik selanjutnya dipilih dan ditanam kembali dalam tabung reaksi berisi agar miring (*slant*) PDA sebanyak dua kali ulangan. Isolat fungi yang telah murni kemudian diamati secara makroskopis dan mikroskopis untuk proses identifikasi. Selebihnya koloni fungi disimpan dengan menggunakan larutan gliserol 10% (v/v) dan trehalose 5% (g/v) pada suhu -80°C dimana sebelumnya terlebih dahulu diinkubasi dalam pendingin pada suhu 4°C selama satu jam (Nakagiri, 2005).

Identifikasi Fungi Endofit

Fungi endofit yang telah diisolasi dan dimurnikan kemudian diidentifikasi secara morfologi. Identifikasi fungi dilakukan dengan mengamati ciri dan karakter morfologi baik secara makroskopis maupun secara mikroskopis. Secara makroskopis karakter yang diamati meliputi; warna dan permukaan koloni (granular, seperti tepung, menggunung, licin), tekstur, zonasi, daerah tumbuh, garis-garis radial dan konsentris, warna balik koloni (*reverse color*), dan tetes eksudat (*exudate drops*). Pengamatan mikroskopis didahului dengan pembuatan preparat dengan penambahan larutan *lactic acid* dan atau *trypan blue*. Pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop cahaya Olympus BX53 dengan pencahayaan *bright field* dan skala pembesaran hingga 1000X menggunakan minyak imersi. Dokumentasi mikroskopis menggunakan kamera Olympus DP 26 yang terhubung dengan komputer. Pengamatan secara mikroskopis meliputi; ada tidaknya septa pada hifa, pigmentasi hifa, *clamp*

connection, bentuk dan ornamentasi spora (vegetatif dan generatif), bentuk dan ornamentasi tangkai spora, dan lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi fungi endofit pada sampel tumbuhan obat di sekitar Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Kuta Mandalika dan Pulau Lombok disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Isolasi dan Identifikasi Morfologi Fungi Endofit pada Sampel Tumbuhan Obat di sekitar Kawasan Kuta Mandalika dan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat

No	Kode Isolat	Tumbuhan Inang	Bagian Tumbuhan	Lokasi Sampling	Taksa Fungi secara Morfologi *
1	1BtLo-1	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	Dematiaceae
2	1BtLo-2	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Phomopsis</i>
3	1DnLo-1	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Daun	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	Dematiaceae
4	1DnLo-2	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Daun	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	Dematiaceae
5	2BtLo-2	<i>Lansea coromandelica</i> (Houtt.) Merr.	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Phomopsis</i>
6	2BtLo-3	<i>Lansea coromandelica</i> (Houtt.) Merr.	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Phomopsis</i>
7	2BtLo-5	<i>Lansea coromandelica</i> (Houtt.) Merr.	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Phomopsis</i>
8	2BtLo-6	<i>Lansea coromandelica</i> (Houtt.) Merr.	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Phomopsis</i>
9	2DnLo-1	<i>Lansea coromandelica</i> (Houtt.) Merr.	Daun	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Xylaria</i>
10	2DnLo-3	<i>Lansea coromandelica</i> (Houtt.) Merr.	Daun	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Colletotrichum</i>
11	2DnLo-4	<i>Lansea coromandelica</i> (Houtt.) Merr.	Daun	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Phomopsis</i>
12	3BtLo-2	<i>Kleinhovia hospita</i> L	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Phomopsis</i>
13	3BtLo-3	<i>Kleinhovia hospita</i> L	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Xylaria</i>
14	3BtLo-4	<i>Kleinhovia hospita</i> L	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Phomopsis</i>
15	3BgLo-1	<i>Kleinhovia hospita</i> L	Bunga	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Colletotrichum</i>
16	3BgLo-2	<i>Kleinhovia hospita</i> L	Bunga	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	Dematiaceae
17	3BhLo-1	<i>Kleinhovia hospita</i> L	Buah	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Phomopsis</i>
18	3BhLo-2	<i>Kleinhovia hospita</i> L	Buah	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	Dematiaceae
19	4BtLo-1	<i>Cassia fistula</i> L	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	Hypomycetes
20	4BtLo-2	<i>Cassia fistula</i> L	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	Hypomycetes
21	4BtLo-3	<i>Cassia fistula</i> L	Batang	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Lasiodiplodia</i>
22	4DnLo-1	<i>Cassia fistula</i> L	Daun	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	<i>Colletotrichum</i>
23	4DnLo-2	<i>Cassia fistula</i> L	Daun	Tanjung Aan, KEK Kuta Mandalika	Dematiaceae

No	Kode Isolat	Tumbuhan Inang	Bagian Tumbuhan	Lokasi Sampling	Taksa Fungi secara Morfologi *
24	5BtLo-1	<i>Ixora cumingiana</i> Vidal	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
25	5BtLo-2	<i>Ixora cumingiana</i> Vidal	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
26	5BgLo-1	<i>Ixora cumingiana</i> Vidal	Bunga	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	Hypomycetes
27	5BgLo-2	<i>Ixora cumingiana</i> Vidal	Bunga	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
28	5DnLo-1	<i>Ixora cumingiana</i> Vidal	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	Hypomycetes
29	7BtLo-1	<i>Micromelum minutum</i> (Forst.F.) Wight & Arn.	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
30	7BtLo-2	<i>Micromelum minutum</i> (Forst.F.) Wight & Arn.	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
31	7BhLo-2	<i>Micromelum minutum</i> (Forst.F.) Wight & Arn.	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Xylaria</i>
32	7BhLo-3	<i>Micromelum minutum</i> (Forst.F.) Wight & Arn.	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
33	7BhLo-4	<i>Micromelum minutum</i> (Forst.F.) Wight & Arn.	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
34	7DnLo-2	<i>Micromelum minutum</i> (Forst.F.) Wight & Arn.	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
35	7DnLo-3	<i>Micromelum minutum</i> (Forst.F.) Wight & Arn.	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
36	8BtLo-2	<i>Leea aequata</i> L.	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
37	8BhLo-1	<i>Leea aequata</i> L.	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
38	8BhLo-2	<i>Leea aequata</i> L.	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
39	8BhLo-3	<i>Leea aequata</i> L.	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Fusarium solani</i>
40	9BtLo-1	<i>Xanthophyllum flavescens</i> Roxb.	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Xylaria</i>
41	9BtLo-2	<i>Xanthophyllum flavescens</i> Roxb.	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	Dematiaceae
42	9BhLo-1	<i>Xanthophyllum flavescens</i> Roxb.	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
43	9BhLo-2	<i>Xanthophyllum flavescens</i> Roxb.	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Lasiodiplodia</i>
44	9DnLo-1	<i>Xanthophyllum flavescens</i> Roxb.	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Colletotrichum</i>
45	10BtLo-1	<i>Rauvolfia javanica</i> Koord. & Valetton	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
46	10BtLo-2	<i>Rauvolfia javanica</i> Koord. & Valetton	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
47	10BtLo-3	<i>Rauvolfia javanica</i> Koord. & Valetton	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
48	10DnLo-1	<i>Rauvolfia javanica</i> Koord. & Valetton	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
49	10DnLo-2	<i>Rauvolfia javanica</i> Koord. & Valetton	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	Hypomycetes
50	10DnLo-3	<i>Rauvolfia javanica</i> Koord. & Valetton	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
51	11BtLo-1	<i>Ficus septica</i> Burm. F	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>

No	Kode Isolat	Tumbuhan Inang	Bagian Tumbuhan	Lokasi Sampling	Taksa Fungi secara Morfologi *
52	11BtLo-2	<i>Ficus septica</i> Burm. F	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	Hypomycetes
53	11BhLo-2	<i>Ficus septica</i> Burm. F	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
54	11DnLo-1	<i>Ficus septica</i> Burm. F	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
55	11DnLo-2	<i>Ficus septica</i> Burm. F	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
56	12BtLo-1	<i>Geunsia acuminata</i> Juss	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
57	12BtLo-2	<i>Geunsia acuminata</i> Juss	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
58	12BhLo-1	<i>Geunsia acuminata</i> Juss	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Schizophyllum</i>
59	12DnLo-1	<i>Geunsia acuminata</i> Juss	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	Dematiaceae
60	12DnLo-2	<i>Geunsia acuminata</i> Juss	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
61	12DnLo-3	<i>Geunsia acuminata</i> Juss	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	Dematiaceae
62	13BtLo-1	<i>Tetrastigma lanceolarium</i> Planch	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
63	13BtLo-2	<i>Tetrastigma lanceolarium</i> Planch	Batang	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Lasiodiplodia</i>
64	13BhLo-2	<i>Tetrastigma lanceolarium</i> Planch	Buah	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
65	13DnLo-1	<i>Tetrastigma lanceolarium</i> Planch	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Xylaria</i>
66	13DnLo-2	<i>Tetrastigma lanceolarium</i> Planch	Daun	Hutan Desa Sade, Rembitan - Lombok	<i>Phomopsis</i>
67	14BtLo-1	<i>Schoutenia ovata</i> Korth.	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>
68	14BtLo-2	<i>Schoutenia ovata</i> Korth.	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Xylaria</i>
69	14BhLo-1	<i>Schoutenia ovata</i> Korth.	Buah	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Neopestalotiopsis</i>
70	14DnLo-2	<i>Schoutenia ovata</i> Korth.	Daun	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>
71	16BtLo-1	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>
72	16BtLo-2	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Aspergillus niger</i>
73	16BtLo-4	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Lasiodiplodia</i>
74	16BtLo-5	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>
75	16BtLo-6	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>
76	16BhLo-1	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	Buah	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>
77	16BhLo-2	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	Buah	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Neopestalotiopsis</i>
78	16DnLo-1	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	Daun	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>
79	16DnLo-2	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Raeusch.	Daun	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>

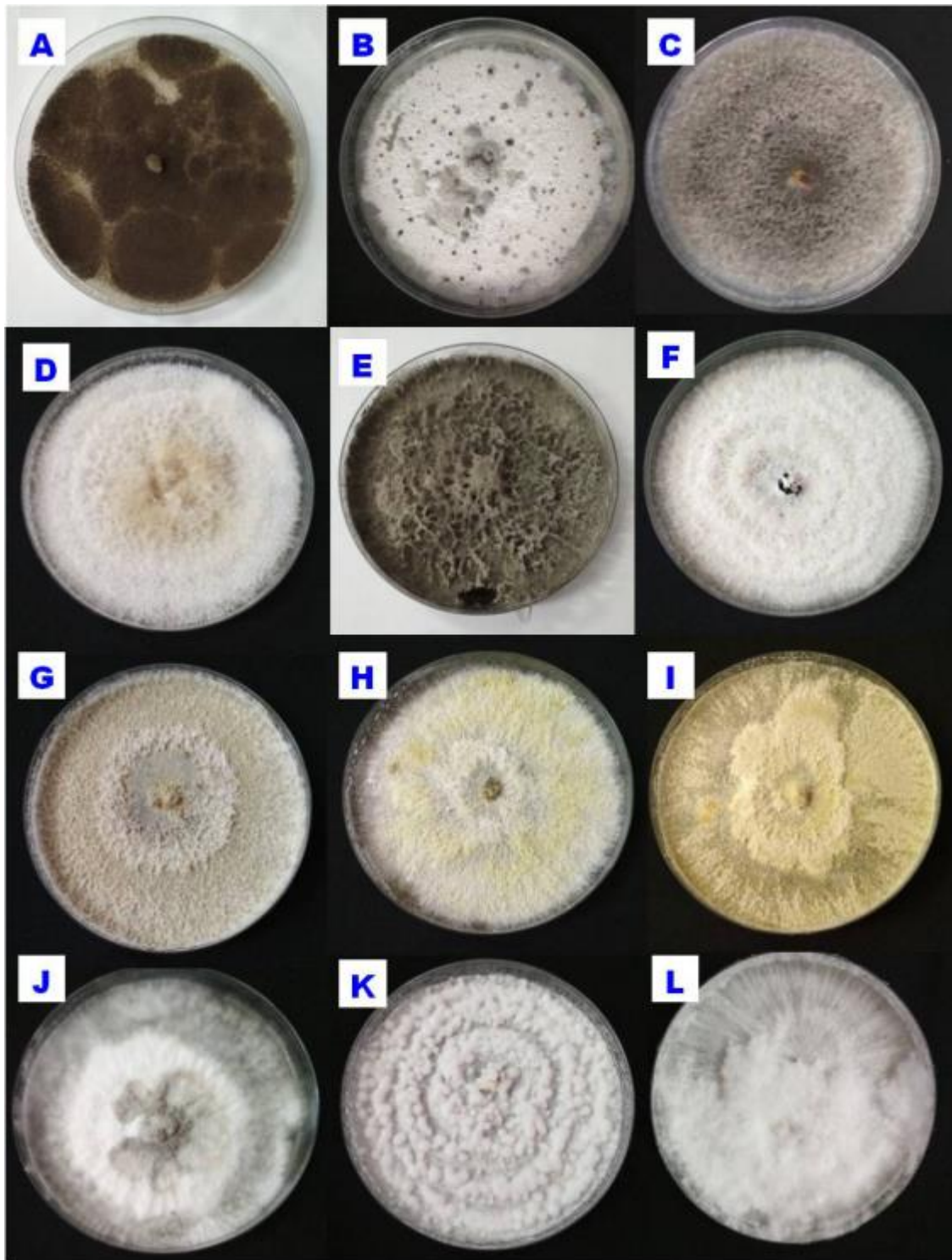
No	Kode Isolat	Tumbuhan Inang	Bagian Tumbuhan	Lokasi Sampling	Taksa Fungi secara Morfologi *
80	17BtLo-1	<i>Randia dumetorum</i> Lam	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Aspergillus niger</i>
81	17BtLo-2	<i>Randia dumetorum</i> Lam	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Aspergillus niger</i>
82	17BtLo-3	<i>Randia dumetorum</i> Lam	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>
83	17BtLo-4	<i>Randia dumetorum</i> Lam	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>
84	17BhLo-1	<i>Randia dumetorum</i> Lam	Buah	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Colletotrichum</i>
85	17BhLo-2	<i>Randia dumetorum</i> Lam	Buah	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Neopestalotiopsis</i>
86	17BhLo-3	<i>Randia dumetorum</i> Lam	Buah	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	Dematiaceae
87	17DnLo-1	<i>Randia dumetorum</i> Lam	Daun	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Colletotrichum</i>
88	19BtLo-1	<i>Tylophora cissoides</i> Blume	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Neopestalotiopsis</i>
89	19BtLo-2	<i>Tylophora cissoides</i> Blume	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Colletotrichum</i>
90	19BtLo-3	<i>Tylophora cissoides</i> Blume	Batang	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Aspergillus niger</i>
91	19BhLo-1	<i>Tylophora cissoides</i> Blume	Buah	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Phomopsis</i>
92	19DnLo-1	<i>Tylophora cissoides</i> Blume	Daun	Pantai Bilasayak, TWA Gunung Tunak	<i>Colletotrichum</i>

*) Identifikasi berdasarkan morfologi dilakukan pada isolat fungi endofit yang ditumbuhkan pada media PDA, diinkubasi pada suhu 27°C, dan umur isolat berkisar 7 hingga 14 hari.

Hasil isolasi dan identifikasi morfologi fungi endofit (Tabel 1), menunjukkan bahwa dari total 92 isolat fungi endofit terseleksi terdapat beberapa taksa yang meliputi 8 marga, satu kelompok teridentifikasi pada tingkat suku, dan satu kelompok teridentifikasi pada tingkat kelas. Tumbuhan tinggi merupakan habitat yang dinamis dimana berbagai faktor akan mempengaruhi struktur dan komposisi mikrob endofit yang menempati relung jaringan dan organ tumbuhan tinggi (Rubini et al., 2005).

Fungi endofit anggota taksa Coelomycetes dan Hypomycetes diisolasi pada seluruh sampel tanaman sehingga mendominasi perolehan isolat. Fungi kelas Coelomycetes dan Hypomycetes diketahui memiliki asosiasi yang kuat dengan tumbuhan tinggi. Taksa fungi tersebut merupakan fungi endofitik yang memiliki asosiasi parasitik maupun mutualistik dengan tumbuhan tinggi yang menjadi inangnya. Hubungan yang erat tersebut memungkinkan adanya transfer materi genetika di antara keduanya (Tanaka et al., 1999). Banyak isolat fungi Hypomycetes dan Coelomycetes yang mampu bersporulasi di habitat (tumbuhan inang) alaminya tetapi steril atau gagal bersporulasi dalam media kultur (Paulus et al., 2003).

Beberapa fungi endofit anggota kelas Coelomycetes yang dapat membentuk struktur reproduksi seksual maupun aseksual dalam media tumbuh memungkinkan untuk diidentifikasi secara morfologi hingga takson marga dan jenis. Pada isolasi ini terdapat 64% (59/92) isolat fungi endofit anggota kelas Coelomycetes yang teridentifikasi secara morfologi menjadi tiga kelompok marga yang berbeda. Ketiga marga tersebut adalah *Colletotrichum*, *Neopestalotiopsis*, dan *Phomopsis*. Dari ketiga marga tersebut, total sebanyak 8% (8/92) marga *Colletotrichum* diisolasi dari 6 jenis sampel tumbuhan obat yang berbeda (Tabel 1). Marga *Colletotrichum* adalah fungi yang sangat umum ditemukan pada jaringan tumbuhan tinggi dengan pola interaksi baik sebagai pathogen maupun endofit. Hasil penelitian sebelumnya bahwa marga *Colletotrichum* ditemukan dan memiliki asosiasi yang kuat dengan lebih dari 2.200 spesies tumbuhan tinggi (Farr & Rossman, 2013).



Gambar 1. Penampakan Makroskopis Isolat Fungi Endofit Terseleksi dari Sampel Tumbuhan Obat di sekitar Kawasan KEK Kuta Mandalika dan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat (A) *Aspergillus niger* 16BtLo-2 (B) *Colletotrichum* 17 DnLo-1 (C) *Colletotrichum* 19 BtLo-2 (D) *Fusarium solani* 8BhLo-3 (E) *Lasiodiplodia* 4BtLo-3 (F) *Neopestalotiopsis* 14BhLo-1 (G) *Phomopsis* 1BtLo-2 (H) *Phomopsis* 3BtLo-2 (I) *Phomopsis* 11DnLo-1 (J) *Schizophyllum* 12BhLo-1 (K) *Xylaria* 9BtLo-1 dan (L) *Xylaria* 13DnLo-1

Marga *Neopestalotiopsis* (Nama sebelumnya *Pestalotiopsis*), adalah fungi endofitik yang paling banyak diteliti dan telah diketahui potensinya. Sebagai contoh takson fungi *Pestalotiopsis microspora* yang berasosiasi dengan tumbuhan *Taxus wallichiana* telah diketahui mampu menghasilkan senyawa taksol yang memiliki potensi sebagai senyawa anti kanker (Anneke *et al.*,

2000). Total sebanyak 4 isolat fungi *Neopestalotiopsis* diisolasi dari 4 sampel tumbuhan obat yang berbeda jenis yaitu *Schoutenia ovata* (14BhLo-1) (Gambar 1F), *Allophylus cobbe* (16BhLo-2), *Randia dumetorum* (17BhLo-2), dan *Tylophora cissoides* (19BtLo-1).

Marga *Phomopsis* (*Diaporthe*) (Gambar 1G, 1H, dan 1I) adalah fungi endofit yang memiliki rentang simbiosis tumbuhan tinggi yang luas khususnya pada tumbuhan di daerah subtropis. Marga *Diaporthe* adalah fase seksual (teleomorf) yang sebagian besar fase aseksualnya (fase anamorf) berupa marga *Phomopsis* (Kobayashi, 1970). Secara morfologi marga *Diaporthe* tergolong fungi yang sulit untuk diidentifikasi karena sangat rentan perubahan morfologinya. Salah satu bentuk kesulitan tersebut karena fungi tersebut jarang membentuk peritesia dalam media tetapi lebih sering berupa piknidia (Pioli et al., 2003). Piknidia yang terbentuk merupakan ciri fase anamorf dari *Diaporthe* yaitu marga *Phomopsis*. Marga *Phomopsis* mendominasi perolehan isolat yaitu sebanyak 51% (47/92) dari total keseluruhan isolat. Marga *Phomopsis* tersebut diisolasi dan ditemukan pada seluruh 16 sampel tumbuhan obat (Tabel 1). Dalam aplikasinya, potensi marga *Phomopsis* (*Diaporthe*) diantaranya sebagai penghasil bahan bioaktif (+)-epiepoksidon yang telah diisolasi dari inang tanaman teh *Camellia sinensis* (Agusta et al., 2005, 2006; Agusta, 2006).

Fungi taksa *Aspergillus niger* adalah kelompok fungi *Aspergillus* hitam atau *Aspergillus section Nigri* dengan habitat utama di tanah meskipun banyak diantaranya telah diisolasi dari berbagai macam substrat (Kozakiewicz 1989; Abarca et al. 2004; Samson et al. 2004). Pada penelitian ini telah diisolasi 4 isolat fungi *Aspergillus niger* dari 3 sampel tumbuhan obat yang berbeda yaitu *Allophylus cobbe* (16BtLo-2) (Gambar 1A), *Randia dumetorum* (17 BtLo-1, 17 BtLo-2), dan *Tylophora cissoids* (19BtLo-3). Dalam aplikasinya melalui mekanisme fermentasi, *Aspergillus niger* secara umum digunakan jasanya untuk menghasilkan produk berupa enzim-enzim ekstraselular seperti amilase dan lipase serta produk metabolit lainnya seperti asam sitrat dan asam glukonat (Varga et al. 2000; Howard et al. 2011; Silva et al. 2011).

Fungi endofit marga *Fusarium* diisolasi dari sampel tanaman *Leea aequata* (Tabel 1). Marga *Fusarium* telah banyak dideskripsikan sebagai fungi endofitik maupun fitopatogen pada berbagai jenis tumbuhan tinggi. Fungi marga *Fusarium* dikenal sebagai salah satu fungi parasit pada tumbuhan tingkat tinggi karena dapat menyebabkan pembusukan pada banyak jenis tumbuhan (Styler and Cantlife, 1984; Sivan and Chet, 1993; Summerel et al., 2003). Namun, pada beberapa tumbuhan seperti mentimun, *Fusarium oxysporum* non patogenik dapat membantu meningkatkan ketahanan tanaman inang terhadap fungi parasit *Phytophthora ultimum* dengan kombinasi efek antibiosis dan mikoparasit (Rubini et al., 2005). Isolat *Fusarium* 8BhLo-3 (Gambar 1D) yang diisolasi dari buah tanaman *Leea aequata* dan berdasarkan ciri-ciri dan karakter morfologi diidentifikasi sebagai takson *Fusarium solani*.

Fungi endofit marga *Lasiodiplodia* diisolasi sebanyak 4 isolat dari 4 sampel tanaman obat, yaitu *Cassia fistula* (4BtLo-3) (Gambar 1E), *Xanthophyllum flavescens* (9BhLo-2), *Tetrastigma lanceolarium* (13BtLo-2), dan *Allophylus cobbe* (16BtLo-4). Marga *Lasiodiplodia* adalah fase aseksual dari *Botryosphaeria*, memiliki sebaran luas baik di daerah tropis maupun subtropis dan ditemukan pada berbagai jenis tumbuhan. Pada penelitian sebelumnya fungi endofit *Lasiodiplodia* yang diisolasi dari tumbuhan bakau pada kultur invitro mampu menghasilkan 2 senyawa bioaktif baru yaitu lasiodiplodin (1-2) (Huang et al., 2016).

Marga *Schizophyllum* (Gambar 1J) diisolasi dari sampel buah tanaman obat *Geunsia acuminata*. Marga *Schizophyllum* adalah fungi anggota Basidiomycetes dan pada penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa endofitik *Schizophyllum* yang diisolasi dari tanaman kina (*Cinchona ledgeriana*) mampu menghasilkan senyawa alkaloid kina dalam kultur invitro pada media cair artifisial dan *potato dextrose agar* (PDA) (Maehara et al., 2010; Maehara et al., 2011).

Total sebanyak 5 isolat fungi marga *Xylaria* diisolasi dari 5 sampel tumbuhan obat yang berbeda, yaitu *Lansea coromandelica* (2DnLo-1), *Kleinhovia hospita* (3BtLo-3), *Micromelum minutum* (7BhLo-2), *Xanthophyllum flavescens* (9BtLo-1) (Gambar 1K), *Tetrastigma lanceolarium* (13DnLo-1) (Gambar 1L), dan *Schoutenia ovate* (14BtLo-2). Marga *Xylaria* secara umum adalah fungi saprofitik maupun endofitik, dan dilaporkan telah banyak diisolasi dari tumbuhan tropis anggota taksa Arecaceae/Palmae, Bromeliaceae, Orchidaceae, dan Pteridophyta (Dreyfuss & Petrini, 1984).

Seluruh taksa fungi endofit yang teridentifikasi tersebut di atas tergolong ke dalam kelompok Ascomycetes, Basidiomycetes, dan fungi imperfekti Deuteromycetes. Dalam banyak kasus, fungi endofit Ascomycetes, Deuteromycetes, dan Basidiomycetes banyak ditemukan dan mampu tumbuh

dengan baik sebagai endofit dalam jaringan tumbuhan (Petrini, 1986; Dayle *et al.*, 2001). Beberapa taksa fungi endofit yang terisolasi di atas seperti genus *Fusarium*, *Colletotrichum* (*Glomerella*), *Phoma* dan *Phomopsis* (*Diaporthe*) secara umum dinyatakan sebagai saprofitik (Ellis, 1971; Sutton, 1980; Boddy & Griffith, 1989) maupun parasitik lemah (Ou, 1989). Namun beberapa spesies dari marga tersebut dapat bertindak sebagai mutualistik endofit (Carroll & Carroll, 1978).

Penelitian mengenai endofit umumnya ditujukan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bahan bioaktif yang dihasilkan oleh fungi endofit (Strobel, 2003; Strobel & Daisy, 1983). Lebih lanjut penelitian tersebut dilakukan untuk penapisan isolat potensial yang mampu menghasilkan senyawa antibiotik, antivirus, antikanker, immunomodulator, dan antioksidan (Tan & Zou, 2001). Isolasi dan identifikasi fungi endofit dilakukan sebagai langkah awal untuk menyeleksi isolat endofit unggulan yang mampu menghasilkan senyawa metabolit dan bahan bioaktif. Penelitian lanjutan terhadap 92 isolat endofit terseleksi perlu dilakukan untuk isolasi, identifikasi, dan penapisan metabolit dan senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh isolat-isolat fungi endofit tersebut.

KESIMPULAN

Dari proses pengisolasian fungi endofitik pada 16 spesies tumbuhan obat di sekitar kawasan kawasan KEK Kuta Mandalika dan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat diperoleh 92 isolat fungi endofit terseleksi. Identifikasi berdasarkan ciri dan karakter morfologi terhadap isolat yang diperoleh menunjukkan terdapat delapan marga fungi yang berbeda, satu kelompok teridentifikasi pada tingkat suku, satu kelompok teridentifikasi pada tingkat kelas. Taksa fungi endofit yang terisolasi tersebut teridentifikasi berdasarkan ciri morfologi berupa marga *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Lasiodiplodia*, *Neopestalotiopsis*, *Phomopsis*, *Schizophyllum*, *Xylaria*, suku Dematiaceae, dan kelas Hypomycetes. Fungi endofit *Phomopsis* mendominasi perolehan isolat yaitu sebanyak 51% (47/92) dari total keseluruhan fungi endofit yang diisolasi dan diseleksi dari 16 spesies sampel tumbuhan obat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini menggunakan sumber pendanaan dari kegiatan DIPA Pusat Penelitian Biologi LIPI Tahun Anggaran 2018-2019. Ketujuh penulis memiliki kontribusi yang setara dalam kegiatan penelitian yaitu mencakup proses pengambilan sampel di lapangan, isolasi dan identifikasi fungi endofit di laboratorium, analisis data, proses penyusunan dan penulisan makalah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abarca, M.L., F. Accensi, J. Cano & F.J. Cabanes. (2004). Taxonomy and significance of black aspergilli. *Antonie van Leeuwenhoek*. 86: 33-49.
- Agusta, A., S. Maehara, K. Ohashi, P. Simanjuntak, & H. Shibuya. (2005). Stereoselective oxidation at C-4 of flavans by endophytic fungus *Diaporthe* sp. from a tea plant. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 53(12): 1565-1569.
- Agusta, A., K. Ohashi, & H. Shibuya. (2006). Composition of the endophytic filamentous fungi isolated from tea plant *Camellia sinensis*. *Journal of Natural Medicines*. 60(3): 268-272.
- Agusta, A. (2006). Bioproduksi (+)- epiepoksidon oleh jamur endofit *Diaporthe* sp. yang diisolasi dari tanaman teh. *Berita Biologi*. 8(3): 209-214.
- Agusta, A. (2009). Biologi dan Kimia Jamur Endofit. Bandung: Penerbit ITB
- Alexopoulos, C.J., C. W. Mims, & M. Blackwell. (1996). *Introductory mycology*. 4th ed. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Ando, K., C. Nakhashima, J-Y. Park, & M. Otaguro. (2003). Workshop on Isolation Methods of Microbes. Cibinong: NITE BRC & RC for Biotechnology-LIPI.
- Anneke, M.M., A. Haddad, J. Worapong, D.M. Long, E.J. Ford, W.M. Hess, & G.A. Strobel. (2000). Induction of the sexual stage of *Pestalotiopsis microspora*, a taxol-producing fungus. *Microbiology*. 146: 2079-2089.
- Anindyawati, T. (2003). Mikroba endofit: Manfaat dan cara mengisolasinya. *Alam Kita*. 12(1): 11-14.
- Barnett, H.L. (1955). *Illustrated genera of imperfect fungi*. 2nd ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company.

- Barnett, H.L. & B.B. Hunter. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi*. 4th ed. USA: Prentice-Hall, Inc.
- Boddy, L. & G.S. Griffith. (1989). Role of endophytes and latent invasion in the development of decay communities in sapwood of Angiospermous trees. *Sydowia*. 41: 41-73.
- Cohen, D & Susan D. (2004). Endophytic-host Selectivity of *Discula umbrinella* on *Quercus alba* and *Quercus rubra* Characterized by Infection, Pathogenity and Mycelial Compatibility. *European journal of Plant Pathology* 110: 713-721
- Domsch, K.H., W. Gams, & T.H. Anderson. (1980). *Compendium of soil fungi*. Vol 1. London: Academic Press.
- Ellis, M.B. (1971). *Dematiaceous Hypomycetes*. England: Commonwealth Mycological Institute.
- Farr, D.F. & A.Y. Rossman. (2013). Fungal databases, systematic mycology and microbiology laboratory, ARS, USDA.
- Horton, T.R. & T.D. Burns. (2001). The molecular revolution in ectomycorrhizal ecology: Peeking into the black box. *Molecular Ecology*. 52: 577-586.
- Howard, S.J. E. Harrison, P. Bowyer, J. Varga & D.W. Denning. (2011). Cryptic species and azole resistance in the *Aspergillus niger* complex. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 55(10): 4802-4809.
- Huang, J., J. Xu, Z. Wang, D. Khan, S. I. Niaz, Y. Zhu, Y. Lin, J. Li & L. Liu. (2016). New lasiodiplodins from mangrove endophytic fungus *Lasiodiplodia* sp. 318. *Natural Product Research*. 31(3): 326-332.
- Ilyas, M., M. Rahmansyah, & A. Kanti. (2006). *Seri Panduan: Teknik Isolasi Fungi*. Jakarta: LIPI-Press.
- Kobayashi, T. (1970). *Taxonomic studies of Japanese Diaphorthaceae with special reference to their life-histories*. Japan: Hokkaido University.
- Kozakiewicz, Z. (1989). *Aspergillus* species in stored products. *Mycological Papers* 161: 1-188.
- Kumar, S., R. P. Aharwal, H. Shukla & R.C. Rajak. (2014). Endophytic Fungi: As a Source of Antimicrobials Bioactive Compounds. *World Journal of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences* 3 : 1179-1197.
- Maehara S, Simanjuntak P, Maetani Y, Kitamura C, Ohashi K, & Shibuya H. (2010). Composition of endophytic fungi living in *Cinchona ledgeriana* (Rubiaceae). *Journal of Natural Medicines* 64: 227-230.
- Maehara S, Simanjuntak P, Kitamura C, Ohashi K, & Shibuya H. (2011). *Cinchona* alkaloids are also produced by an endophytic filamentous fungus living in *Cinchona* plant. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 59: 1073-1074.
- Nakagiri, A. (2005). Preservation of fungi and freezing methods. Dalam: Workshop on Preservation of Microorganisms. Cibinong: NITE BRC & RC for Biotechnology-LIPI.
- Okane, I., A. Nakagiri, & T. Ito. (2001a). Identity of *Guignardia* sp. inhabiting ericaceous plants. *Canadian Journal of Botany*. 79(1): 101-109.
- Okane, I., A. Nakagiri, & T. Ito. (2001b). *Surculiseries rugispora* gen. et sp. nov., a new endophytic mitosporic fungus from leaves of *Bruguiera gymnorrhiza*. *Mycoscience*. 42: 115-122.
- Okane, I., A. Nakagiri, & T. Ito. (2001c). Assemblages of endophytic fungi on *Bruguiera gymnorrhiza* in the Shiira river basin, Iriomoto island. *IFO Research Communications*. 20: 41-49.
- Paul, N.C., & Seung, H.Y. (2011). *Endophytic Fungi from Medicinal Plants in Korea*. Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing.
- Petrini, O. (1986). Taxonomy of endophytic fungi of aerial plant tissues. In: Microbiology of the phyllosphere. Fokkema, N.J. and J. van den Heuvel. (eds). Cambridge University Press, England: 175-187.
- Rubini, M.R., R.T. Silva-Ribeiro, A.W.V. Pomella, C.S. Maki, W.L. Araujo, D.R. dos Santos, & J.L. Azedevo. (2005). Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis pernicios*, causal agent of witches broom disease. *International Journal of Biological Sciences*. 1: 24-33.
- Samson, R.A., J.A.M.P. Houbaken, A.F.A. Kuijpers, J.M. Frank & J.C. Frisvad. (2004). New ochratoxin A or sclerotium producing species in *Aspergillus* section *Nigri*. *Studies in Mycology* 50: 45-61.
- Sutton, B.C. (1980). *The Coelomycetes*. England: Commonwealth Mycological Institute.

- Tan, R.X. & W.X. Zou. (2001). Endophytes: A rich source of functional metabolites. *Nat. Prod. Rep.*, 18: 448-459.
- Tanaka, M. H. Sukiman, M. Takebayashi, K. Saito, M.S. Prana, & F. Tomita. (1999). Isolation, screening, and phylogenetic identification of endophytic plants in Hokkaido and Java Indonesia. *Microbes and Environments*. 14(4): 237-241.
- Varga, J., J.C. Frisvad, S. Koscube, B. Brankovics, B. Toth, G. Szigeti & R.A. Samson. (2011). New and revisited species in *Aspergillus* section *Nigri*. *Studies in Mycology* 69: 1-17.
- Webster, J. (1980). *Introduction to Fungi*. 2nd ed. Melbourne: Cambridge University Press.

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI KAPANG *Aspergillus* HITAM PADA RHIZOSFER MARGA *Piper* DI KEBUN RAYA EKA KARYA, BEDUGUL BALI

Muhammad Ilyas^{*1}, Dian Alfian Nurcahyanto¹, Iman Hidayat¹, Wibowo Mangunwardoyo²

^{*1}Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi- LIPI, Cibinong 16911

²Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok 16424

e-mail: ilyasmould@yahoo.com

Abstrak. Telah dilakukan isolasi dan identifikasi kapang *Aspergillus* hitam (*Aspergillus section Nigri sensu Gams et al., 1985*) yang menempati relung rhizosfer tumbuhan *Piper* di Kebun Raya Eka Karya, Bedugul Bali. Isolasi kapang dilakukan dengan menggunakan metode pengenceran sampel dan dalam penelitian ini dilakukan identifikasi terhadap 20 strain kapang *Aspergillus* hitam terseleksi. Identifikasi kapang terseleksi dilakukan melalui pendekatan morfologi, molekuler dan analisis filogenetik. Identifikasi secara morfologi dilakukan dengan mengamati ciri dan karakter fenotip kapang pada media czapek yeast extract agar (CYA) dan malt extract agar (MEA). Hasil analisis morfologi dalam penelitian ini belum dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan membedakan ke-20 strain pada tingkat takson spesies. Identifikasi berdasarkan analisis molekuler dan analisis filogenetik menggunakan metode neighbor-joining (NJ) berdasarkan data dan analisis sekuen ITS rDNA menunjukkan bahwa dari 20 strain *Aspergillus* hitam terseleksi, 4 strain (P08, P09, P12, dan P13) memiliki kedekatan secara genotip dan teridentifikasi sebagai taksa *Aspergillus aculeatus sensu stricto*, 3 strain (P03, P10, dan P14) teridentifikasi sebagai *Aspergillus japonicus sensu stricto*, 4 strain (P04, P05, P06, dan P07) teridentifikasi sebagai *Aspergillus niger sensu lato* dan 9 strain (P01, P02, P11, P15, P16, P17, P18, P19, dan P20) teridentifikasi sebagai *Aspergillus tubingensis sensu stricto*.

Kata kunci: *Aspergillus* hitam, isolasi, identifikasi, sekuen ITS rDNA.

PENDAHULUAN

Kapang *Aspergillus* hitam atau *Aspergillus section Nigri sensu Gams et al (1985)* adalah subkelompok dari kelompok kapang marga *Aspergillus*. Habitat utama kelompok kapang tersebut adalah di tanah meskipun banyak diantaranya telah diisolasi dari berbagai macam substrat (Kozakiewicz, 1989; Abarca et al, 2004; Samson et al, 2004). Kapang *Aspergillus* hitam memiliki peran dan dampak yang sangat nyata dalam kehidupan sosial ekonomi manusia khususnya dalam bidang bioteknologi, mikologi pangan, dan mikologi kedokteran (Bennet & Klich, 1992; Samson et al, 2007; Varga et al, 2011). Melalui mekanisme fermentasi, kapang *Aspergillus* hitam secara umum digunakan jasanya untuk menghasilkan produk berupa enzim-enzim ekstraselular seperti amilase dan lipase serta produk metabolit lainnya seperti asam sitrat dan asam glukonat (Varga et al, 2000; de Vries et al, 2004; Howard et al, 2011; Silva et al, 2011). Selain memiliki potensi ekonomi beberapa strain *Aspergillus* hitam juga merugikan karena dapat menyebabkan biodeteriorasi dan kerusakan pada produk makanan. Beberapa strain kapang *Aspergillus* hitam diketahui dapat menghasilkan racun ochratoxin A (OTA) yang sering mengontaminasi produk pertanian dan minuman anggur (Varga et al, 1996; Cabanes et al, 2002; Serra et al, 2006; Perrone et al, 2008).

Kapang *Aspergillus* hitam adalah salah satu kelompok kapang yang sukar untuk diidentifikasi dan diklasifikasi. Hal tersebut disebabkan karena kapang *Aspergillus* hitam memiliki sangat banyak variasi ciri dan karakter morfologi maupun fisiologi (Parenicova et al, 2001; Varga et al, 2007; Samson et al, 2007). Pengenalan taksa anggota kelompok *Aspergillus* hitam secara konvensional berdasarkan ciri dan karakter morfologi seperti warna, bentuk, ukuran, dan ornamentasi konidia masih tetap digunakan untuk identifikasi dan klasifikasi beberapa strain (Kozakiewicz, 1989; Samson et al, 2004). Identifikasi secara morfologi bermanfaat sebagai pengelompokan awal karena dapat digunakan untuk membedakan kapang *Aspergillus* hitam menjadi dua subkelompok besar yaitu kelompok *uniseriate* dan *biseriate*. Namun untuk selanjutnya, identifikasi yang hanya berdasarkan karakter morfologi saja tidak dapat diterapkan karena akan banyak menimbulkan kerancuan. Sebagai contoh

kapang *Aspergillus niger* dengan *Aspergillus awamori* secara morfologi kedua taksa tersebut tidak dapat dibedakan satu dengan lainnya. Kedua taksa kapang tersebut secara morfologi dan fisiologi memiliki kesamaan ciri dan karakter karena keduanya tergolong sebagai *cryptic species* (Perrone et al, 2011; Howard et al, 2011). Oleh karena itu identifikasi dengan pendekatan lain seperti analisis molekuler perlu dilakukan untuk menentukan identitas kapang *Aspergillus* hitam secara lebih baik (Parenicova et al, 2001; Samson et al, 2007; Varga et al, 2007).

Berbagai pendekatan metode molekuler telah digunakan untuk mengidentifikasi dan membedakan anggota-anggota taksa kapang *Aspergillus* hitam. Metode tersebut diantaranya adalah *restriction fragment length polymorphisms* (RFLPs), *random amplified polymorphic DNA* (RAPD), *polymerase chain reaction* -RFLP (PCR-RFLP), dan analisis sekuensing pada lokus DNA spesifik (Geiser et al, 2007; Samson et al, 2007). Diantara berbagai teknik dan pendekatan molekuler tersebut, hingga saat ini identifikasi berbasis analisis sekuen adalah yang paling luas digunakan. Identifikasi berbasis analisis sekuensing banyak digunakan karena efektif dan akurat dalam mengidentifikasi dan membedakan anggota-anggota taksa *Aspergillus* hitam. Analisis sekuensing untuk mengidentifikasi *Aspergillus* hitam umumnya adalah analisis multilokus dengan daerah target amplifikasi utama adalah lokus gen ITS, β -*tubulin*, dan *calmodulin* (Geiser et al, 2007; Varga et al, 2007; Peterson, 2008; Howard et al, 2011).

Lebih dari 50% spesies-spesies kapang *Aspergillus* hitam berada di daerah tropis, namun jenis yang dipertelakan sebagian besar berasal dari daerah subtropis (Domsch et al, 1980). Tumbuhan *Piper* adalah tumbuhan yang memiliki sebaran utama di daerah tropis. Marga *Piper* memiliki keanekaragaman tinggi dengan lebih dari 1000 spesies (Huber, 1987; Mabberley, 1987; van Steenis, 1998). Berbagai mikroorganisme memiliki asosiasi yang kuat dengan rhizosfer tumbuhan. Kapang rhizosfer merupakan salah satu kelompok mikroorganisme yang telah dilaporkan dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit dan dapat memacu pertumbuhan tanaman sehingga termasuk dalam kelompok *plant growth promoting fungi* (PGPF) (Meera et al, 1994; Hyakumachi & Kubota, 2003). Isolasi kapang dari sampel rhizosfer lada hitam (*Piper nigrum* L.) sebelumnya menghasilkan 14 marga kapang dan didominasi diantaranya oleh marga *Aspergillus* (Noveriza & Quimio, 2004). Dalam penelitian ini akan dilakukan isolasi dan identifikasi isolat kapang *Aspergillus* hitam terseleksi dari rhizosfer *Piper* asal Kebun Raya Eka Karya, Bedugul Bali. Identifikasi dilakukan melalui pendekatan secara morfologi, molekuler dan analisis filogenetik.

BAHAN DAN METODE

Isolasi, Enumerasi, dan Purifikasi Kapang

Isolasi kapang *Aspergillus* hitam dilakukan di laboratorium dengan teknik pengisolasian tidak langsung menggunakan metode pengenceran sampel (Ando et al, 2003; Ilyas et al, 2006). Adapun teknik pengisolasian kapang dilakukan dengan tahapan kerja sebagai berikut; 10 g sampel tanah ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer berisi 90 ml akuades steril (pengenceran 10^{-1}), kemudian vorteks hingga homogen (sediaan I). Sebanyak 1 ml sediaan I dimasukkan ke dalam 9 ml akuades steril (pengenceran 10^{-2}), lalu divorteks hingga homogen (sediaan II). Selanjutnya dengan langkah yang sama dilakukan proses pengenceran berikutnya hingga diperoleh pengenceran sampel 10^{-3} (sediaan III). Sebanyak 200 μ l sediaan II dan III dituang atau disebar pada media *Rose Bengal Chloramphenicol Agar* (RBCA) dan masing-masing dibuat sebanyak tiga ulangan. Biakan selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 3--7 hari. Jumlah koloni kapang *Aspergillus* hitam yang tumbuh hasil TPC dihitung rerata koloninya (CFU)/ml dan dipilih untuk diisolasi dan ditransfer ke dalam media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Koloni kapang yang tumbuh selama proses isolasi, dimurnikan dengan propagasi koloni yaitu memotong dan mentransfer secara aseptik sebagian miselium kapang ke dalam media kultur baru (Alexopoulos et al, 1996).

Preservasi kapang

Preservasi isolat kapang *Aspergillus* hitam dilakukan dengan mengikuti panduan yang ditetapkan oleh Federasi Kultur Koleksi Dunia (WFCC). Preservasi dilakukan dengan metode penyimpanan pada agar miring, *mineral oil layering* dan *freezing* pada suhu -80°C dengan larutan 10% (v/v) gliserol dan 5% (w/v) *trehalose* sebagai *cryoprotectant*. Uji viabilitas dan pemantauan kualitas

isolat yang disimpan dilakukan dengan melakukan analisis *accelerated rate storage test* (Nakagiri, 2005).

Identifikasi morfologi

Isolat kapang *Aspergillus* hitam terseleksi ditumbuhkan pada cawan Petri berdiameter 9 cm yang berisi medium *czapek yeast extract agar* (CYA) dan *malt extract agar* (MEA). Isolat diinokulasikan sebanyak tiga titik pada setiap cawan kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25°C secara terbalik dan pada kondisi gelap. Untuk pengamatan mikroskopis, dibuat preparat dengan 60% (v/v) *lactic acid* sebagai *mounting medium*. Beberapa tetes alkohol juga ditambahkan pada preparat untuk menghilangkan gelembung udara dan membuang kelebihan konidia yang melimpah pada isolat *Aspergillus* hitam. Pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop cahaya Olympus BX53 dengan pembesaran hingga 1000X menggunakan minyak imersi. Dokumentasi mikroskopis menggunakan kamera Olympus DP 26 yang terhubung dengan komputer. Data pengamatan morfologi makroskopis dan mikroskopis disajikan dalam bentuk tabel mengikuti panduan Klich (2002).

Identifikasi molekuler

Identifikasi secara molekuler dilakukan berdasarkan analisis *Deoxyribo Nucleic Acid* (DNA) secara parsial pada lokus gen *Internal Transcribed Spacer* (ITS) *ribosomal* DNA. Tahapan kerja analisis *genotipe* untuk mengidentifikasi *Aspergillus* hitam adalah sebagai berikut: Isolasi genom diawali dengan menumbuhkan isolat *Aspergillus* hitam dalam media cair PDB dan diinkubasi selama 48 jam. Biomassa berupa miselia kapang selanjutnya dipanen untuk proses ekstraksi DNA. Ekstraksi DNA total kapang dilakukan dengan menggunakan reagen nucleon PHYTOpure (Amersham LIFE SCIENCE) menggunakan tahapan kerja ekstraksi sesuai dengan prosedur yang disarankan produsen reagen.

Amplifikasi PCR dilakukan dengan volume total 25 µl terdiri dari campuran 10 µl *nuclease free water*, 12,5 µl GoTaq Green Master Mix (Promega), 0,5 µl DMSO, 0,5 µl primer (10 pmol), dan 1 µl (konsentrasi 5 hingga 10 ng/µl) ekstrak genom DNA sebagai cetakan. Perangkat primer pada lokus ITS1, 5.8S, dan ITS2 rDNA menggunakan primer ITS 4 (5'-- TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC - 3') dan primer ITS 5 (5'--GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G -3') (White et al, 1990). Amplifikasi PCR dilakukan dalam sebuah alat PCR TAKaRa PCR Thermal Cycler P650 (TAKARA BIO Inc.) diprogram dengan kondisi berikut: denaturasi awal pada suhu 95°C selama 3 menit, pengulangan sebanyak 35 siklus dari pembukaan untai DNA pada suhu 95°C selama 30 detik, penempelan primer pada suhu 55°C selama 30 detik, dan pemanjangan primer pada suhu 72°C selama 1 menit.

Purifikasi hasil PCR dilakukan menggunakan metode *PEG precipitation* (Hiraishi et al, 1995). Hasil PCR yang telah dipurifikasi selanjutnya disiklus sekuensing. Hasil siklus sekuensing dipurifikasi kembali dengan *Ethanol purification method*. Analisis pembacaan urutan basa nitrogen menggunakan *automated DNA sequencer* (ABI PRISM 3130 Genetic Analyzer) (Applied Biosystems). Reaksi sekuensing dilakukan menggunakan reagen BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Applied Biosystems) dengan protokol tahapan kerja sesuai dengan instruksi produsen. Reaksi sekuensing memiliki volume total 10 µl dengan tingkat pengenceran 1/8 terdiri atas campuran 1 µl *PCR product* (konsentrasi 25 to 50 ng/µl), 0.5µl BDT RR mix, 1.75 µl 5X *sequence buffer*, 0.5 µl primer, dan 6.25µl *ultrapure sterile water*. Reaksi siklus sekuensing dilakukan dalam mesin TAKaRa PCR Thermal Cycler P650 (TAKARA BIO Inc.) diprogram dengan kondisi 25 siklus reaksi dengan tahapan denaturasi pada suhu 96°C selama 10 detik diikuti penempelan primer pada suhu 55°C selama 5 detik dan pemanjangan primer pada suhu 60°C selama 4 menit. Produk sekuensing selanjutnya dimurnikan menggunakan metode pemurnian ethanol. Sampel sekuensing yang telah murni selanjutnya dianalisis dalam mesin sekuenser ABI PRISM 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems). Data mentah hasil sekuensing diedit melalui proses *trimming* dan *assembling* dengan program ChromasPro *version* 1.5 (<http://www.technelysium.com.au/ChromasPro.html>). Data hasil *trimming* dan *assembling* selanjutnya dikonversi ke dalam bentuk FASTA format dan selanjutnya di BLAST secara *on line* di pusat *data base DNA Data Bank of Japan* (DDBJ) (<http://www.ddbj.nig.ac.jp>) dan atau *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) untuk mencari takson dengan homologinya terdekat.

Analisis hasil sekuensing dan konstruksi pohon filogenetik

Data mentah hasil sekuensing diedit melalui proses *trimming* dan *assembling* dengan program ChromasPro *version*1.5 (<http://www.technelysium.com.au/ChromasPro.html>). Data hasil *trimming* dan *assembling* selanjutnya dikonversi ke dalam bentuk FASTA format dan selanjutnya di BLAST untuk mencari homologi secara *on line* di pusat data base DNA Data Bank of Japan (DDBJ) (<http://www.ddbj.nig.ac.jp>) dan atau National Center for Biotechnology Information (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>).

Data sekuens yang telah di BLAST kemudian disejajarkan (*multiple alignment*) dengan data genom yang telah didaftarkan/ diunduh dari NCBI menggunakan program Muscle (<http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/muscle>). Analisis filogenetik pada data-data sekuens dilakukan menggunakan *neighbor-joining method* (NJ method) dan *maximum-parsimony method* (MP method). Analisis filogenetik untuk NJ (Saito dan Nei 1987) menggunakan program *molecular evolutionary genetics analysis* (MEGA) versi 5.05 dengan algoritma *Jukes-Cantor model* (Kumar *et al.* 2008). Kekuatan pohon filogenetik dianalisis dengan menggunakan analisis *bootstrap* sebanyak 1000 kali ulangan. *Maximum composite likelihood* digunakan sebagai model substitusi yang meliputi transisi dan transversi adapun *gap* diperlakukan sebagai *'missing data'*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penghitungan rerata jumlah koloni kapang *Aspergillus* hitam dari sampel tanah dan rhizosfer *Piper* berkisar antara 15×10^3 - 190×10^3 CFU/ml. Data rerata koloni kapang *Aspergillus* hitam hasil TPC pada setiap lokasi pengambilan sampel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata koloni kapang *Aspergillus* hitam hasil TPC pada sampel

No.	Kode sampel	Relung	Rerata CFU*/ ml (x 10 ³)
1	P1Rh1	Tanah + rhizosfer <i>Piper bantamense</i> Blumei	15
2	P2Rh2	Tanah + rhizosfer <i>Piper nigrum</i> L.	96,5
3	P3Rh3	Tanah + rhizosfer <i>Piper betle</i> L.	190
4	P4Rh4	Tanah + rhizosfer <i>Piper sarmentosum</i> Roxb.	145
5	P5Rh5	Tanah + rhizosfer <i>Piper macropiper</i> Pennant	75

*) Colony Forming Unit

Isolat *Aspergillus* hitam yang ditumbuhkan pada media *czapek yeast extract agar* (CYA) dan *malt extract agar* (MEA) seluruhnya dapat tumbuh dengan baik. Hal tersebut ditandai dengan tidak adanya perbedaan rerata diameter koloni secara nyata antar ke-20 strain selama 7 hari inkubasi. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum ke-20 strain dapat tumbuh secara optimum pada media yang cukup banyak mengandung senyawa organik. Sebagai organisme heterotrof kapang memerlukan ketersediaan senyawa organik untuk pertumbuhannya (Alexopoulos *et al.* 1996; Madigan *et al.* 2003). Adanya komponen *yeast extract* dan *sucrose* pada CYA dan *malt extract*, *peptone*, dan *glucose* pada MEA merupakan sumber C dan N organik yang diperlukan untuk pertumbuhan kapang *Aspergillus* (Bennet, 2010).

Pengamatan ciri dan karakter morfologi secara mikroskopis dilakukan pada isolat yang ditumbuhkan pada MEA dan CYA (Tabel 2). Seperti halnya karakter morfologi secara makroskopis, karakter morfologi secara mikroskopis juga bervariasi. Secara mikroskopis kapang *Aspergillus* hitam memiliki konidia berwarna coklat tua sampai hitam, konidiofor berberkas *uniserial* atau *biseriate*, ujung konidiofor transparan atau berpigmen dan membengkak membentuk struktur vesikel yang pada umumnya berbentuk *spherical* (Klich 2002; Silva *et al.* 2011).

Tabel 2. Karakter mikroskopis 20 strain *Aspergillus section Nigri* dari Kebun Raya Eka Karya, Bedugul Bali

Strain	Inkubasi pada MEA 25°C Umur 7 Hari				Warna*, bentuk, dan ukuran sklerotia (mm) (Inkubasi pada CYA)	
	Konidiofor	Ukuran konidia (µm)	Bentuk konidia	Ornamentasi konidia	Diameter Vesikel (µm)	
P01	<i>Biseriate</i>	3.5 - 5	<i>Globular/subg lobular</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 60	Tidak ada
P02	<i>Biseriate</i>	3.5 - 5	<i>Globular/subg lobular</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 60	Tidak ada
P03	<i>Uniseriate</i>	4 – 5	<i>Ellipsoidal</i>	Berduri (<i>echinulated</i>)	20 – 35	Tidak ada
P04	<i>Biseriate</i>	3 – 5	<i>Globular/ellipsoidal</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 65	Tidak ada
P05	<i>Biseriate</i>	3 – 5	<i>Globular/ellipsoidal</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 65	Tidak ada
P06	<i>Biseriate</i>	3 – 5	<i>Globular/ellipsoidal</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 65	Tidak ada
P07	<i>Biseriate</i>	3 – 5	<i>Globular/ellipsoidal</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 65	Tidak ada
P08	<i>Uniseriate</i>	4 – 5	<i>Ellipsoidal</i>	Berduri (<i>echinulated</i>)	40 -60	Tidak ada
P09	<i>Uniseriate</i>	4 – 5	<i>Ellipsoidal</i>	Berduri (<i>echinulated</i>)	20 – 35	Tidak ada
P10	<i>Uniseriate</i>	3.5 - 5	<i>Ellipsoidal</i>	Berduri (<i>echinulated</i>)	40 -60	Tidak ada
P11	<i>Biseriate</i>	3.5 - 5	<i>Globular/subg lobular</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 60	Tidak ada
P12	<i>Uniseriate</i>	4 – 5	<i>Ellipsoidal</i>	Berduri (<i>echinulated</i>)	40 -60	Tidak ada
P13	<i>Uniseriate</i>	4 – 5	<i>Ellipsoidal</i>	Berduri (<i>echinulated</i>)	40 -60	Tidak ada
P14	<i>Uniseriate</i>	4 – 5	<i>Ellipsoidal</i>	Berduri (<i>echinulated</i>)	20 – 35	<i>Globular</i> , krem (10 YR 9/1), 0.5-0.8
P15	<i>Biseriate</i>	3 – 5	<i>Globular/subg lobular</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	32 – 64	<i>Globular</i> , putih (N 9.5), 0.4-0.8
P16	<i>Biseriate</i>	3 – 5	<i>Globular/subg lobular</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	31 – 65	<i>Globular</i> , putih (N 9.5), 0.5-0.8
P17	<i>Biseriate</i>	3.5 - 5	<i>Globular/subg lobular</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 60	Tidak ada
P18	<i>Biseriate</i>	3.5 - 5	<i>Globular/subg lobular</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 65	<i>Globular</i> , krem (10 YR 9/1), 0.6-0.9
P19	<i>Biseriate</i>	3 – 5	<i>Globular/subg lobular</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 60	Tidak ada
P20	<i>Biseriate</i>	3 – 5	<i>Globular/subg lobular</i>	Berduri halus (<i>warty</i>)	30 – 60	<i>Globular</i> , krem (10 YR 9/1), 0.5-0.8

Keterangan : (*) Kode dan deskripsi warna berdasarkan buku katalog warna *Korean Image Scale of Colour*

Kultur yang ditumbuhkan pada media MEA dari 20 strain terseleksi 7 strain memiliki berkas konidiofor *uniseriate* (P03, P08, P09, P10, P12, P13, P14) dan 13 strain memiliki konidiofor *biseriate* (P01, P02, P04, P05, P06, P07, P11, P15, P16, P17, P18, P19, P20). Ketujuh strain *uniseriate* memiliki konidia berbentuk *ellipsoidal*, diameter 4-5 µm, dan ornamentasi duri kasar (*echinulate*). Ukuran vesikel bervariasi pada kisaran diameter 20-60 µm. Strain *biseriate* yang berjumlah 13 memiliki konidia berbentuk *globular*, *subglobular*, dan atau *ellipsoidal*. Ukuran diameter konidia pada kisaran 3-5 µm, ornamentasi duri halus (*warty* atau *verrucose*) dan ukuran vesikel bervariasi pada

kisaran diameter 30-60 μm . Berdasarkan bentuk dan ornamantasi konidia *Aspergillus* hitam dapat dibedakan menjadi 2 kelompok. *Aspergillus atroviaoaceus*, *A. carbonarius*, *A. ellipticus*, *A. heteromorphus*, *A. helicothrix*, dan *A. japonicus* adalah kelompok spesies yang memiliki ornamantasi konidia *echinulate*, sedangkan *A. fonsecaeus*, *A. acidus*, *A. niger* var. *niger*, *A. niger* var. *phoenicis*, *A. niger* var. *ficuum*, *A. niger* var. *tubingensis*, *A. niger* var. *purvulurentus*, *A. niger* var. *awamori*, *A. citricus* (*A. foetidus*) dan *A. citritus* var. *pallidus* adalah spesies yang memiliki ornamen konidia *warty* atau *verrucose* (Kozakiewicz 1989; Samson *et al.* 2006).

Struktur sklerotia pada kultur yang ditumbuhkan pada MEA, hanya ditemukan pada strain P18 sedangkan pada media CYA sklerotia ditemukan pada strain P14, P15, P16, P18, dan P20. Sklerotia berbentuk *globular* berwarna putih (N 9.5) atau krem (10 YR 9/1) dan berukuran antara 0.4-0.9 mm. Beberapa spesies *Aspergillus* hitam dapat menghasilkan sklerotia seperti pada *A. aculeatus*, *A. ellipticus*, *A. carbonarius*, *A. costaricaensis*, *A. piperis*, *A. sclerotioniger*, *A. aculetianus* dan *A. sclerotiicarbonarius*. Spesies *A. sclerotiicarbonarius* mudah dikenali dari sklerotianya yang berwarna kuning-jingga. Sklerotia pada *A. tubingensis* hanya ditemukan pada beberapa strain sedangkan pada *A. niger* hampir tidak pernah ditemukan adanya sklerotia (Samson *et al.* 2007; Silva *et al.* 2011).

Meskipun demikian pada praktiknya secara morfologi banyak anggota spesies *Aspergillus* hitam yang tidak dapat dibedakan satu dengan lainnya. Seperti morfologi antara *Aspergillus niger* dengan *A. awamori* (Perrone *et al.* 2011) maupun *A. niger* dengan *A. niger sensu stricto*, yaitu *A. tubinensis*, *A. foetidus*, dan *A. brasiliensis* yang dikenal dengan spesies 'agregat' *A. niger* (Parenicova *et al.* 2001, Ferracin *et al.* 2009). Analisis lain seperti identifikasi molekuler mutlak diperlukan untuk validasi dan membedakan spesies-spesies anggota kelompok kapang *Aspergillus* hitam.

Hasil pensejajaran BLAST secara daring berdasarkan sekuen ITS rDNA disajikan pada Tabel 3. Panjang nukleotida yang disejajarkan secara daring di NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) berkisar antara 550-580 pasangan basa. Takson terdekat hasil BLAST berdasarkan sekuen ITS adalah strain P01, P02, P11, dan P17 memiliki kedekatan ciri genetik dengan *Aspergillus tubingensis* dengan kisaran homologi 99-100%. Strain P04, P05, P06, dan P07 memiliki kedekatan ciri genetik dengan *Aspergillus niger* dengan homologi 100%. Strain P03 dan P14 memiliki kedekatan sekuen ITS dengan *Aspergillus japonicus* dengan homologi 100%. Strain P08, P09, P12, P13, dan P14 memiliki kedekatan sekuen ITS dengan *Aspergillus aculeatus* dengan homologi 99-100%. Adapun strain P15, P16, P18, dan P20 berdasarkan sekuen ITS paling dekat dengan *Aspergillus* sp. r308 (HQ 649946) dengan homologi 99-100%.

Tabel 3. Hasil pensejajaran BLAST 20 strain *Aspergillus* section *Nigri* dari Kebun Raya Eka Karya, Bedugul Bali berdasarkan sekuen ITS rDNA

Strain	Takson terdekat hasil BLAST di NCBI	Accession Number	Similarity	Max Score	Query Coverage	E-value	Identities	Gaps
P 01	<i>Aspergillus tubingensis</i> A1KA	AM745112	99%	1038	99%	0.0	565/5 66	1/566 (1%)
P 02	<i>Aspergillus tubingensis</i> A1KA	AM745112	99%	1044	99%	0.0	568/5 69	1/569 (1%)
P 03	<i>Aspergillus japonicus</i> strain A1.1	EU833207	100%	1051	99%	0.0	569/5 69	0/569 (0%)
P 04	<i>Aspergillus niger</i> MACN2	AM745113	100%	1059	99%	0.0	573/5 73	0/573 (0%)
P 05	<i>Aspergillus niger</i> MACN2	AM745113	100%	1038	98%	0.0	562/5 62	0/562 (0%)
P 06	<i>Aspergillus niger</i> MACN2	AM745113	100%	1042	98%	0.0	564/5 64	0/564 (0%)
P 07	<i>Aspergillus niger</i> MACN2	AM745113	100%	1042	98%	0.0	564/5 64	0/564 (0%)
P 08	<i>Aspergillus aculeatus</i> A1.9	EU833205	100%	1057	100%	0.0	572/5 72	0/572 (0%)
P 09	<i>Aspergillus aculeatus</i> A1.9	EU833205	99%	1068	100%	0.0	569/5 70	1/570 (1%)

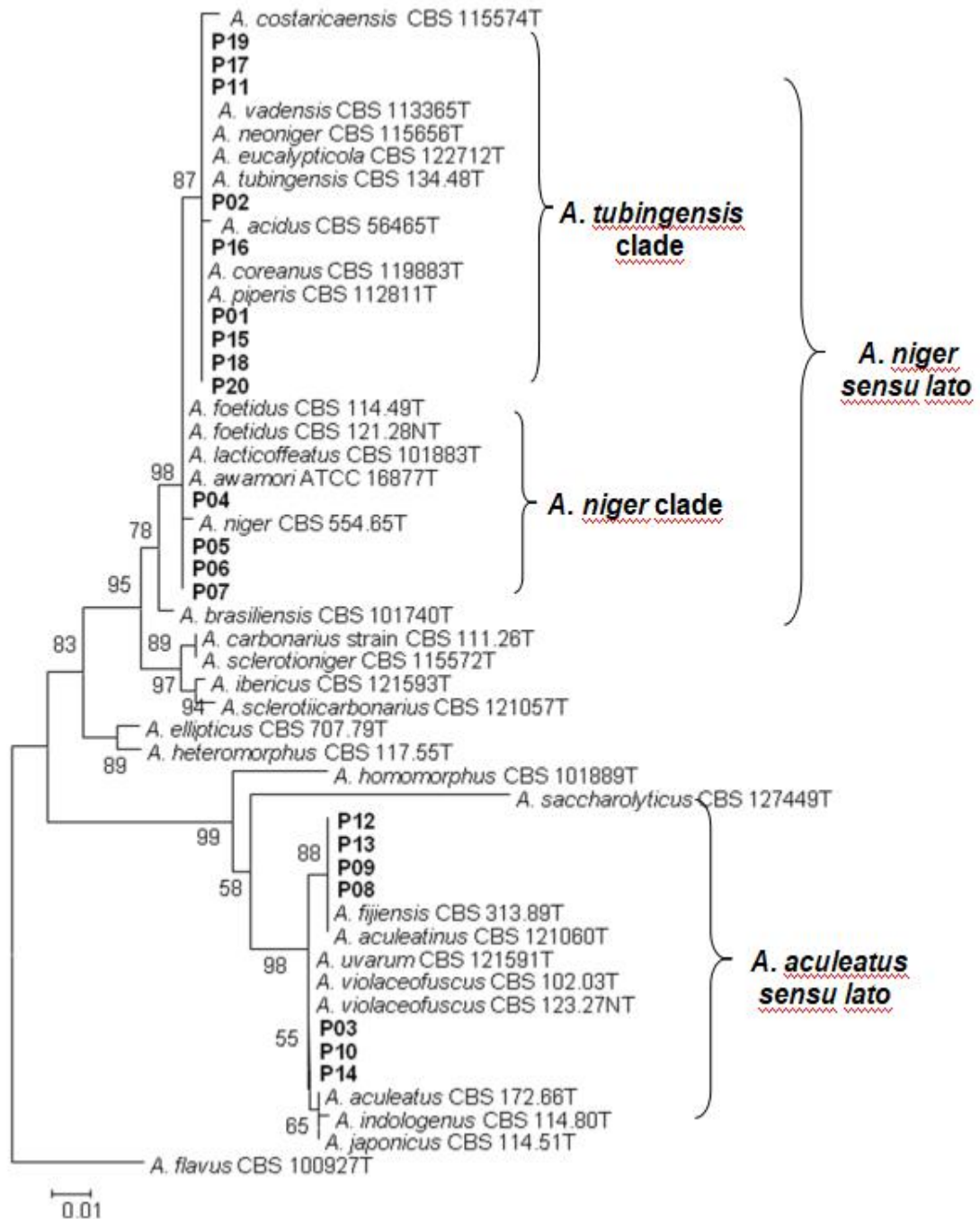
Strain	Takson terdekat hasil BLAST di NCBI	Accession Number	Similarity	Max Score	Query Coverage	E-value	Identities	Gaps
P 10	<i>Aspergillus aculeatus</i> UOA/HCPF 9163A	FJ878653	99%	994	98%	0.0	543/545	2/545 (1%)
P 11	<i>Aspergillus tubingensis</i> A1KA	AM745112	100%	1042	98%	0.0	564/564	0/564 (0%)
P 12	<i>Aspergillus aculeatus</i> A1.9	EU833205	99%	1009	98%	0.0	549/550	1/550 (1%)
P 13	<i>Aspergillus aculeatus</i> A1.9	EU833205	100%	1016	98%	0.0	550/550	0/550 (0%)
P 14	<i>Aspergillus japonicus</i> strain A1.1	EU833207	100%	1016	99%	0.0	578/578	0/578 (0%)
P 15	<i>Aspergillus</i> sp. r308	HQ649946	99%	1040	98%	0.0	567/568	1/568 (1%)
P 16	<i>Aspergillus</i> sp. r308	HQ649946	100%	1050	98%	0.0	568/568	0/568 (0%)
P 17	<i>Aspergillus tubingensis</i> A1KA	AM745112	99%	1044	98%	0.0	568/569	1/569 (1%)
P 18	<i>Aspergillus</i> sp. r308	HQ649946	99%	1040	98%	0.0	566/567	1/567 (1%)
P 19	<i>Aspergillus niger</i>	HQ850370	99%	1046	98%	0.0	578/580	1/580 (1%)
P 20	<i>Aspergillus</i> sp. r308	HQ649946	99%	1042	98%	0.0	567/568	1/568 (1%)

Berdasarkan hasil BLAST sekuen ITS di atas dapat disimpulkan sementara bahwa ke-20 strain terseleksi memiliki homologi yang tinggi dengan taksa yang telah teridentifikasi sebelumnya. Perbedaan basa pada sekuen ITS hanya berkisar 1-2 basa dengan *gap* antara 0-1 basa. Homologi yang tinggi pada ITS tidak sepenuhnya mengindikasikan independensi spesies kapang yang rendah. Sekuen ITS pada *Aspergillus* hitam termasuk *conserved* karena banyak anggota spesies *Aspergillus* hitam memiliki sekuen ITS yang identik. Sebagai contoh sekuen ITS *A. niger* identik dengan *A. lacticoffeatus*. Sekuen ITS *A. tubingensis* identik dengan *A. foetidus*, *A. vadensis*, dan *A. piperis*. Sekuen ITS *A. carbonarius* identik dengan *A. sclerotium*, *A. japonicus*, *A. aculeatus*, dan *A. uvarum* (Samson *et al.* 2007; Varga *et al.* 2007).

Dalam analisis filogenetik NJ panjang sekuen ITS sebagai *entry data* yang akan dianalisis pada kisaran 550-580 pasangan basa. Takson pembanding yang digunakan sebanyak 30 taksa *ingroup* *Aspergillus* hitam *type* dan *neotype strain* serta 1 taksa sebagai *outgroup*. Taksa yang digunakan sebagai *outgroup* adalah *A. flavus* CBS 100927^T (Gambar 1).

Analisis filogenetik dengan metode NJ pada lokus ITS rDNA terhadap 20 strain *Aspergillus* hitam terseleksi secara garis besar menghasilkan pohon filogenetik dengan 2 *clade* utama yaitu *clade biseriata* *A. niger sensu lato* dan *clade uniseriate* *A. aculeatus sensu lato* (Gambar 1). Kelompok *clade biseriata* *A. niger sensu lato* memiliki 2 *subclade* utama yaitu *subclade I* adalah *clade Aspergillus tubingensis* dan *subclade II* adalah *clade* 'agregat' *Aspergillus niger*. *Aspergillus tubingensis* memiliki sekuen ITS yang identik dengan *A. foetidus*, *A. vadensis*, dan *A. piperis* (Samson *et al.* 2007; Varga *et al.* 2007). Pada *subclade Aspergillus niger* yang terbentuk juga ditemukan *A. awamori* yang keduanya diketahui merupakan *cryptic species* (Perrone *et al.* 2011). Analisis parsial berdasarkan sekuen ITS menunjukkan keduanya masih banyak kemiripan secara genotip, sehingga kemungkinan keduanya berada dalam 1 cabang pohon filogenetik masih besar.

Kelompok *clade uniseriate* *A. aculeatus sensu lato* pada pohon filogenetik NJ menunjukkan 2 percabangan yang rapat, yaitu pada *subclade Aspergillus japonicus* dan *A. aculeatus*. Percabangan yang kurang terlihat dan terpisah pada kedua *subclade* sangat memungkinkan. Hal tersebut disebabkan karena taksa *Aspergillus japonicus*, *A. aculeatus*, dan *A. uvarum* memiliki sekuen ITS yang sangat identik (Samson *et al.* 2007; Varga *et al.* 2007). Secara umum hasil analisis filogenetik ini sesuai dengan hasil analisis pohon filogenetik pada sekuen ITS *type strain Aspergillus* hitam yang dilakukan sebelumnya oleh Samson *et al.* (2007).



Gambar 1. Pohon filogenetik 20 strain isolat *Aspergillus* hitam terseleksi berdasarkan analisis sekuen ITS rDNA. Analisis statistik dengan *Neighbor-Joining* (NJ) method, phylogeny test dengan bootstrap value 1000 resampling dan hanya nilai bootstrap > 50% yang tercantum.

Hasil analisis filogenetik NJ berdasarkan sekuen ITS menunjukkan bahwa *Aspergillus* hitam *biseriate* strain P01, P02, P11, P15, P16, P17, P18, P19, dan P20 berada satu *clade* dengan *A. tubingensis sensu lato* dengan nilai bootstrap 87%. Adapun *Aspergillus* hitam *biseriate* strain P04, P05, P06, dan P07 berada di dalam *clade* 'agregat' *Aspergillus niger* dengan nilai bootstrap 98%. Kelompok *Aspergillus* hitam *uniseriate* strain P08, P09, P12, dan P13 berada di dalam *clade* *Aspergillus aculeatus sensu stricto* dengan nilai bootstrap 88%. Sedangkan 3 strain *Aspergillus* hitam *uniseriate* P03, P10, dan P14 berada satu *clade* dengan *Aspergillus japonicus sensu stricto* dengan nilai bootstrap 65% (Gambar 1).

KESIMPULAN

Hasil karakterisasi morfologi secara makroskopis dan mikroskopis pada media MEA dan CYA menunjukkan bahwa ke-20 strain *Aspergillus* hitam yang dianalisis memiliki variasi fenotip yang tinggi. Hasil analisis morfologi dalam penelitian ini belum dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan membedakan ke-20 strain pada tingkat takson spesies. Identifikasi berdasarkan analisis molekuler dan analisis filogenetik menggunakan metode neighbor-joining (NJ) berdasarkan data dan analisis sekuen ITS rDNA menunjukkan bahwa dari 20 strain *Aspergillus* hitam terseleksi, 4 strain (P08, P09, P12, dan P13) memiliki kedekatan secara genotip dan teridentifikasi sebagai taksa *Aspergillus aculeatus sensu stricto*, 3 strain (P03, P10, dan P14) teridentifikasi sebagai *Aspergillus japonicus sensu stricto*, 4 strain (P04, P05, P06, dan P07) teridentifikasi sebagai *Aspergillus niger sensu lato* dan 9 strain (P01, P02, P11, P15, P16, P17, P18, P19, dan P20) teridentifikasi sebagai *Aspergillus tubingensis sensu stricto*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abarca, M.L., F. Accensi, J. Cano & F.J. Cabanes. (2004). Taxonomy and significance of black aspergilli. *Antonie van Leeuwenhoek*. 86: 33-49.
- Alexopoulos, C. J, C.W. Mims & M. Blackwell. (1996). *Introductory Mycology*. 4th ed. John Canada: Wiley & Sons Inc.
- Ando, K., C. Nakhashima, J-Y. Park, & M. Otoguro. (2003). Workshop on Isolation Methods of Microbes. Cibinong: NITE BRC & RC for Biotechnology-LIPI.
- Bennet, J.W. & M.A. Klich. (1992). *Aspergillus: Biology and Industrial Application*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Bennet, J.W. (2010). An overview of the genus *Aspergillus*. Dalam: Machida, M. & K. Gomi. *Aspergillus Molecular Biology and Genomics*. Norfolk: Caister Academic Press.
- Cabanes, F.J., F. Accensi, M.R. Bragulat, M.L. Abarca, G. Castela, S. Minguez & A. Pons. (2002). What is the source of ochratoxin A in wine? *International Journal of Food Microbiology* 79: 213-215.
- de Vries, R.P., K. Burgers, P.J.I. van de Vondervoort, J.C. Frisvad, R.A. Samson & J. Visser. (2004). A new black *Aspergillus* species, *A. vadensis*, is a promising host for homologous and heterologous protein production. *Applied and Environmental Microbiology* 70(7): 3954-3959.
- Domsch, K.H., W. Gams & T.H. Anderson. (1980). *Compendium of soil fungi*. Vol 1. London: Academic Press.
- Ferracin L.M. J.C. Frisvad, M.H. Taniwaki, B.T. Iamanaka, D. Sartori, M.E. Schapovaloff & M.H.P. Fungaro. (2009). Genetic relationships among strains of the *Aspergillus niger* aggregate. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 52: 241-248.
- Gams, W., M. Christensen, A.H.S. Onions, J.I. Pitt & R.A. Samson. (1985). Infrageneric taxa of *Aspergillus*. Dalam: Samson, R.A. & J.I. Pitt. *Advances in Penicillium and Aspergillus Systematics*. New York: Plenum Press.
- Geiser, D.M., M.A. Klich, J.C. Frisvad, S.W. Peterson, J. Varga & R.A. Samson. (2007). The current status of species recognition and identification in *Aspergillus*. *Studies in Mycology* 59: 1-10.
- Hiraishi, A., Y. Kamagata & N. Nakamura. (1995). Polymerase chain reaction amplification and restriction fragment length polymorphism analysis of 16S rRNA genes from methanogens. *Journals of Fermentation Bioengineering* 79: 523-529.
- Howard, S.J. E. Harrison, P. Bowyer, J. Varga & D.W. Denning. (2011). Cryptic species and azole resistance in the *Aspergillus niger* complex. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 55(10): 4802-4809.
- Hyakumachi, M. & M. Kubota. (2003). Fungi as plant growth promoter and disease suppressor. Dalam: Arora D. K. *Fungal Biotechnology in Agricultural, Food and Environmental Application*. Marcel Dekker.
- Ilyas, M., M. Rahmansyah, & A. Kanti. (2006). *Seri Panduan: Teknik Isolasi Fungi*. Jakarta: LIPI-Press.
- Kozakiewicz, Z. (1989). *Aspergillus* species in stored products. *Mycological Papers* 161: 1-188.

- Klich, M.A. (2002). *Identification of Common Aspergillus Species*. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmecultures.
- Kumar, S., M. Nei, J. Dudley & K. Tamura. (2008). MEGA: A biologist-centric software for evolutionary analysis of DNA and protein sequences. *Briefing in Bioinformatics* 9(4): 299-306.
- Mabberley, D.J. (1987). *The Plant Book*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Madigan, M.T., J.M. Martinko & J. Parker. (2003). *Brock Biology of Microorganisms*. 10th ed. Canada: Prentice Hall.
- Meera, M.S., M.B. Shivan, K. Kageyama & M. Hyakumachi. (1994). Plant Growth promoting fungi from Zoysiagrass rhizosphere as potential inducers of systemic resistance in cucumber. *Phytopathology* 84: 1399-1406.
- Nakagiri, A. (2005). Preservation of fungi and freezing methods. Dalam: Workshop on Preservation of Microorganisms. Cibinong: NITE BRC & RC for Biotechnology-LIPI.
- Noveriza, R. & T.H. Quimio. (2004). Soil mycoflora of black pepper rhizosphere in the Philippines and their in-vitro antagonisms against *Phytophthora capsii* L. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 5(1): 1-10.
- Parenicova, L., P. Skouboe, J. Frisvad, R.A. Samsons, L. Rossen, M. Hoor-Suykerbuyk & J. Visser. (2001). Combined molecular and biochemical approach identifies *Aspergillus japonicus* and *Aspergillus aculeatus* as two species. *Applied and Environmental Microbiology* 67(2): 521-527.
- Perrone, G., J. Varga, A. Susca, J.C. Frisvad, G. Stea, S. Kocsube, B. Toth, Z. Kozakiewicz & R.A. Samson. (2008). *Aspergillus uvarum* sp. nov., a uniseriate black *Aspergillus* species isolated from grapes in Europe. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 58: 1032-1039.
- Perrone, G. G. Stea, F. Epifani, J. Varga, J.C. Frisvad & R.A. Samson. (2011). *Aspergillus niger* contains the cryptic phylogenetic species *A. awamori*. *Fungal Biology* 115: 1138-1150.
- Peterson, S.W. (2008). Phylogenetic analysis of *Aspergillus* species using DNA sequences from four loci. *Mycologia* 100(2): 205-226.
- Saito, N. & M. Nei. (1987). The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 4:406-425.
- Samson, R.A., J.A.M.P. Houbraken, A.F.A. Kuijpers, J.M. Frank & J.C. Frisvad. (2004). New ochratoxin A or sclerotium producing species in *Aspergillus* section *Nigri*. *Studies in Mycology* 50: 45-61.
- Samson, R.A. P. Noonim, M. Meijer, J. Houbraken, J.C. Frisvad & J. Varga. (2007). Diagnostic tools to identify black aspergilli. *Studies in Mycology* 59: 129-145.
- Serra, R., F.J. Cabanes, G. Perrone, G. Castella, A. Venancio, G. Mule & Z. Kozakiewicz. (2006). *Aspergillus ibericus*: a new species of section *Nigri* isolated from grapes. *Mycologia* 98(2): 295-306.
- Silva, D.M., L.R. Batista, E.F. Rezende, M.H.P. Fungaro, D. Sartori & E. Alves. (2011). Identification of fungi of the genus *Aspergillus* section *Nigri* using polyphasic taxonomy. *Brazilian Journal of Microbiology* 42: 761-773.
- van Steenis, C.G.G.J. (1988). *Flora*. 5th ed. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Varga, J., E. Kevei, E. Rinyu, J. Teren & Z. Kozakiewicz. (1996). Ochratoxin production by *Aspergillus* species. *Applied and Environmental Microbiology* 62(12): 4461-4464.
- Varga, J., F. Kevei, Z. Hamari, B. Toth, J. Teren, J.H. Croft & Z. Kozakiewicz. (2000). Genotypic and phenotypic variability among black aspergilli. Dalam: Samson, R.A. & J.I. Pitt. *Integration of modern taxonomic methods for Penicillium and Aspergillus classification*. Amsterdam: Harwood Academics.
- Varga, J., S. Kocsube, B. Toth, J.C. Frisvad, G. Perrone, A. Susca, M. Meijer & R.A. Samson. (2007). *Aspergillus brasiliensis* sp. nov., a biseriata black *Aspergillus* species with world-wide distribution. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 57: 1925-1932.
- Varga, J., J.C. Frisvad, S. Kocsube, B. Brankovics, B. Toth, G. Szigeti & R.A. Samson. (2011). New and revisited species in *Aspergillus* section *Nigri*. *Studies in Mycology* 69: 1-17.

White, T.J., T.D. Bruns, S.B. Lee, & J.W. Taylor. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal rDNA genes for phylogenetics. Dalam: Innis, M.A., D.H. Gelfand, J.J. Sninsky & T.J. White. *PCR protocols*. San Diego: Academic Press.

AKTIVITAS ANTIFUNGI BAKTERI ASAM LAKTAT DARI SALURAN PENCERNAAN AYAM KAMPUNG TERHADAP KAPANG *Aspergillus flavus*

Siti Nur Jannah¹, Novera Natasia², MG Isworo Rukmi³ dan Susiana Purwantisari⁴

^{1,2,3,4}Biotechnology laboratorium, Department of Biology, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang, 50275, Central of Java, Indonesia.
e-mail: nurjannah.suroso@gmail.com

Abstrak. Kontaminasi kapang *Aspergillus flavus* banyak menyerang bahan pangan dan pakan, khususnya biji-bijian pada saat proses penyimpanan. Hal ini dapat menurunkan kualitas bahan pangan dan pakan yang disimpan. Penggunaan agen biologis berupa mikroba yang memiliki aktivitas antifungi menjadi solusi menjanjikan dan penting untuk dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antifungi isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) dari saluran pencernaan ayam kampung terhadap pertumbuhan *A. flavus*. Isolat BAL pencernaan ayam kampung yang diujikan berasal dari bagian usus besar, ventrikulus, dan crop. Inokulum BAL yang digunakan, yaitu suspensi sel dan supernatan bebas sel (SBS). Sebanyak 6 isolat BAL (*Bub1*, *Bub3*, *Bub4*, *V52*, *C51*, dan *NNB*) diuji untuk mengetahui potensi aktivitas antifunginya dengan menggunakan metode difusi sumur dan kultur terendam. Hasilnya menunjukkan ke-5 suspensi sel isolat BAL membentuk zona hambat, kecuali *Bub1*, sedangkan semua SBS BAL menunjukkan terbentuknya zona hambat terhadap pertumbuhan *A. flavus* pada medium MRSA. Selanjutnya, aktivitas antifungi BAL terhadap *A. flavus* dilihat dengan mengukur berat kering miselium yang dihasilkan, serta persentase penghambatan selama masa inkubasi, menunjukkan bahwa ke-6 isolat BAL, baik suspensi sel maupun SBS memiliki aktivitas antifungi terhadap *A. flavus*. BAL *Bub3* dan *NNB*, baik suspensi sel maupun SBS menunjukkan aktivitas antifungi paling baik dibandingkan isolat BAL lainnya.

Kata kunci: Antifungi, Bakteri asam Laktat, *Aspergillus flavus*, difusi sumur, berat kering miselium

PENDAHULUAN

Pangan dan pakan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia dan hewan. Penurunan kualitas bahan pangan dan pakan yang terjadi salah satunya disebabkan oleh pertumbuhan kapang yang banyak menyerang pada masa penyimpanan, seperti pada biji-bijian. Gudang sebagai tempat penyimpanan hasil panen sangat berpengaruh terhadap kualitas bahan yang disimpan. Penurunan kualitas yang terjadi selama masa penyimpanan dapat menimbulkan kerugian yang tidak kecil. Kapang *Aspergillus* dan *Penicillium* merupakan jenis kapang yang sering ditemui pada penyimpanan bahan pangan dan pakan. Kapang gudang ini berkembang dengan cepat menyebabkan penurunan kualitas bahan pangan dan pakan yang disimpan (Pitt & Hocking, 2009).

A. flavus umumnya ditemukan pada penyimpanan biji-bijian, khususnya kacang tanah (Gandjar *et al.*, 2000). Kontaminasi *A. flavus* menyebabkan infeksi serius pada manusia. *A. flavus* menghasilkan banyak konidiospora yang mudah dilepaskan ke lingkungan sekitarnya melalui perantara udara, sehingga mudah terhirup oleh manusia yang berdampak buruk terhadap kesehatan (Kavanagh, 2005). Upaya untuk mencegah pertumbuhan *A. flavus* salah satunya dengan menjaga a_w bahan pangan dan pakan yang disimpan dalam kondisi cukup rendah. Penyimpanan bahan pangan ataupun pakan dalam jangka waktu lama (1 tahun atau lebih), memerlukan kondisi penyimpanan dengan a_w di bawah 0,68; untuk penyimpanan 6 bulan a_w 0,72; sedangkan a_w di atas 0,77 tidak aman atau rawan mengalami kontaminasi *A. flavus* kecuali dalam penyimpanan jangka pendek (Pitt & Hocking, 2009).

Salah satu cara untuk menghambat pertumbuhan kapang adalah dengan menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL) yang merupakan mikroba pengawet alami (*biopreservative microorganism*) karena mampu menghasilkan metabolit yang bersifat antimikroba. Kemampuan BAL untuk menghasilkan senyawa antimikroba menyebabkan bakteri ini berpotensi menekan dan mengurangi jumlah kapang kontaminan pada biji-bijian. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa beberapa

isolat BAL menunjukkan aktivitas antifungi terhadap kapang gudang yang mengkontaminasi biji-bijian (Laref & Guessas, 2013; Yang & Clausen, 2005; Arasu *et al.*, 2013).

Bakteri asam laktat ditemukan di berbagai lingkungan yang memiliki nutrisi melimpah dan terdapat secara alami pada berbagai produk makanan, seperti susu, daging, dan sayuran. Salah satu habitat BAL adalah saluran pencernaan ayam. Nallala & Jeevaratnam (2015) berhasil mendapatkan 113 isolat BAL dari saluran pencernaan ayam broiler, 60 isolat diantaranya memiliki aktivitas antimikroba, dan 13 dari antara 60 isolat tersebut menunjukkan aktivitas antifungi yang baik terhadap kapang gudang. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dan mengingat bahwa penelitian mengenai potensi isolat BAL saluran pencernaan ayam sebagai antifungi belum begitu banyak dilakukan, maka akan dilakukan penelitian potensi antifungi terhadap isolat BAL dari saluran ayam kampung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi aktivitas antifungi isolat bakteri asam laktat saluran pencernaan ayam kampung terhadap kapang *A. flavus*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang. Data hasil pengujian dianalisis secara statistik menggunakan metode *One-Way ANOVA* dengan program SPSS (*Statistical Product Services Solution*) 16.0. Apabila hasil uji *ANOVA* pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Duncan*.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu *Laminar Air Flow* (LAF), inkubator, erlenmeyer, cawan petri, tabung reaksi, tabung falcon, ose, *incubator shaker*, vorteks, mikropipet, tip, sentrifuge, *microwave*, oven, *millipore filter*, corong, jangka sorong, *haemocytometer*, *cork borer*, mikroskop, gelas objek, *objective micrometer*.

Bahan yang digunakan yaitu 6 isolat BAL hasil isolasi dari saluran pencernaan ayam kampung (Bub1, Bub3, dan Bub4 berasal dari usus besar; V52 berasal dari ventrikulus; C51 berasal dari crop; dan NNB berasal dari bagian saluran pencernaan lainnya), kapang *A. flavus* yang diperoleh dari FNCC UGM, medium MRS agar (Merck), medium MRS broth (Oxoid), medium PDA (Merck), kertas saring Whatman #1, membran filter Whatman 0,45 μm , akuades, Nystatin, pewarna Gram, *lactophenol*, *cotton swab*.

Pemeriksaan Kemurnian Kultur Bakteri Asam Laktat

Enam isolat BAL masing-masing diinokulasikan pada medium MRSA yang mengandung CaCO_3 1%, diinkubasi secara aerobik pada suhu 37°C selama 48 jam. Isolat murni BAL yang didapat diamati untuk menentukan bahwa isolat tersebut adalah BAL. Pengamatan yang dilakukan meliputi makroskopis untuk melihat karakteristik morfologi koloni, yaitu bentuk koloni, warna, tepian, dan elevasi; pengamatan mikroskopis dengan pewarnaan Gram; dan uji katalase.

Pemeriksaan Kemurnian *A. flavus*

A. flavus diperiksa kemurniannya dengan pengamatan morfologi secara makroskopis meliputi warna koloni dan tekstur koloni, dan pengamatan mikroskopis meliputi ada tidaknya fialid, metula, kepala konidia (bentuk dan tipe), vesikel (bentuk dan ukuran), dan konidia (ukuran dan bentuk).

Pemeliharaan Kultur

A. flavus dipelihara pada medium PDA miring, diinkubasi pada suhu 30°C selama 5 hari sampai terbentuk spora, dan disimpan pada suhu 4°C sebagai kultur stok. Isolat BAL dipelihara pada medium MRSA miring, diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam, dan disimpan pada suhu 4°C sebagai kultur stok.

Preparasi Suspensi Spora *A. flavus*

A. flavus diinokulasikan pada medium PDA miring, diinkubasi pada suhu 30°C selama 5 hari sampai membentuk spora. Spora dipanen dengan menambahkan akuades steril yang mengandung 0,1% Tween 80 dan digojog perlahan. Konsentrasi spora kapang *A. flavus* dihitung dengan menggunakan *counting chamber* untuk mendapatkan konsentrasi 10^7 spora/mL.

Preparasi Inokulum Bakteri Asam Laktat

Kultur BAL yang digunakan untuk perlakuan dalam bentuk suspensi sel BAL dan supernatan bebas sel (SBS). Isolat BAL pada medium MRSA berumur 48 jam diinokulasikan ke dalam 10 mL medium MRSB dalam tabung falcon dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kultur BAL selanjutnya disentrifugasi dengan kecepatan 2.000 rpm selama 45 menit dan disaring menggunakan *millipore filter* dengan ukuran pori 0,45 µm. Kultur ini akan digunakan sebagai inokulum BAL pada tahap skrining.

Uji Aktivitas Antifungi

a. Skrining Aktivitas Antifungi BAL

Suspensi spora *A. flavus* (10^7 spora/mL) diinokulasi pada permukaan MRSA dalam cawan petri dengan cotton *swab* steril, selanjutnya permukaan medium dibuat sumuran dengan diameter 6 mm dengan menggunakan *cork borer* steril, masing-masing 5 sumuran setiap cawan petri. Sebanyak 40 µL suspensi sel BAL dimasukkan ke dalam 3 sumuran, 1 sumuran digunakan sebagai kontrol positif dengan ditambah 40 µL larutan Nystatin 40 µg/mL, dan 1 sumuran digunakan sebagai kontrol negatif dengan ditambah 40 µL MRSB. Hal yang sama dilakukan untuk SBS BAL. Cawan petri diinkubasi pada suhu 30°C selama 72 jam. Aktivitas antifungi ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat, yang selanjutnya diukur menggunakan jangka sorong.

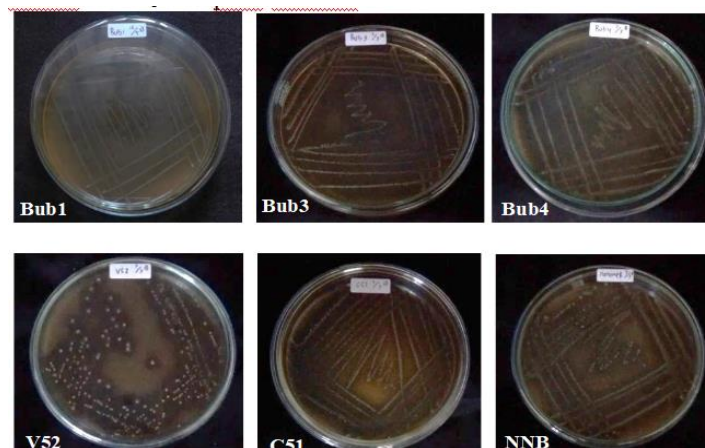
b. Aktivitas Antifungi BAL terhadap *A. flavus* dengan Kultur Terendam

Isolat BAL pada medium MRSA berumur 48 jam diinokulasikan ke dalam medium MRSB 100 mL, diinkubasi pada suhu 37°C dan *dishaker* dengan kecepatan 200 rpm selama 24 jam. Kultur BAL kemudian dibagi menjadi 2 secara aseptik ke dalam erlenmeyer steril masing-masing 50 mL. Lima puluh mL kultur selanjutnya disentrifugasi pada kecepatan 2.000 rpm selama 45 menit untuk mendapatkan SBS BAL dan disaring menggunakan *millipore filter* dengan ukuran pori 0,45 µm. Suspensi sel BAL dan SBS BAL masing-masing dimasukkan dalam erlenmeyer sebanyak 10 mL dan diinokulasi dengan 1% suspensi spora (10^7 spora/mL), sebagai kontrol digunakan suspensi spora yang diinokulasikan ke dalam medium MRSB. Seluruh perlakuan diinkubasi pada suhu 30°C selama 7 hari. Miselium kapang dipanen dengan cara menyaring kultur menggunakan kertas saring Whatman #1, dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 2 hari, atau sampai beratnya konstan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Kemurnian Bakteri Asam Laktat

Seluruh isolat BAL menunjukkan adanya zona bening di sekitar koloni pada medium MRSA (Gambar 1.), hal ini menunjukkan bahwa semua isolat yang diperiksa adalah benar BAL. Menurut Dewi (2012) BAL akan membentuk koloni berwarna putih dengan zona bening di sekitarnya pada medium MRSA dengan penambahan CaCO₃ 1% pada inkubasi selama 1-2 hari. Asam yang dihasilkan oleh bakteri akan bereaksi dengan CaCO₃, sehingga menghasilkan Ca-laktat yang larut dalam medium dan terlihat zona bening.



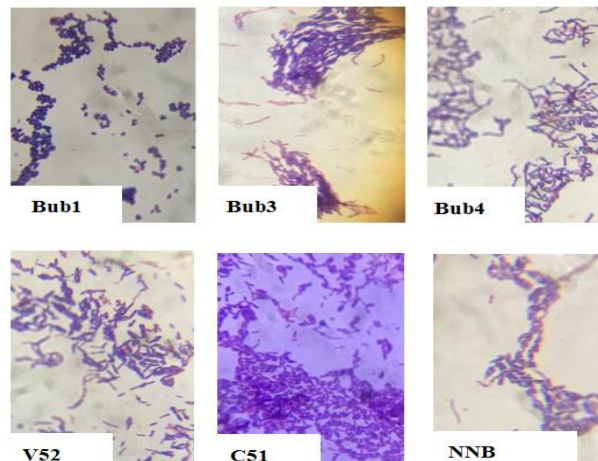
Gambar 1. Isolat Murni BAL Saluran Pencernaan Ayam Kampung

Hasil pengamatan morfologi koloni dan sel dari ke-6 isolat BAL pada medium MRSA yang mengandung CaCO₃ 1 % dapat dilihat pada Tabel 1. dibawah ini:

Tabel 1. Karakteristik Morfologi Koloni dan Sel Isolat BAL Saluran Pencernaan Ayam Kampung

Kode Isolat	Bentuk Koloni	Morfologi Koloni			Morfologi Sel	
		Tepian	Warna	Elevasi	Bentuk Sel	Gram
Bub1	Bulat	Rata	Putih susu	Cembung	Bulat	Positif
Bub3	Bulat	Rata	Putih susu	Cembung	Batang	Positif
Bub4	Bulat	Rata	Putih susu	Cembung	Batang	Positif
V52	Bulat	Rata	Putih susu	Cembung	Batang	Positif
C51	Bulat	Rata	Putih susu	Cembung	Batang	Positif
NNB	Bulat	Rata	Putih susu	Cembung	Batang	Positif

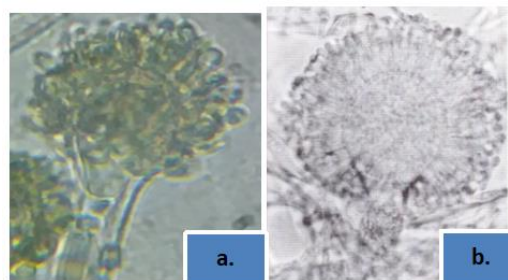
Semua isolat BAL merupakan bakteri gram positif dengan bentuk sel bakteri yang beragam. Satu isolat yaitu Bub1 berbentuk bulat (kokus), sedangkan ke-5 isolat lain berbentuk batang (basil). Uji katalase menunjukkan bahwa semua isolat BAL tidak menghasilkan katalase, yang ditandai dengan tidak terbentuknya gelembung udara. Hasil pengamatan terhadap sifat gram dan kemampuan menghasilkan katalase memenuhi karakter dari BAL, menurut Holzapfel & Wood (2014) sel BAL berbentuk sel batang atau bulat, katalase negatif, dan Gram positif. Halzopfel (2012) menyatakan terdapat variasi karakteristik BAL yang dapat terjadi, namun yang mutlak adalah sifatnya sebagai bakteri gram positif. Bakteri asam laktat yang selnya berbentuk batang adalah *Lactobacillus* dan yang berbentuk bulat, merupakan genus *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, dan *Pediococcus* (Salminen et al., 2004).



Gambar 2. Hasil Pewarnaan Gram BAL Saluran Pencernaan Ayam Kampung Perbesaran 1000x

Pemeriksaan Kemurnian *A. flavus*

Hasil pengamatan morfologi *A. flavus* secara mikroskopis dapat dilihat pada Gambar 3.

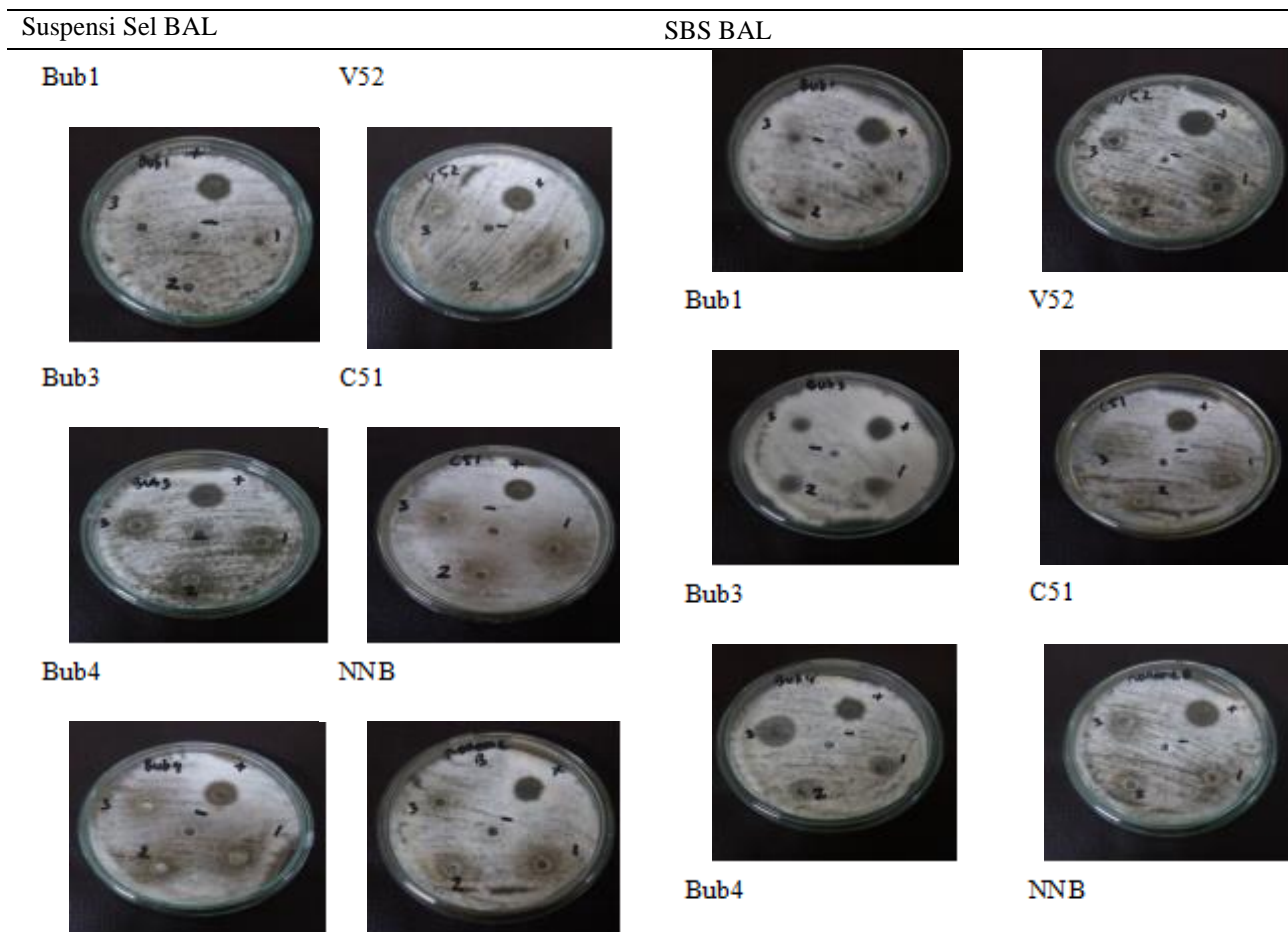


Gambar 3. Morfologi mikroskopis *A. flavus* (a.) Kepala konidia (400x) (b.) Referensi (3000x) (Klich, 2002)

Hasil pengamatan makroskopis *A. flavus* menunjukkan, koloni berwarna hijau zaitun dan bertekstur granular atau berbutir-butir. Kepala konidianya *radiate* dengan tipe *uniseriate*, konidia berbentuk *globose* berukuran 5 µm, konidiofor tidak berwarna berukuran 550 µm, dan vesikel berbentuk *spherical* berukuran 22,5 µm. Hasil pengamatan tersebut sesuai dengan karakteristik mikroskopis *A. flavus* yang dinyatakan oleh Klich (2002), yaitu kepala konidia berbentuk *radiate* hingga *columnar*, konidia berbentuk *globose* hingga *ellipsoidal* berukuran 3-8 µm, konidiofor berukuran 400-800 µm tidak berwarna atau coklat pucat, dan vesikel berbentuk *spherical* hingga *elongate* dengan ukuran 20-45 µm.

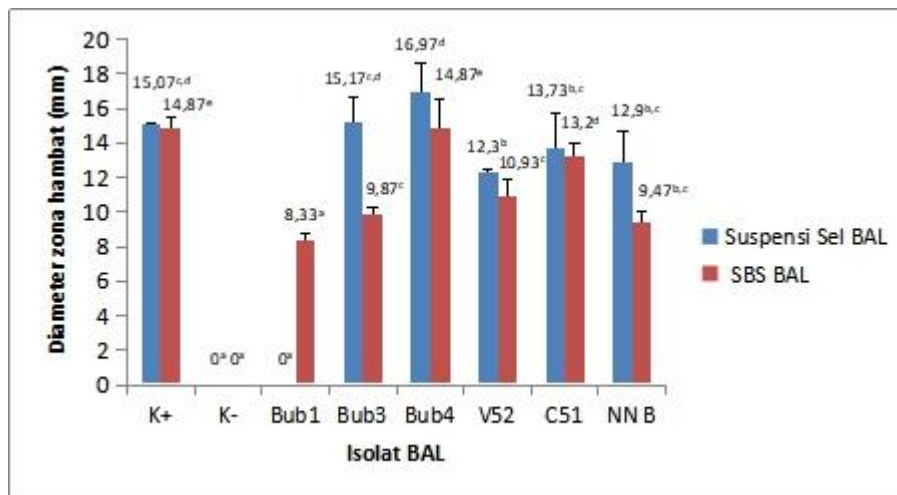
Skrining Aktivitas Antifungi dari Bakteri Asam Laktat

Hasil skrining aktivitas antifungi BAL saluran pencernaan ayam kampung terhadap *A. flavus* dapat dilihat pada Tabel 2. yang menunjukkan adanya aktivitas antifungi terhadap *A. flavus* dari 5 suspensi sel BAL yang diteliti, yaitu Bub3, Bub4, V52, C51, dan NNB. Hal ini ditandai dengan menipisnya pertumbuhan *A. flavus* di sekitar sumuran yang mengandung suspensi uji, sedangkan semua SBS isolat BAL menunjukkan adanya aktivitas antifungi (Tabel 2.). Kelima suspensi sel isolat BAL yang menunjukkan aktivitas antifungi tersebut memiliki sel berbentuk batang (Gambar 2), hasil ini sama dengan penelitian Nallala dan Jeevaratman (2015), yang menemukan isolat BAL berbentuk batang dari saluran pencernaan ayam broiler memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan kapang *Aspergillus* dan *Penicillium*. Tabel 2. Skrining Aktivitas Antifungi BAL Saluran Pencernaan Ayam Kampung terhadap *A. flavus*



Keterangan : Kontrol + : Nystatin 40 µg/mL di dalam medium MRSA; Kontrol - : MRSB di dalam medium MRSA; Bub1 : Isolat BAL dari usus besar di dalam medium MRSA; Bub3 : Isolat BAL dari usus besar di dalam medium MRSA; Bub4 : Isolat BAL dari usus besar di dalam medium MRSA; V52 : Isolat BAL dari ventrikulus di dalam medium MRSA; C51 : Isolat BAL dari crop di dalam medium MRSA; NNB : Isolat BAL dari bagian lainnya di dalam medium MRSA

Aktivitas antifungi terhadap *A. flavus* dari suspensi sel maupun SBS isolat BAL saluran pencernaan ayam kampung merupakan jenis penghambatan parsial, senyawa bersifat fungistatik. Hal ini dapat disimpulkan dari terjadinya penipisan pertumbuhan di sekitar sumuran, dan bukan zona bening (Tabel 2.). Kontrol positif Nystatin menunjukkan penghambatan total atau bersifat fungisidik, karena terjadi zona bening di sekitar sumuran. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Semis *et al.* (2010) bahwa Nystatin dengan konsentrasi 40 µg/mL bersifat fungisidik, mekanisme penghambatan yang terjadi karena sel *A. flavus* mengalami lisis. Zona hambat total adalah daerah jernih di sekitar sumuran yang menunjukkan adanya senyawa bioaktif yang mampu membunuh jamur uji, sedangkan zona hambat parsial adalah daerah dengan pertumbuhan jamur uji yang lebih sedikit / tipis di sekitar sumuran, hal ini menunjukkan senyawa bioaktif menghambat pertumbuhan mikroba uji (Poeloengan, 2009).



Gambar 4. Diameter Zona Hambat Isolat BAL Saluran Pencernaan Ayam Kampung terhadap *A. flavus* pada Medium MRSA, Inkubasi 72 jam

Gambar 4. menunjukkan bahwa semua isolat BAL mempunyai aktivitas antifungi terhadap *A. flavus*, baik suspensi sel maupun SBS, kecuali isolat Bub1 hanya SBS yang menunjukkan adanya aktivitas antifungi. Isolat Bub 1 menunjukkan pertumbuhan koloni yang tipis pada medium MRSA, dibandingkan dengan isolat BAL saluran pencernaan ayam kampung lainnya (Gambar 1.).

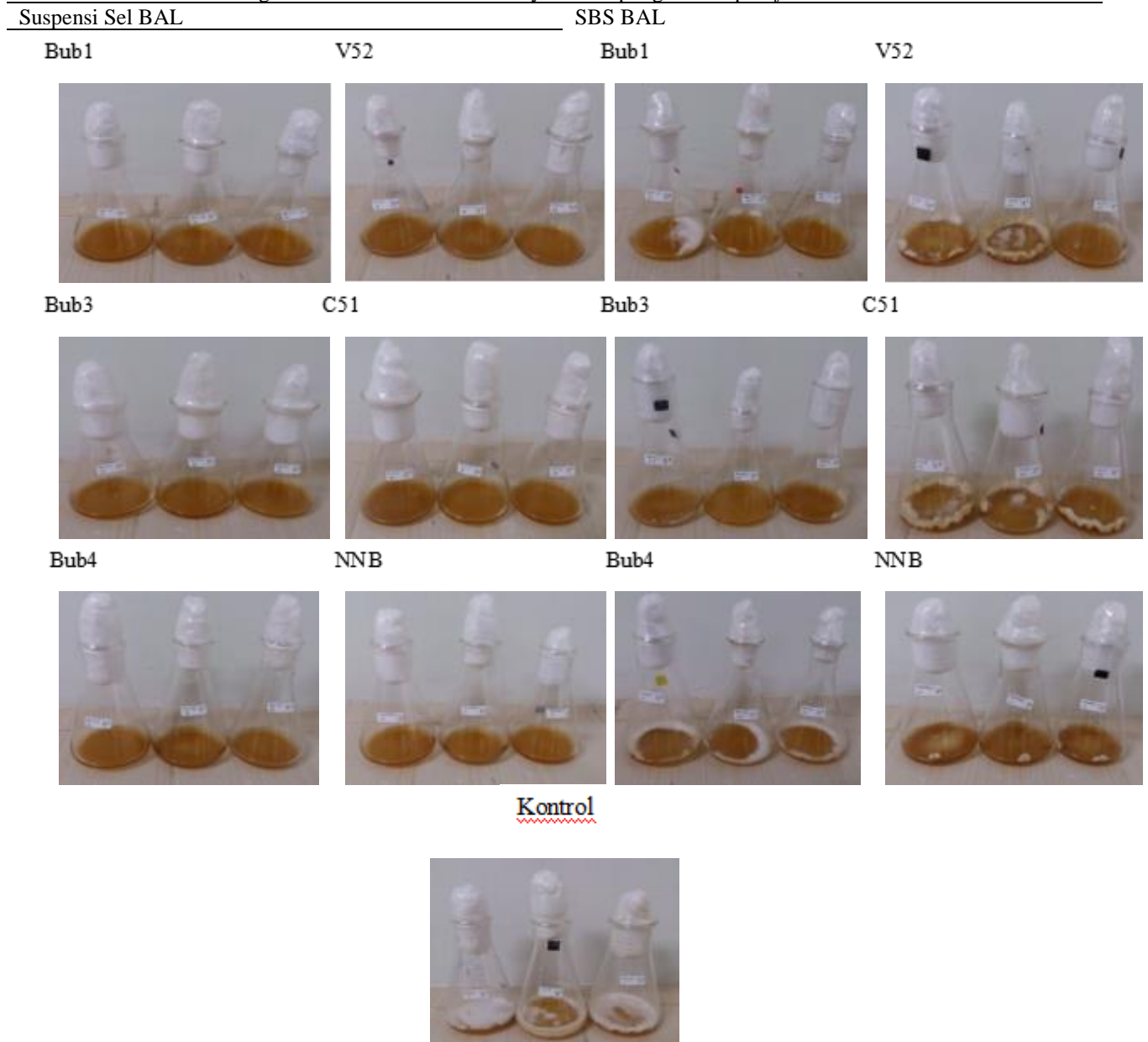
Kemungkinan isolat Bub1 bersifat anaerob fakultatif, karena dari pengamatan visual pertumbuhan pada medium MRSA terlihat sangat tipis. Holzapfel & Wood (2014) menyatakan bahwa BAL termasuk bakteri anaerob fakultatif, dan beberapa bersifat mikroaerofil. Sifat ini akan menyebabkan pertumbuhan yang lambat pada kondisi aerob. Pada penelitian ini, skrining aktivitas antifungi dilakukan dalam kondisi aerob, sehingga terdapat kemungkinan BAL anaerob fakultatif pertumbuhannya tidak terlalu baik yang akan mengakibatkan rendahnya produksi metabolit yang dihasilkan. Aktivitas antifungi terbesar terhadap *A. flavus* baik dari suspensi sel maupun SBS, ditunjukkan oleh isolat BAL Bub4, yang berbeda nyata dengan isolat BAL lainnya ($P < 0,05$).

Berdasarkan besarnya zona hambat yang terbentuk terlihat bahwa aktivitas antifungi suspensi sel BAL lebih besar dibandingkan SBS BAL (Gambar 4.). Aktivitas antifungi suspensi sel BAL terhadap *A. flavus* dipengaruhi oleh kemampuan sel dalam menghasilkan metabolit. Penggunaan medium MRS, yang merupakan medium khusus untuk BAL menyebabkan bakteri mampu melakukan metabolisme normal dan menghasilkan metabolit. Menurut Magnusson & Schnurer (2001) sel BAL akan menghasilkan senyawa antifungi berupa asam organik dan bakteriosin, pada awal dan selama fase pertumbuhan eksponensial, produksi maksimum tercapai pada awal fase stasioner, setelah itu aktivitasnya cepat menurun. Aktivitas antifungi SBS BAL terhadap *A. flavus* kemungkinan disebabkan oleh adanya metabolit yang terkandung di dalam SBS, karena menurut Ilavenil *et al.* (2015) SBS BAL mengandung metabolit berupa asam organik, seperti asam laktat, asam asetat, dan asam suksinat yang bersifat antifungi.

Aktivitas Antifungi Bakteri Asam Laktat terhadap Pertumbuhan *A. flavus*

Aktivitas antifungi BAL saluran pencernaan ayam kampung terhadap *A. flavus* dalam kultur terendam MRSB diamati dari berat kering miselium yang dihasilkan, serta persentase penghambatan selama masa inkubasi, seperti terlihat pada Tabel 3. Hasil pengamatan menunjukkan terdapat perbedaan pertumbuhan *A. flavus* pada MRSB kontrol dan perlakuan.

Tabel 3. Aktivitas Antifungi BAL Saluran Pencernaan Ayam Kampung terhadap *A. flavus*



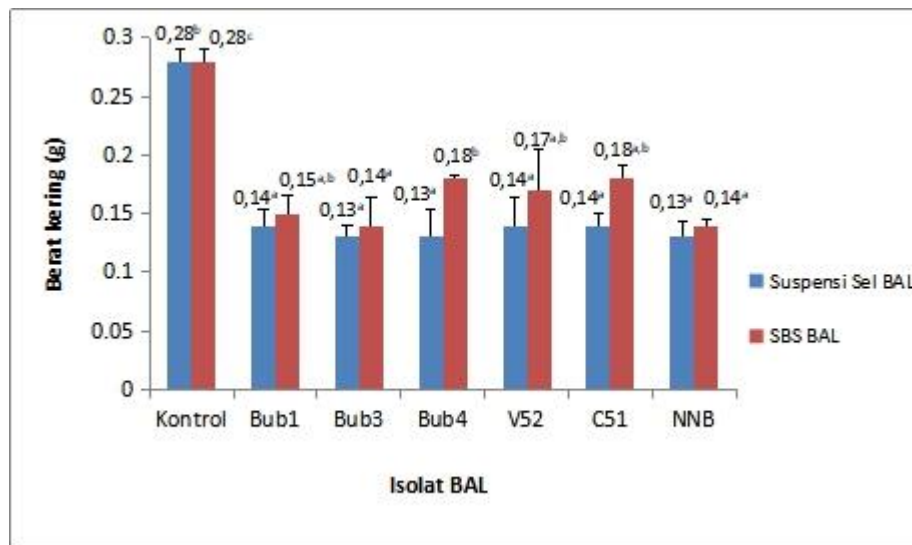
Keterangan :

- Bub1 : Isolat BAL dari usus besar + suspensi spora *A. flavus* 1% di dalam medium MRSB
- Bub3 : Isolat BAL dari usus besar + suspensi spora *A. flavus* 1% di dalam medium MRSB
- Bub4 : Isolat BAL dari usus besar + suspensi spora *A. flavus* 1% di dalam medium MRSB
- V52 : Isolat BAL dari ventrikulus + suspensi spora *A. flavus* 1% di dalam medium MRSB
- C51 : Isolat BAL dari crop + suspensi spora *A. flavus* 1% di dalam medium MRSB
- NNB : Isolat BAL dari bagian lainnya + suspensi spora *A. flavus* 1% di dalam medium MRSB
- Kontrol : Suspensi spora *A. flavus* 1% di dalam medium MRSB tanpa ada isolat BAL

Tabel 3. secara visual menunjukkan perbedaan pertumbuhan *A. flavus* pada perlakuan kontrol (MRSB) dibandingkan dengan perlakuan suspensi sel BAL dan SBS BAL, hal ini menunjukkan adanya pengaruh suspensi BAL dan SBS BAL saluran pencernaan ayam kampung terhadap

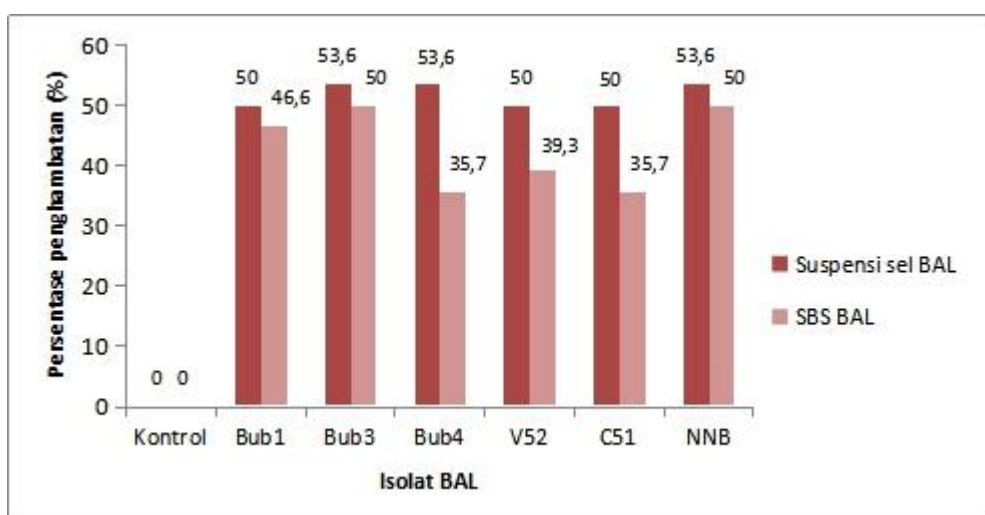
pertumbuhan *A. flavus*. Pertumbuhan *A. flavus* terlihat lebih terhambat pada suspensi sel BAL, dibandingkan dengan pada SBS BAL. Penghambatan pertumbuhan *A. flavus* ditegaskan lebih lanjut dengan mengukur berat kering miselium yang dihasilkan pada medium kontrol dan medium perlakuan. Hasil pengukuran berat kering miselium *A. flavus* pada kultur terendam suspensi sel BAL dan SBS BAL disajikan dalam bentuk diagram batang pada Gambar 5.

Data berat kering miselium pada suspensi sel BAL dan SBS BAL selanjutnya dianalisis dengan ANOVA, hasilnya menunjukkan terdapat perbedaan nyata pertumbuhan pada medium kontrol dan perlakuan ($P < 0,05$). Uji lanjut *Post Hoc Duncan*, menunjukkan bahwa aktivitas antifungi BAL terhadap *A. flavus* dari masing-masing suspensi isolat sel BAL yang diuji berbeda tidak nyata ($P > 0,05$), sedangkan untuk SBS BAL, terdapat perbedaan nyata ($P < 0,05$) antara isolat Bub3 dan NNB dengan SBS isolat BAL lainnya.



Gambar 5. Berat Kering *A. flavus* oleh BAL Saluran Pencernaan Ayam Kampung pada Medium MRSB, Inkubasi 7 hari

Besarnya aktivitas antifungi suspensi sel BAL dan SBS BAL dapat diamati pula dengan nilai persentase penghambatan pertumbuhan *A. flavus* pada suspensi sel maupun SBS isolat BAL, seperti terlihat pada Gambar 6. di bawah ini :



Gambar 6. Persentase Penghambatan *A. flavus* oleh BAL Saluran Pencernaan Ayam Kampung pada Medium MRSB, Inkubasi 7 hari

Aktivitas antifungi suspensi sel BAL terhadap *A. flavus* dalam medium MRSB dipengaruhi oleh kemampuan sel dalam menghasilkan metabolit, serta terjadinya kompetisi antara sel BAL dengan

A. flavus dalam menggunakan nutrisi di dalam medium MRSB yang digunakan. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Yang & Clausen (2005) bahwa supernatan *L. casei* subsp. *rhamnosus* dan *L. acidophilus* pada MRSB menunjukkan aktivitas antifungi terhadap *A. niger* dan *P. chrysogenum*, hal ini bukan hanya disebabkan oleh adanya kekurangan nutrisi dalam medium, namun juga dipengaruhi adanya beberapa metabolit yang dihasilkan oleh *L. casei* subsp. *rhamnosus* dan *L. Acidophilus* yang bersifat menghambat pertumbuhan *A. niger* dan *P. Chrysogenum*. Aktivitas antifungi terhadap *A. flavus* yang ditunjukkan oleh SBS isolat BAL yang diteliti, kemungkinan juga disebabkan oleh adanya metabolit yang dihasilkan oleh *L. casei* subsp. *rhamnosus* dan *L. Acidophilus* yang terkandung dalam medium yang digunakan. Menurut Arasu *et al.* (2013) penghambatan pertumbuhan *A. clavatus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. pullulans*, *B. cinerea*, *B. Elliptica*, *C. albicans*, *C. acuminatus*, *C. lunata*, *E. floccosum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *G. moniliformis*, *H. grisea*, *P. chrysogenum*, *P. roqueforti*, *S. lignicola*, *S. vaccinii*, *S. brevicaulis*, *S. fusca*, *T. mentagrophytes*, dan *T. roseum* disebabkan oleh adanya senyawa metabolit yang terkandung dalam SBS *Lactobacillus* sp. KCC-10, bukan oleh pemberian perlakuan campuran asam organik seperti asam asetat, laktat asam, dan asam suksinat pada medium.

KESIMPULAN

Isolat BAL saluran pencernaan ayam kampung memiliki potensi antifungi terhadap kapang *A. flavus*. Aktivitas antifungi paling baik ditunjukkan oleh isolat BAL Bub3 dan NNB, baik suspensi sel maupun supernatan bebas sel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Diponegoro atas dana Selain APBN DPA SUKPA LPPM Universitas Diponegoro Tahun Anggaran 2017 dalam penyelesaian tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arasu, M. V., Jung, M.W., Ilavenil, S., Jane, M., Kim, D.H., Lee, K.D., Park, H., Huh, T.Y., Choi, G.J., Lim, Y.C., Al-Dhabi, N.A. & Choi, K. C. (2013). *Isolation and Characterization of Antifungal Compound from Lactobacillus*. Republic of Korea.
- Dewi, S. S. & Anggraini, H. (2012). Viabilitas Bakteri Asam Laktat Asal Asi Terhadap pH Asam Lambung dan Garam Empedu. *Seminar Hasil-Hasil Penelitian*. Semarang.
- Gandjar, I., Samson, R.A., Vermeulen, K.V.D.T., Oetari, A. & Santoso, I. (2000). *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Holzappel, W. H. (2012). *Genera of Lactic Acid Bacteria*. New York: Springer.
- _____ and B.J.B. Wood. 2014. *Lactic Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy*. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Ilavenil, S., Park, H.S., Vijayakumar, M., Arasu, M.V., Kim, D.H., Ravikumar, S. & Choi, K.C. (2015). Probiotic Potential of *Lactobacillus* Strains with Antifungal Activity Isolated from Animal Manure. *The Scietific World Journal* (2015): 1-10.
- Kavanagh, K. 2005. *Fungi Biology and Application*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Klich, M. A. (2002). *Identification of Common A. Species*. Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Laref, N. & Guessas, B. (2013). Antifungal Activity of Newly Isolates of Lactic Acid. *Innovative Romanian Food Biotechnology*. 13: 80-88.
- Magnusson, J and J. Schnurer. 2001. *Lactobacillus coryniformis* subsp. *coryniformis* Strain Si3 Produces a Broad-Spectrum Protenaceous Antifungal Compound. *American Society for Microbiology*. 67: 2-5.
- Nallala, V. & Jeevaratnam, K. (2015). Molecular Characterization of Bacteriocinogenic, Antifungal and Probiotic Lactic Acid Bacteria Isolated from Chicken Gastrointestinal Tract. *Advances in Microbiology*. 5: 664-660.
- Pitt, J. I. & Hocking, A. D. (2009). *Fungi and Food Spoilage*. New York: Springer.

- Poeloengan, M. (2009). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Miana (*Coleus seutellarioides* (L.) Benth) terhadap Bakteri *Salmonella enteritidis* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biotika*. 7(2): 61-68.
- Salminen, S., Wright, A.V. & Ouwehand, A. (2004). Lactic Acid Bacteria Microbiological and Functional Aspects. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Semis, R., I. Polacheck, and E. Segel. 2010. Nystatin-Intralipid Preparation: Characterization and In Vitro Activity Against Yeast and Molds. *Mycopathologia* 169: 333-341.
- Yang, W.V. & Clausen, C.A. (2005). Determining the Suitability of Lactobacilli Antifungal Metabolites for Inhibiting Mould Growth. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* (21): 977-981.

STUDI KETAHANAN BAKTERI PUPUK HAYATI DALAM BERBAGAI BAHAN PEMBAWA: SOLUSI BAGI PRODUSEN PUPUK HAYATI

Sylvia J.R. Lekatompessy*, Nuriyanah, Liseu Nurjanah

Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI, Cibinong; Jl. Raya Bogor Km. 46-Cibinong,
telp. 021 8754587/fax. 021. 8754588

e-mail: *sylviajrl@yahoo.com, nananuriyanah@gmail.com, liseu@yahoo.co.id

Abstrak. Pupuk hayati berbasis mikroba potensi telah banyak digunakan sebagai pengganti pupuk kimia karena pupuk bio mampu berperan dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Kondisi pupuk di Indonesia saat ini sudah mengkhawatirkan karena ketersediaan bahan alam yang diperlukan untuk membuat pupuk kimia yang makin berkurang dan terbatas. Sejalan dengan hal tersebut, saat ini kondisi tanah pertanian juga semakin memburuk disebabkan akumulasi residu bahan kimia yang berasal dari pupuk kimia. Berbagai jenis pupuk bio banyak dijual dipasaran. Namun kualitas pupuk bio tersebut tentunya sangat ditentukan oleh kestabilan mikroba potensinya didalam bahan pembawanya selain ditentukan oleh viabilitas dari mikroba yang ada didalamnya. Kebutuhan pokok dari suatu inokulan adalah kandungan mikroba potensi yang terseleksi dan bakteri yang terkandung didalamnya mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan normal maupun ekstrim dan mempunyai kemampuan untuk melaksanakan proses terjadinya infeksi akar serta mendominasi daerah perakaran (rhizoplane) tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti bahan pembawa mikroba potensi yang tepat dan menunjang kehidupan bakteri tersebut selama masa penyimpanan. Selain itu membuat suatu bentuk produk pupuk hayati yang efisien dan mudah ditransfer dan disebarluaskan ke lokasi pertanaman yang remote tanpa kehilangan daya kemampuannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan mikroba di dalam Gelatin dan CMC secara signifikan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan penyimpanan dalam NaCl dan Gliserol. Bahan pembawa Gelatin dan CMC mampu mempertahankan jumlah sel bakteri stabil pada 10^9 sel per ml stabil hingga masa penyimpanan 5 bulan. Bakteri mampu hidup pada penyimpanan 1 - 5 bulan sehingga hal ini membuka peluang bagi pengembangan cara pengemasan inokulan mikroba yang efisiensi untuk diaplikasikan ke daerah terpencil.

Kata Kunci : Bahan Pembawa, CMC, Gelatin, Glicerol, Inokulan, NaCl

PENDAHULUAN

Pupuk hayati merupakan jenis pupuk yang mengandung mikroba potensi yang telah terseleksi mampu menunjang pertumbuhan tanaman. Mikroba potensi yang umum dijadikan basis dari pupuk hayati terutama adalah bakteri dari kelompok penambat nitrogen, pelarut fosfat, penghasil hormon tumbuh tanaman dan produksi senyawa bioaktif yang mampu berperan sebagai agen biokontrol tanaman terhadap serangan penyakit.

Pupuk hayati sudah banyak dikembangkan dengan berbagai kemasan. Mikroba pembangun pupuk hayati biasanya dikemas dengan bahan pembawa tertentu yang mampu menunjang kehidupan mikroba tanpa merubah sifat fisiologisnya. Berbagai jenis bahan pembawa tersedia di alam namun masing-masing bahan pembawa mempunyai kelebihan dan kekurangannya. Inokulum mikroba dapat dikemas dalam bentuk cair maupun padat. Inokulum cair mempunyai ketahanan sel bakteri yang lebih baik namun sulit untuk ditransfer antar pulau karena adanya peraturan yang tidak memperbolehkan pengiriman bahan cair melalui udara. Inokulum bentuk padat sementara itu, lebih memungkinkan untuk disebarluaskan ke pelosok daerah. Formula inokulan cair membuka peluang dalam memanfaatkan bahan-bahan pembawa yang lebih praktis didapat, harganya lebih murah dan inokulan juga mudah didapat produsen kecil sehingga dapat menjadi solusi untuk mengatasi banyak masalah yang terkait dengan penggunaan bahan pembawa padat (Paul et al., 2002). Penerapan inokulan cair memberikan keuntungan secara ekonomi dan lingkungan. Bahan pembawa sebagai media yang cocok memiliki pertumbuhan bakteri yang optimal dan konsentrasi bakteri serta viabilitas bakteri yang tinggi (Valletti et al., 2016)

Bahan pembawa mikroba yang umum digunakan adalah tanah gambut. Tanah gambut kaya akan bahan organik sehingga mikroba yang hidup didalam tanah gambut dapat ditopang kestabilan karakternya dan efektifitasnya. Ketersediaan tanah gambut khususnya di Jawa makin lama makin berkurang sejalan dengan adanya alih guna lahan menjadi lahan perumahan dan industri. Tanah gambut yang tersedia di lokasi menjadi tidak murni karena banyak dicampur dengan tanah guna industri media tumbuh tanaman hias.

Mengatasi permasalahan yang ada maka perlu kiranya diupayakan suatu jenis bahan pembawa yang efektif dapat mempertahankan kehidupan mikroba dan mudah untuk disebarluaskan keberbagai pelosok daerah. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bahan pembawa bakteri yang cocok bagi penyimpanan sel bakteri selama masa penyimpanan tertentu.

Beberapa jenis bahan pembawa mempunyai peluang untuk digunakan sebagai bahan pembawa sel bakteri, diantaranya adalah CMC, Glycerol, Gelatin dan NaCl. Ditambahkan pula oleh Carla et al. (2013) bahwa bahan pembawa CMC dan NaCl dapat digunakan sebagai alternatif untuk menyimpan bakteri *Rhizobium* dalam jangka waktu penyimpanan yang panjang.

CMC atau dikenal sebagai Carboxy Methyl Cellulose atau lebih populer dengan nama *cellulose gum* adalah derivat dari cellulosa dengan grup carboxymethyl (-CH₂-COOH) yang terikat dengan grup hydroxyl dari glucopyranosemonomer. Biasanya CMC banyak digunakan pada berbagai bahan untuk tujuan pengentalan bahan, modifier viskositas, dan stabilitas emulsi pada makanan roti, cake, mie instant, biskuit, maupun bahan bukan makanan, seperti cat, tekstil berbagai produk kertas dan lain-lain. CMC selain sebagai pengental bahan berbentuk pasta juga meningkatkan stabilitas rasa dan memberikan kelembaban pada makanan tersebut. Gelatin adalah bahan pembawa yang bersifat seperti gel trankulen, tidak berwarna, tidak mempunyai rasa dan merupakan jenis kolagen dari hewan (Wijayani et al, 2005).

Gelatin banyak digunakan sebagai bahan pengental berbagai jenis makanan, farmasi, fotografi dan industri kosmetik. Gelatin merupakan bahan campuran antara protein dan peptida yang diproduksi dari bagian proses hidrolisis kolagen hasil ekstraksi kulit tulang, jaringan organ hewan. Gelatin merupakan bentuk protein hewan yang digunakan sebagai agen gel pada industri makanan (Herbert & R. Schrieber. 2007). Gelatin juga banyak digunakan dalam teknik enkapsulasi pada benih (Mauricio et al., 2013)

NaCl merupakan larutan garam yang umum dipakai untuk mempertahankan keutuhan sel bakteri, NaCl banyak digunakan sebagai cairan tubuh untuk bahan infus. Menurut Carla et al. (2013), NaCl merupakan salah satu bahan pembawa alternatif dalam bentuk cair yang dapat menjamin keutuhan sel bakteri yang disimpan.

Glycerol merupakan bahan yang mengandung sumber energi tinggi yang diperkirakan dapat memberikan energi yang diperlukan bagi pertumbuhan sel bakteri.

Melihat komposisi dan fungsinya maka diharapkan bahan pembawa tersebut diatas dapat digunakan sebagai media tempat penyimpanan bakteri dan menopang kebutuhannya untuk mempertahankan kehidupannya selama masa penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Mikroorganisma

Bakteri penambat nitrogen, *Rhizobium* sp. (BTCC – EM 5), yang diisolasi dari kedelai var. Edamame. Bakteri ini diisolasi dari bintil akar tanaman kedelai edamame yang tumbuh di Mega Mendung, Bogor, Jawa Barat. Isolat murni disimpan dalam media agar YEMA (*Yeast extract mannitol agar*) dan kultur stok disimpan dalam media susu skim dengan bentuk ampul yang dikering bekukan (*freeze-dried*)

Media tumbuh

Media tumbuh mikroba adalah media YEM-Broth dan YEM-Agar (Vincent, 1970). Komposisi media: 0,5 g K₂HPO₄, 0,2 g MgSO₄.7H₂O, 0,1 g NaCl, 10 g Mannitol, 100 mL Yeast Extract, 900 mL Akuades, 15 % Agar Bacto. Sel bakteri diperbanyak di media YEM-Broth dalam erlenmeyer kemudian pada kepekatan sel tertentu (spektrofotometer 650 nm, yang ekuivalent dengan 10⁹ sel per mL, sejumlah suspensi bakteri dimasukkan kedalam empat jenis bahan pembawa yakni CMC, Gelatin, Glycerol dan NaCl. CMC dilarutkan dalam air sehingga merupakan suatu materi pasta. Bahan

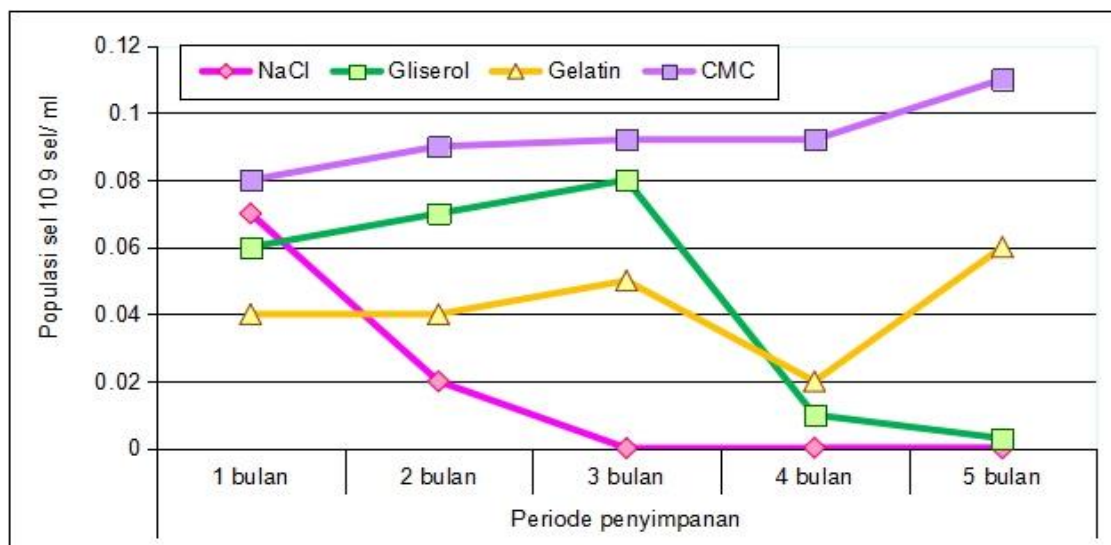
pembawa lainnya, sementara itu Gelatin, Glycerol dan NaCl disiapkan dalam bentuk bahan cair. Campuran bahan pembawa dan sel bakteri ini kemudian disimpan pada suhu ruang untuk kemudian setiap bulan diamati viabilitas selnya. Viabilitas sel diamati dengan metode "drop plate" dengan seri pengenceran (Somasegaran & Hoben, 1985). *Petridish* yang telah ditanam dengan suspensi bakteri pada pengenceran tertentu diinkubasi pada suhu 30°C untuk selanjutnya diamati jumlah koloni yang tumbuh.

Aplikasi inokulan pada tanaman kedelai

Aplikasi inokulan dilakukan dirumah kaca dengan menggunakan media pasir steril. Kecambah tanaman kedelai edamame kemudian diinokulasi dengan inokulan yang disimpan 0 – 2 bulan. Parameter yang diamati tinggi tanaman dan produksi jumlah polong yang dihasilkan. Hasil pengamatan dibuat dalam bentuk nilai rata kemudian data tersebut digunakan dalam bentuk grafik untuk dilihat hasil masing-masing perlakuan.

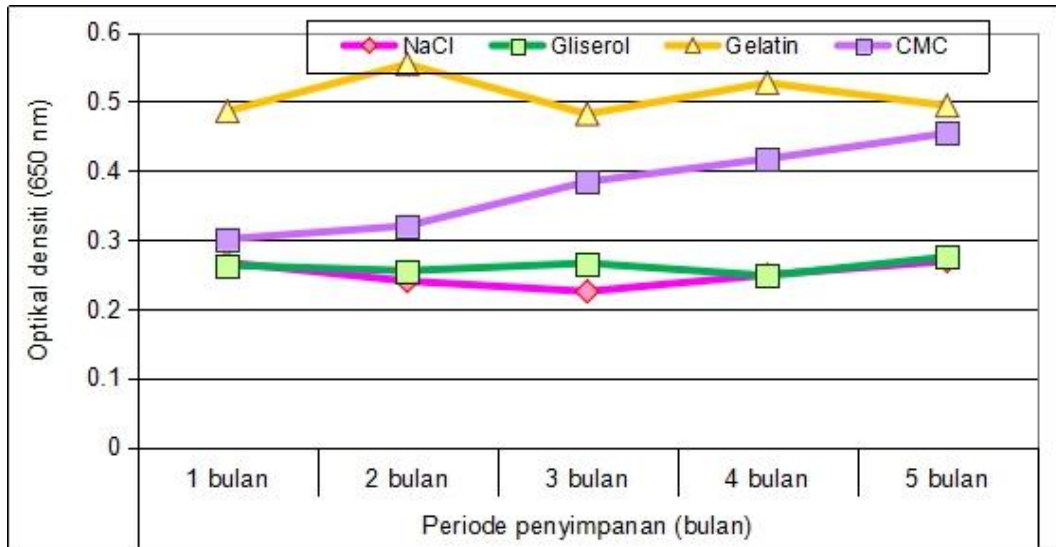
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan jumlah populasi sel bakteri dengan mengukur kepekatan populasi sel melalui spektrofotometri menunjukkan bahwa bahan pembawa gelatin adalah yang terbaik dalam mempertahankan viabilitas sel hingga masa penyimpanan 5 bulan. Bahan pembawa selain gelatin, CMC juga merupakan bahan pembawa yang dapat digunakan untuk menyimpan sel bakteri dalam jangka waktu lama. NaCl dan Gliserol menunjukkan kemampuan yang kurang baik dibandingkan Gelatin dan CMC. Gliserol umum digunakan untuk menyimpan sel bakteri dalam jangka panjang namun sebaiknya disimpan dalam suhu rendah (-70°C).



Gambar 1. Populasi sel bakteri yang disimpan dalam beberapa bahan pembawa selama 1 sampai 5 bulan

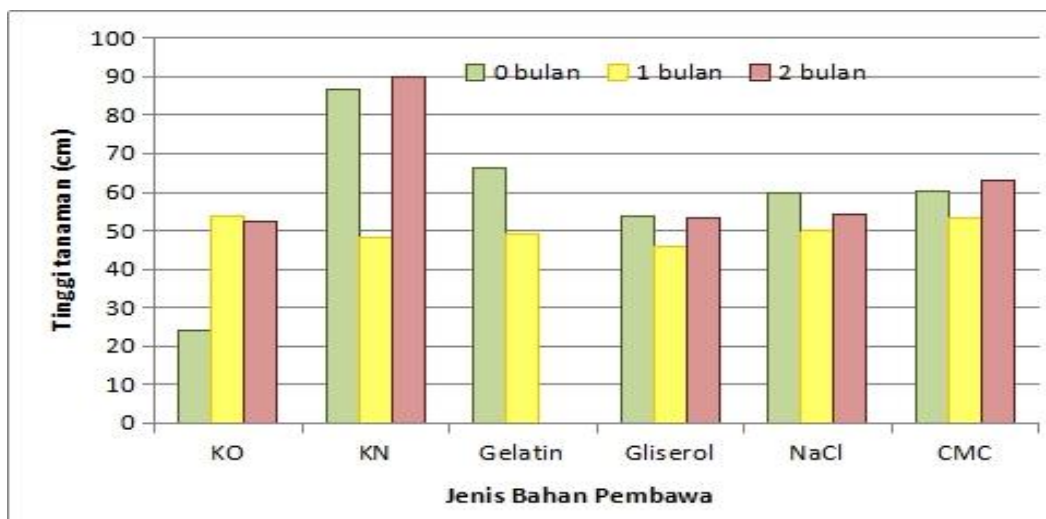
Pada Gambar 1 hasil penghitungan jumlah populasi bakteri dengan metoda *dropplate* menunjukkan bahwa bahan pembawa CMC merupakan bahan yang terbaik untuk digunakan sebagai materi untuk menyimpan sel bakteri dalam jangka waktu panjang, dibandingkan dengan gelatin, NaCl dan gliserol. Populasi sel yang dihitung adalah populasi sel hidup sementara itu pengamatan dengan spektrofotometri mengamati jumlah sel hidup dan sel mati. Bahan pembawa CMC, sel bakteri tetap hidup dan ada kecenderungan memperbanyak diri walaupun pada tingkatan yang tidak terlalu tinggi. Jumlah sel yang disimpan dalam CMC meningkat dari 10^9 sel per ml menjadi 0.11×10^9 sel per ml. Jumlah sel bakteri yang disimpan dalam NaCl dan Glicerol sementara itu cenderung menurun drastis setelah masa penyimpanan 3 bulan. Penyimpanan didalam bahan pembawa Gelatin terlihat penurunan jumlah sel juga terjadi pada masa penyimpanan selama 3 bulan namun setelah itu, yakni penyimpanan 4 dan 5 bulan terjadi kenaikan populasi yang cukup signifikan, sehingga sel bakteri masih bisa dipertahankan hingga 0.06×10^9 sel per ml.



Gambar 2. Optikal densiti bakteri yang disimpan dalam beberapa bahan pembawa selama 1 sampai 5 bulan

Populasi sel bakteri yang diukur dengan menggunakan spektrofotometri (Gambar 2.) menunjukkan bahan pembawa Gelatin lebih baik kemudian bahan pembawa CMC. Pengamatan populasi sel bakteri ini kurang akurat karena sel hidup dan sel mati dideteksi melalui nilai absorbansi yang didapat. Populasi sel bakteri yang hidup dengan metode “*drop plate*” merupakan hasil yang lebih akurat karena bakteri yang hidup diamati. Diharapkan bahan pembawa CMC dan Gelatin dapat dikembangkan menjadi media pembawa untuk inokulan pupuk hayati.

Pemilihan bahan pembawa alternatif ini menjadi sangat penting karena penyebaran inokulan pupuk hayati diperlukan untuk daerah yang sulit dijangkau sehingga bentuk kemasan inokulan akan mempengaruhi kualitas dan efisiensi secara ekonomi dari pupuk hayati.



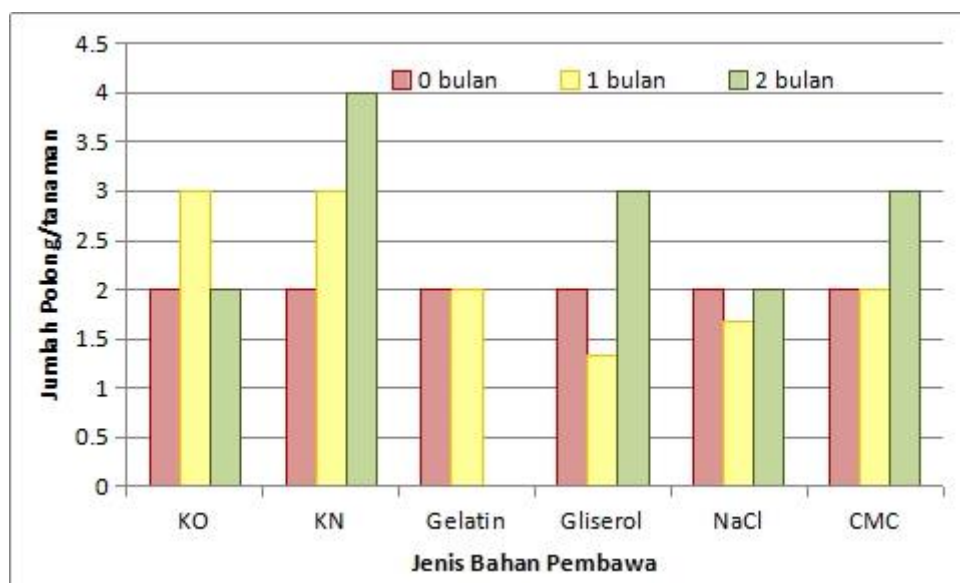
Gambar 3. Aplikasi inokulan pada tanaman kedelai edamame

Gambar 3. Hasil pengamatan aplikasi kemampuan bakteri yang disimpan didalam berbagai bahan pembawa pada tanaman kedelai dalam menunjang pertumbuhan tanaman dilihat dari tinggi tanaman. Pengaruh jenis pembawa terhadap tinggi tanaman pada periode penyimpanan 0-2 bulan tidak terlihat signifikan karena bakteri yang disimpan dalam bahan pembawa masih mendukung pertumbuhan tanaman. Pada perlakuan gelatin menunjukkan hasil yang menurun karena tanaman mengalami pertumbuhan yang abnormal dan akibatnya mati. Kualitas benih merupakan salah satu hal yang penting apabila digunakan untuk mencapai hasil produksi yang maksimal. Sihombing (1985)

menjelaskan penurunan hasil produksi membuat petani mengalami kerugian, hal ini semakin membuat petani menjadi tidak tertarik pada komoditas tertentu.

Gambar 2. menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman yang diberikan inokulan masih dapat membantu pertumbuhan tanaman. Pupuk kimia masih lebih unggul dari pada inokulan. Dengan demikian inokulan yang digunakan perlu ditingkatkan dengan menambahkan beberapa mikroba potensi yang dapat membantu pertumbuhan tanaman seperti bakteri pelarut phospat, bakteri penghasil hormon tumbuh IAA dan potensi lainnya yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman sehingga nutrisi tanaman dapat terpenuhi. Diharapkan penggunaan pupuk kima mulai dikurangi dengan melakukan dikombinasikan antara dosis pupuk kimia dan inokulan (tunggal, double, triple dan sebagainya) sehingga menjadi produk inokulan yang nantinya dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.

Menurut Sylvia & Liseu (2019), Kombinasi pupuk hayati yang digunakan dapat juga dikombinasikan dengan penambahan pupuk kimia harus disesuaikan dengan kebutuhan sehingga dapat menunjang pertumbuhan tanaman. Ketergantungan penggunaan pupuk kimia mulai dapat dikurangi hingga 50%. Menurut Freiberg et al. (1997), Penggunaan inokulan membantu dalam menjaga kualitas hasil produksi yang lebih aman, sehat dan ramah lingkungan.



Gambar 4. Produksi polong dari berbagai jenis bahan pembawa selama periode simpan (0-2 bulan)

Produksi polong yang dihasilkan terlihat pada gambar 4. Pada penyimpanan inokulan dengan bahan pembawa Gliserol dan CMC menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan bahan pembawa NaCl dan Gelatin. Namun hasil ini juga masih dipengaruhi oleh benih kedelai yang digunakan sehingga pada penyimpanan bahan pembawa gelatin hasil yang didapat menunjukkan bahwa tanaman kedelai yang diberikan inokulan dengan menggunakan bahan pembawa gelatin tidak kompatibel pada penyimpanan selama 2 bulan. Menurut Saleh et al. (2000); Sylvia & Liseu (2019), jika benih yang digunakan memiliki kualitasnya rendah, akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tersebut menjadi tidak normal atau mati dan produktivitasnya menjadi rendah. Tingkat kecocokan suatu inokulan yang digunakan pada tanaman dapat terlihat dari kemampuan menginfeksi tanaman inang, kemampuan sistem simbiosis dalam mendapatkan nutrisi untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Yutono, 1985; Sylvia & Liseu. 2019). Bloem & Law (2001), Pemilihan bakteri yang akan digunakan sebagai inokulan harus dapat bersaing dengan populasi bakteri asli yang ada sehingga N yang dibutuhkan tanaman dapat terpenuhi.

Pada prinsipnya jenis bahan pembawa yang digunakan untuk menyimpan inokulan masih dapat diaplikasikan pada tanaman sekalipun sudah disimpan selama 5 bulan. Populasi sel yang disimpan pada bahan pembawa gelatin sangat signifikan dibandingkan dengan bahan pembawa lain. Penelitian ini masih perlu dilanjutkan untuk melengkapi beberapa data lainnya sehingga pada saat inokulan tersebut dikirim dan digunakan masih dapat membantu pertumbuhan tanaman.

KESIMPULAN

Bahan pembawa mikroba potensi yang tepat dalam menunjang kehidupan bakteri tersebut selama masa penyimpanan merupakan upaya dalam membuat suatu bentuk produk pupuk hayati yang efisien dan mudah ditransfer dan disebarluaskan ke lokasi pertanaman yang remote tanpa kehilangan daya kemampuannya. Bahan pembawapenyimpanan mikroba di dalam Gelatin dan CMC secara signifikan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan penyimpanan dalam NaCl dan Gliserol. Bahan pembawa Gelatin dan CMC mampu mempertahankan jumlah sel bakteri stabil pada 10^9 sel per ml stabil hingga masa penyimpanan 5 bulan. Bakteri mampu hidup pada penyimpanan 1 - 5 bulan. Penelitian lanjutan perlu dilakukan sehingga bahan pembawa penyimpanan mikroba dapat dikombinasikan dan disesuaikan dengan kebutuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Ibu Harmastini, M.Agr. dalam membantu penelitian ini dan juga Pak Adang R. dan semua teman-teman yang sudah membantu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bloem, J. F. & Law, I. J. (2001). Determination of Competitive Abilities of Bradyrhizobium Japonicum Strains in Soils from Soybean Production Regions in South Africa. *Biology and Fertility of Soils*, 33, 181-189.
- e França, C. R. R. S., Junior, M. A. L., Figueiredo, M. do Vale Barreto, Stamford, N. P. & e Silva, e G. A (2013). Feasibility of Rhizobia Conservation by Liquid Conditioners. *Revista Ciência Agronômica*. 44(4), 661-668, Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- Freiberg, C., Fellay, R., Bairoch, A., Broughton, W. J., Rosenthal, A. & Perret, X. (1997). Molecular basis of symbiosis between Rhizobium and legumes. *Nature*, 387, 394-401.
- Gareis, H. & R. Schrieber. (2007). *Gelatine Hand Book: Theory and Industrial Practice*. Weinheim: Wiley-VCH.
- L.Valetti, J.G. Angelini, T. Taurian, F.J. Ibáñez, V.L. Muñoz, M.S. Anzuay, L.M. Ludueña & A. Fabra. (2016). Development and Field Evaluation of Liquid Inoculants with Native Bradyrhizobial Strains for Peanut Production. 2016. *African Crop Science Journal*, 24(1), 1-13.
- Mauricio Schoebitz, Lo'pez, M. D. & Rold'an, A. (2013). Bioencapsulation of Microbial Inoculants for Better Soil-Plant Fertilization. A Review. *Agron Sustain Dev.*, 33, 750-765.
- Singleton, P., Keyser, H. & Sande, E. (2002). Development and Evaluation of Liquid Inoculants. Inoculants and Nitrogen Fixation of Legumes in Vietnam. *ACIAR Proceedings*. p. 52-66.
- Saleh, N., Adisarwanto, T., Kasno, A. & Sudaryono. (2000). Teknologi Kunci dalam Pengembangan Kedelai di Indonesia dalam Makarim AK, dkk. *Tonggak Kemajuan Teknologi Produksi Pangan. Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV. Bogor*.
- Sihombing, D. A. (1985). *Prospek dan Kendala Kedelai di Indonesia di dalam Kedelai*. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Somasegaran, P. & Hoben, H.J. (1985). *Method in Legume Rhizobium Technology*. Hawaii, USA: University of Hawaii, USA.
- Sylvia J. R. L. & Nurjanah, L. (2019). Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI. Effect of Combination of Biologi and Organic Fertilizer on Upland Rice Plants. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 5*: 222-227.
- Stephens, J. H. G. & Rask, H. M. (2000). Inoculant Production and Formulation. *Field Crops Research*, 65, 249-258.
- Vincent. J.M. (1970). *A Manual for Practical Study of the Root – Nodule Bacteria*. International Biological Programme. Blackwell Scientific Publication .Oxford and Edinburgh
- Wijayani, A., U. Khoirulah & Siti, T. (2005). Karakterisasi Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms). *Indo. J. Chem.*, 5(3), 228 – 23.

Yutono. (1989). *Status dan Program Produksi Inokulan Rhizobium. Di dalam Risalah Lokakarya Penelitian Penambatan Nitrogen secara hayati pada Tanaman Kacang-kacangan*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Pusat Penelitian Pengembangan Bioteknologi, LIPI. h. 37.

Kelompok: ENTOMOLOGI DAN TOKSIKOLOGI			HAL
NO	PENULIS	JUDUL	
ET-3	Neni Gunaeni, Redy Gaswanto, Astri W. Wulandari	Pengaruh Penerapan PHT (Pengendalian Hama Terpadu) Pada Intensitas Penyakit dan Populasi Hama Utama Pada Lahan Pertanian Kentang	438
ET-18	Umy Mayasari, Bainah Sari Dewi, Lusmeilia Afriani, Sugeng P. Harianto	Karakteristik Tanah Terhadap Habitat Dung Beetle yang Berperan Sebagai Penyebar Biji	446
ET-19	Lela Nurlaela, Muhtarudin, Samsul Bakri, Jhons Fatriyadi Suwandi	Pengaruh Deforestasi Ekosistem Hutan Menjadi Perairan Terrestrial Terhadap Prevalensi Serangan Rabies: Studi di Provinsi Lampung	452
ET-21	Nenet Susniahti, Tian Sofiani	Penggunaan Jenis Gulma Cruciferae Berbunga dalam Upaya Mengendalikan Hama <i>Plutella xylostella</i> Linn. (Lepidoptera: Plutellidae) Secara Hayati di Lahan Pertanaman Kubis (<i>Brassica oleracea</i>)	458
ET-22	Eli Korlina, Diding Rachmawati, Sri Zunaini S dan Riza Ulil Fitria	Kajian Komponen Pengendalian Hama Penyakit Cabai Merah Di Lahan Sawah	466

**PENGARUH PENERAPAN PHT (PENGENDALIAN HAMA TERPADU)
TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT DAN POPULASI HAMA UTAMA
PADA LAHAN PERTANIAN KENTANG**

Neni Gunaeni*, Redy Gaswanto, Astri W. Wulandari

Balai Penelitian Tanaman Sayuran
Jln. Tangkuban Perahu No. 517 Lembang-Bandung Barat (40391)
e-mail: *nenigunaeni@yahoo.com

Abstrak. Kentang adalah sayuran sumber karbohidrat sehingga berpotensi besar sebagai alternatif bahan makanan pokok. Banyak kendala yang dihadapi pada budidaya kentang untuk memperoleh hasil panen yang tinggi, bersih dan ekonomis. Gangguan hama dan penyakit merupakan kendala utama. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan tingkat populasi hama dan intensitas serangan penyakit pada pertanaman kentang dengan sistem penerapan PHT dan konvensional. Penelitian dilakukan di Kabupaten Garut (Cikajang) dan di Kabupaten Bandung Barat (Lembang) yang dilaksanakan dari bulan Juli 2015 – Maret 2016. Dalam percobaan di tiap lokasi dibandingkan dua macam perlakuan penerapan PHT dan satu perlakuan konvensional (cara petani setempat). Perlakuan yang diuji adalah sebagai berikut: (1). Perlakuan T1: sistem PHT yaitu : petak percobaan dengan penerapan teknologi PHT yang dihasilkan Balitsa. (2). Perlakuan T2 : sistem PHT Balitsa + pemakaian penutup tanah mulsa plastik perak. (3). Perlakuan UT sistem konvensional. Benih yang digunakan adalah varietas Granola tuber let dengan ukuran 5-7gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (a). Perlakuan PHT dengan penggunaan mulsa perak meningkatkan manfaat penerapan PHT. Pertumbuhan tanaman lebih baik dan hasil panen lebih tinggi dibandingkan cara konvensional. (b). Petak-petak PHT memperlihatkan infestasi serangga pengisap daun (afid dan trips) lebih rendah. (c). Penggunaan mulsa plastik perak lebih menekan infestasi lalat pengorok daun *Liriomyza*. (d). Serangan penyakit tular udara (busuk daun dan bercak kering) tidak dipengaruhi oleh perlakuan namun lebih dipengaruhi oleh musim.

Kata Kunci: PHT (Pengendalian Hama Terpadu), *Solanum tuberosum* L.

PENDAHULUAN

Kentang adalah sayuran sumber karbohidrat sehingga berpotensi besar sebagai alternatif bahan makanan pokok. Nilai ekonominya juga tinggi, baik untuk pasar domestik maupun pasar ekspor. Permintaan kentang baik sebagai kentang sayur maupun olahan dari tahun ke tahun terus meningkat. Banyak kendala yang dihadapi pada budidaya kentang untuk memperoleh hasil panen yang tinggi, bersih dan ekonomis. Gangguan hama dan penyakit merupakan kendala utama. Tanaman kentang merupakan tanaman yang mempunyai hama penyakit terbanyak. Tanaman kentang mempunyai 266 hama dan penyakit yang terdiri dari 23 virus, 38 cendawan, 6 bakteri, 2 mikoplasma, 1 viroid, 68 nematoda dan 128 insekta (Sastrahidayat, 2011). Hama dan penyakit utama yang menyerang tanaman kentang adalah hama penggerek daun/umbi (*Phtheromaea operculella*), hama pengorok daun (*Liriomyza huidobrensis*), thrips, afid, busuk daun, layu, virus dan nematoda.

Kehilangan hasil panen akibat hama dan penyakit di atas sudah banyak dilaporkan, diantaranya akibat penggerek daun/umbi mencapai 45% – 90% (Setiawati 2004), menurut Setiawati & Tobing (1996), kehilangan hasil umbi kentang karena serangan *Phthorimaea operculella* di lapangan dapat mencapai 36%, apabila tidak dilakukan pengendalian intensitas kerusakan dapat mencapai 68,33% dan 100% pada musim kemarau (Soeriaatmadja 1988). Kehilangan hasil akibat hama pengorok daun *Liriomyza huidobrensis* dapat mencapai 75% (Baliadi & Tengkanan 2009), akibat busuk daun (*lateblight*) yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans* yang menyebabkan bercak luka dan busuk pada jaringan tanaman yang diinfeksi dan mengakibatkan kehilangan hasil antara 10-100% tergantung pada tingkat infestasi, musim, ketinggian, dan varietas kentang (Nathasia et al., 2014), penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) dapat menurunkan hasil mencapai 40% (Semangun 2000 dan Priou et al., 2011), penyakit virus dapat menurunkan hasil panen kentang lebih

dari 80% di negara-negara produsen utama kentang, seperti Cina, India dan Amerika (Piche et al., 2004; Reddy 2010; Wang et al., 2011), dan menurut Mustika (2005), kehilangan hasil akibat serangan nematoda parasit tanaman secara umum dapat mencapai 32% - 71%.

Pada umumnya petani untuk mengatasi masalah hama dan penyakit pada kentang menggunakan pestisida yang cenderung berlebihan dan kurang bijaksana, sehingga dampaknya bukan hanya terjadi residu pada produk hasil panen tapi juga degradasi lingkungan dan sumberdaya hayati di sekitarnya. Konsep pengendalian hama terpadu (PHT) merupakan suatu konsepsi perlindungan mengimplementasikan penggunaan pestisida benar-benar bijaksana, digunakan paling terakhir. Pemanfaatan musuh alami dan pengendalian non kimia lainnya untuk mengendalikan hama dan penyakit diutamakan, agar diperoleh mutu produk kentang sehat tanpa mengganggu hama-hama kentang.

Pengembangan budidaya kentang merupakan bisnis yang menjanjikan yang ampuh, aman dan ramah lingkungan. Penerapan PHT yang menjanjikan produk sehat dan lingkungan bersih perlu digalakan dan lebih dimasyarakatkan dengan bukti-bukti dampak yang positif lebih baik dari cara konvensional. Penelitian untuk menjelaskan dampak yang terjadi akibat PHT bukan hanya memberikan informasi yang strategis tapi juga memberikan masukan-masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan penerapan selanjutnya dari sistem PHT pada kentang.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan tingkat populasi hama dan intensitas serangan penyakit pada pertanaman kentang dengan sistem penerapan PHT dan sistem konvensional.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di dua lokasi yaitu Kabupaten Garut (Cikajang) dan di Kabupaten Bandung Barat (Lambang) yang dilaksanakan dari bulan Juli 2015 – Maret 2016. Dalam percobaan di tiap lokasi dibandingkan dua macam perlakuan penerapan PHT dan satu perlakuan konvensional (cara petani setempat) sebagai Kontrol. Perlakuan yang diuji adalah sebagai berikut:

1. Perlakuan T1: sistem PHT yaitu: petak percobaan dengan penerapan teknologi PHT yang dihasilkan Balai penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa)
2. Perlakuan T2: sistem PHT Balitsa + pemakaian penutup tanah mulsa plastik perak.
3. Perlakuan UT sistem konvensional yaitu petak percobaan yang diberi perlakuan dengan penerapan sistem usahatani kentang setempat yang dilakukan oleh petani besar/maju. Perlakuan UT diambil dengan pertimbangan bahwa dampak usahatani konvensional yang paling dominan berasal dari areal pertanaman kentang yang paling luas yaitu yang dimiliki oleh petani maju.

Benih yang digunakan adalah varietas Granola yang berasal dari kultur jaringan dengan ukuran 5-7 gram (*tuber let*). Jenis dan waktu pemberian pupuk dan penggunaan pestisida serta cara budidaya lainnya dari tiap perlakuan dapat dilihat pada (Lampiran 1). Rancangan menggunakan petak berpasangan tanpa ulangan. Untuk kepentingan pengamatan dan analisa statistik, setiap perlakuan utama dibagi menjadi 6 bagian sebagai ulangan untuk membatasi pengamatan. Tiap petak perlakuan berukuran 500 m² sehingga luasan lahan di tiap lokasi dari tiga perlakuan pengendalian OPT kentang ± 1.500 m². Perlakuan menggunakan RAK dan beda rata-rata perlakuan diuji dengan UJB Duncan pada taraf 5%.

Pelaksanaan:

1. Petak PHT baik T1 maupun T2 dikerjakan oleh peneliti.
2. Petak konvensional UT diambil dari lahan yang dikerjakan petani setempat. Dari suatu hamparan pertanaman kentang yang luas, diambil satu hamparan seluas 500 m². Petak UT dikelola oleh petani kentang sendiri. Penanaman, perlakuan penyiangan, penyemprotan pestisida serta jenisnya dan lain-lain secara mandiri (independen) tanpa beban bahwa pada petaknya sedang dilakukan penelitian.
3. Hal-hal yang berhubungan dengan pengumpulan data penelitian pada semua petak yang diamati (T1, T2 dan UT) dikerjakan oleh peneliti.
4. Pengamatan pada semua petak sama dilakukan terhadap : tinggi tanaman, jenis serangga, agen hayati, insiden/intensitas serangan hama-penyakit, hasil panen serta kualitas umbi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Benih yang digunakan berasal dari kutur jaringan dengan ukuran $\pm 5-7$ gram (tuber let). Data pertumbuhan tanaman dapat dilihat pada (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh berbagai cara pengendalian OPT terhadap tinggi tanaman kentang di Garut dan Lembang

Perlakuan	Garut		Lembang	
	35 Hst	56 Hst	35 Hst	56 Hst
1. PHT	19,77 a	22,60 b	13,40 a	19,83 b
2. PHT + mulsa	20,23 a	28,53 a	13,67 a	29,20 a
3. Konvensional	18,53 a	19,73 c	10,77 a	26,03 a

Keterangan : Angka rata-rata diikuti huruf yang sama pada tiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada UJB Duncan pada taraf 5%.

Umbi yang digunakan berukuran kecil, maka tunas yang ke luar hanya 1-2 batang, sehingga untuk mengukur pertumbuhan diambil tinggi tanaman saja. Perlakuan PHT dan PHT + mulsa semua tindakan sama kecuali ada tambahan mulsa plastik hitam perak. Nampak jelas bahwa mulsa pada tanaman kentang menimbulkan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman, yaitu menjadi paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya baik di Garut maupun di Lembang. Sedangkan yang konvensional tidak lebih baik dari PHT kecuali di Lembang. Penggunaan mulsa hitam perak dapat menyerap panas, menjaga kelembaban tanah terutama pada musim kemarau dimana persediaan air terbatas, mencegah tercucinya pupuk oleh air hujan, mengurangi perkembangbiakan hama dan penyakit, pertumbuhan gulma, dan meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen serta direkomendasikan sebagai salah satu komponen dalam pengelolaan hama terpadu merangsang pertumbuhan akar tanaman secara optimum sehingga terjadi peningkatan laju fotosintesa, respirasi dan sintesa protein yang berpengaruh terhadap pertumbuhan. (Phoebe et al., 2002; Tomaso, 2005; Fahrurrozi, 2009; Katja et al., 2009; Lubis et al., 2017).

Infestasi Hama-Penyakit

Hama-hama kentang yang ditemukan selama percobaan ini berlangsung adalah hama pengisap daun, pengorok umbi serta pengorok daun seperti terlihat pada (Tabel 2). Pelaksanaan penelitian di Garut pada musim kemarau, pemberian air dilakukan secara siraman dari air irigasi. Hama cukup meledak terutama thrips, di mana helaian daun kentang bagian bawah berubah warna menjadi coklat mengkilat. Pada umumnya populasi thrips cukup tinggi pada musim kemarau dibandingkan musim hujan (Aliakbarpour & Rawi 2012, Rente & Manengkey 2007). Hama penggerek umbi *Phthorimaea operculella* tidak ditemukan pada percobaan di Garut, namun infestasi hama yang sangat menonjol disamping thrips adalah lalat pengorok daun. Pada musim hujan, tingkat serangannya mencapai 10-45% dan pada bulan Mei atau awal musim kemarau, tingkatserangan hama sebesar 70% (Susilawati 2004; Laksmiwati et al., 2018)

Tabel 2. Pengaruh berbagai cara pengendalian OPT terhadap jumlah satuan hama per daun contoh pada tanaman kentang pada 56-58 hari setelah tanam (Hst).

Perlakuan	Garut			Lembang		
	Afid	Thrips	<i>Phthorimaea</i>	Afid	Thrips	<i>Phthorimaea</i>
1. PHT	1,47 ab	16,53 ab	0,00	-(*)	-(*)	0,47 b
2. PHT + mulsa	0,37 b	1,30 b	0,00	-	-	0,20 c
3. Konvensional	10,90 a	37,10 a	0,00	-	-	0,97 a

Keterangan : Angka rata-rata diikuti huruf yang sama pada tiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada UJB Duncan pada taraf 5%.

*) = Serangga tidak diteramati disebabkan hujan terus menerus

Percobaan di Garut dilaksanakan menjelang musim kemarau sedangkan di Lembang menjelang musim hujan, sehingga terjadi kondisi yang berbeda diantara keduanya. Serangga pengisap

daun afid dan thrips pada perlakuan konvensional menunjukkan populasi yang tertinggi diikuti dengan perlakuan PHT. Jumlah serangga thrips pada setiap daun contoh cukup banyak sehingga warna daun menjadi coklat mengkilat. Afid paling banyak pada perlakuan konvensional. Perlakuan yang dapat menekan populasi afid dan thrips adalah PHT dengan mulsa. Menurut (Syamsu et al., 2003; Spehia et al., 2007; Shruthi et al., 2007).

Di Garut afid dan thrips cukup tinggi namun tidak ditemukan *Phtheromaea*. Sedangkan di Lembang afid dan thrips tidak ditemukan namun serangga *Phtheromaea* perlu dipertimbangkan. Populasi tertinggi dari hama pengisap daun ada pada perlakuan konvensional. *Phtheromaea* di Garut tidak ditemukan mungkin disebabkan adanya populasi kompetitornya (lalat pengorok daun, afid dan thrips) tinggi sekali.

Tabel 3. Pengaruh berbagai cara pengendalian OPT terhadap populasi lalat pengorok daun (*Liryomiza huidobrensis*) pada kentang di Garut dan Lembang

Perlakuan	Garut pada pengamatan ke-			Lembang pada pengamatan ke-		
	30 Hst	51 Hst	72 hst	30 Hst	51 Hst	72 hst
Daun						
1. PHT						
2. PHT + mulsa	7 a *)	9.6 ab	3,0 a	1,6 a	1,6 a	3,4 a
3. Konvensional	5 a	6,8 a	1,4 a	2,0 a	1,6 a	2,8 a
	8 a	13,0 b	2,6 a	5,0 b	3,2 b	1,6 a
Perangkap Kuning						
1. PHT						
2. PHT + mulsa	1.120	3.494	3.450	197	50	60
3. Konvensional	874	5.141	6.026	149	50	60
	-.**)	-	-	-.***)	-	-

Keterangan :

*) =Angka rata-rata diikuti huruf yang sama pada tiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada UJB Duncan pada taraf 5%.

***) = Ukuran perangkap 30 cm x 45 cm di Garut dan 20 cm x 15 cm di Bandung. Perhitungan dikonversikan ke ukuran 26 cm x 15 cm.

****) = Tidak dipasang perangkap likat kuning.

Lalat pengorok daun *Liryomiza huidobrensis* ditemukan pada kedua lokasi (Garut dan Lembang). Namun penghitungan lalat yang imagonya ke luar dari daun dan perhitungan dari perangkap kuning menunjukkan jumlah yang lebih tinggi di Garut. Hal ini mungkin disebabkan di Garut musim kemarau dan di Lembang musim hujan sehingga populasinya kurang (Tabel 3). Pengamatan perlakuan pada daun secara statistik nampaknya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata di tiap lokasi, namun tangkapan pada perlakuan PHT + mulsa selalu lebih rendah dari PHT sendiri dan perlakuan kontrol, kecuali untuk daerah Lembang. Perbedaan yang nyata antara populasi dihitung pada sampel daun dan perangkap kuning menunjukkan bahwa walaupun pada daun baru terhitung jumlah larva atau imago di bawah 5 ekor, imago yang terbang di udara dan siap bertelur densitinya (kepadatannya) sudah sangat tinggi (30-250 kali) bahkan bias mencapai 3.000 kali. *L. huidobrensis* mulai menyerang tanaman kentang sejak umur tiga minggu setelah tanam (MST) dan mencapai puncaknya pada umur empat, enam, dan delapan minggu setelah tanam. Keberadaan kompetitor sangat mempengaruhi fluktuasi populasi *L. huidobrensis*. Selain itu faktor lingkungan abiotik seperti suhu, kelembaban, dan angin juga mempengaruhi fluktuasi populasi *L. huidobrensis*. Pada musim kemarau serangan *L.huidobrensis* lebih tinggi bila dibandingkan dengan musim hujan. *L. huidobrensis* lebih memilih daun bawah dan tengah sebagai tempat peletakan telur. (Setiawati et al., 2002)

Penyakit Kentang

Penyakit yang paling dominan sesuai dengan musim yang terjadi, pada waktu percobaan berlangsung. Kondisi penyakit kentang di Garut dan Lembang dapat di lihat pada (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh berbagai cara pengendalian OPT terhadap intensitas penyakit busuk daun dan bercak kering pada kentang pada umur 56-68 hari setelah tanam (Hst).

Perlakuan	Garut		Lembang	
	Busuk daun	Bercak kering	Busuk daun	Bercak kering
1. PHT	4,67 a	0,00 a	36,33 a	- *)
2. PHT + mulsa	6,00 a	1,33 a	24,00 a	-
3. Konvensional	8,00 a	4,67 a	36,67 a	-

Keterangan : *) = Bercak kering tidak ditemukan di Lembang

Penyakit busuk daun (*Phytophthora infestan*) dan bercak kering (*Alternaria solani*) adalah pathogen tular udara yang tentunya tidak dipengaruhi oleh perlakuan-perlakuan pada tanahnya. Hasil analisis statistik tidak berbeda nyata antara perlakuan-perlakuan pada tanahnya. Namun ada kecenderungan bahwa intensitas kedua penyakit ini pada perlakuan PHT + mulsa paling rendah. Pada waktu penelitian berjalan di Lembang tidak ditemukan serangan bercak kering *Alternaria*. Tingginya insiden busuk daun di Lembang karena hujan turun cukup tinggi dan keadaan lembab, dimana kondisi seperti ini cocok untuk perkembangan penyakit busuk daun seperti yang dikemukakan (Rahayu et al., 2015), bahwa pada bulan-bulan dimana suhu udara tinggi, misalnya pertanaman bulan Mei sampai Agustus infestasi penyakit bercak kering lebih dominan dibandingkan penyakit busuk daun.

Hasil Panen

Hasil panen per petak antara kedua lokasi tidak mungkin dibandingkan, sebab di Lembang kentang dipanen lebih awal karena tanaman hancur terserang penyakit busuk daun. Data panen diseimbangkan dengan pengambilan 10 tanaman contoh. Secara statistic perlakuan PHT tidak berpengaruh terhadap hasil panen umbi dibandingkan dengan cara konvensional. Di Garut secara kuantitas hasil panen lebih tinggi sedangkan di Lembang lebih rendah. Namun demikian PHT yang ditambah input mulsa plastik perak ternyata mampu mempertinggi hasil panen baik dalam jumlah (2,5 kali system konvensional dan 2 kali sistem PHT), serta berat (10 kali dari sistem konvensional dan 7 kali dari sistem PHT) dan beda nyata dengan perlakuan-perlakuan lainnya. Kejadian hasil panen yang sama terjadi di daerah Lembang pada musim hujan (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh berbagai cara pengendalian OPT pada tanaman kentang terhadap hasil panen per 10 tanaman sampel di Garut dan Lembang.

Perlakuan	Garut		Lembang	
	Jumlah	Berat (kg)	Jumlah	Berat (kg)
1. PHT	68 a	1.748 a	92 a	1.360 a
2. PHT + mulsa	135 b	7.674 b	200 b	3.870 b
3. Konvensional	49 a	764 a	106 a	1.560 a

Penyebaran umbi kentang berdasarkan ukuran lebih menggeser ke arah ukuran lebih kecil (< 40 g). Rata-rata ukuran umbi besar (> 40 g) dari tiap perlakuan di Garut sebanyak 20% dan di Lembang 17%. Untuk Garut perlakuan ter baik adalah PHT + mulsa di mana persentasi umbi dengan ukuran paling tinggi. Keadaan ini berbeda dengan musim hujan (di Lembang), di mana persentasi umbi dengan ukuran > 40 g adalah yang paling rendah. Sebaran ukuran umbi yang lebih banyak ke ukuran kecil di Lembang karena tanaman dipanen belum waktunya akibat serangan penyakit busuk daun yang tinggi. Sebaran besarnya umbi dari tiap perlakuan di musim kemarau (Garut) dan musim hujan (Lembang) dapat dilihat pada (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh berbagai cara pengendalian OPT pada kentang terhadap ukuran umbi kentang di Garut dan Lembang

Perlakuan	Garut (g)				Lembang (g)			
	< 10	10-20	21-40	> 40	< 10	10-20	21-40	> 40
1. PHT	36	28	20	16	46	22	14	18
2. PHT + mulsa	22	20	21	37	40	21	23	16
3. Konvensional	43	17	31	9	36	26	20	18

KESIMPULAN

- 1) Perlakuan PHT dengan penggunaan mulsa perak menambah atau meningkatkan manfaat penerapan PHT. Pertumbuhan tanaman lebih baik dan hasil panen lebih tinggi dibandingkan cara konvensional.
- 2) Petak-petak PHT memperlihatkan infestasi serangga pengisap daun (afid dan trips) lebih rendah.
- 3) Penggunaan mulsa plastik perak lebih menekan infestasi lalat pengorok daun *Liriomyza huidobrensis*.
- 4) Serangan penyakit tular udara (busuk daun dan bercak kering) tidak dipengaruhi oleh perlakuan namun lebih dipengaruhi oleh musim.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliakbarpour, H & Rawi, C. S. M. (2012). The Species Composition of Thrips (Insecta: Thysanoptera) Inhabiting Mango Orchards In Pulau Pinang, Malaysia. *Trop. Life Sci. Res.*, 23(1), 45–61.
- Ansyari, L. F., Tyasmoro, S. T. & Sudarso. (2017). Pengaruh Jenis dan Ketebalan Mulsa dalam Mempertahankan Kandungan Air Tanah dan Dampaknya terhadap Tanaman Kedelai (*Glycine max* L) di Lahan Kering. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(5), 791-798.
- Baliadi, Y. & Tengkanoo, W. (2009). *Lalat Pengorok Daun Liriomyza sp. (Diptera : Agromyzidae), hama Baru pada Tanaman Kedelai di Indonesia*. www.pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/p3291101.pdf
- Fahrurrozi. (2009). Fakta Ilmiah di Balik Penggunaan Mulsa Plastik Perak dalam Produksi Tanaman Sayuran. <http://www.Unib.ac.id/bog/Fahrurrozi/2009/03/16>. Diakses tanggal 15 Januari 2019.
- Katja, Z. Ban, D., Ban, S. G., Culjak, T. G. & Dumic, G. (2009). Respon of Alate Species to Mulch Colour in Water Melon. *Journal of Food Agricultural and Environment*, 7(3&4), 496-502.
- Mustika, I. (2005). Konsepsi dan Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Perkebunan di Indonesia. *Perspektif*, 4(1), 20-32.
- Nathasia, A. A. V., Abadi, A. L. & Wardiyati, T. (2014). Uji Ketahanan 7 Klon Tanaman Kentang Terhadap Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(6), 540-548.
- Phoebe, R., Wangar, A., Tabu, I., Ombiri, J. & Ramkat, R. (2002). Effect of Mulch and Stage of Inoculation on Incidence and Severity of Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) Disease on Different Varieties of Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Molecular Biology*, 290, 1-20.
- Piche, L. M., Singh, R. P., Nie X., Gudmestad N. C. (2004). Diversity Among Potato Virus Y Isolates Obtained from Potatoes Grown in The United States. *Journal of Phytopathology*, 94(12), 1368-1375.
- Prabaningrum, L., Moekasan, T. K. & Murtiningsih. R. (2018). Pengaruh Aplikasi *Lecanicillium lecanii* Terhadap Ambang Kendali Trips Pada Tanaman Kentang. *Jurnal Hortikultura*, 28(1), 105-112.
- Priou, S., Aley, A. P., Chujoy, E., Lemaga, B. & Frenh, E. (2011). Integrated Control of Bacterial Wilt of Potato. <http://www.cipotato.org/csd/materials-/Publications/guiaing.pdf>. Diakses 7 April 2019.

- Rahayu Sri, Nadifah, F., Prasetyaningsih, Y. (2015). Jamur Kontaminan pada Umbi Kentang. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 3(1), 28-32.
- Reddy, P. P. (2010). *Bacterial and Viral Disease and Their Management in Horticultural Crops*. Jodhpur (IN): Scientific Publisher.
- Sastrahidayat, I. R. (2011). *Tanaman Kentang dan Pengendalian Penyakitnya*. Malang: UB Press.
- Semangun, H. (2000). *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Setiawati, W. & Tobing, M. C. (1996). Penggunaan Feromonoid Seks dan Insektisida Imidaklopid 200 SC terhadap populasi *Phthorimaea operculella* Zell. dan Kehilangan Hasil Kentang Pada Musim Hujan dan Musim Kemarau. *Jurnal Hortikultura*, 7(4), 892-898.
- Shruthi C. R., Narabanchi, G. B. & Devaraju, G. (2017). Effect of Silver Colour UV Reflective Polyethylene Mulch on the Incidence of Thrips, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera : Thripidae) in Watermelon. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5), 1566-1568.
- Soeriaatmadja, R. E. (1988). Pengendalian Terpadu Penggerek Daun dan Umbi Kentang (*Phthorimaea operculella* Zeller). *Jurnal Litbang Pertanian*, 7(1), 16-20.
- Spehia, R. S., Phurailatpam, S., Sharma, S., Devi, M., Negi, A., Singh, S. & Sharma, J. C. (2017). Effect of Different Colours of Polyethylene Mulch and Sticky Paper Thraps on Disease Incidence and Yield of Bellpepper Under Protected Cultivation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(3), 351-353.
- Susilawati. (2004). Lalat Pengorok Daun *Liriomyza sativae* Blanchard Hama Baru pada Beberapa Sayuran Dataran Rendah. *Jurnal Hortikultura*, 14(4), 279-286.
- Syamsu, A., Hendarto, K., Karyanto, A. & Gintin, Y. C. (2013). Pemberian Dua jenis Mulsa dan Tanpa Mulsa terhadap karakteristik Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) pada Dataran Rendah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 1(2), 153-158.
- Tomaso, P. 2005. The Fuction and Purpose of Mulch. http://www.Enewsbuilder.net/watercon/e_article00488370.cfm?=-bbrDcbk.b2FRWTrq.w. Diakses Tanggal 20 Januari 2019.
- Wang, B., Ma, Y., Zhang, Z., Wu, Z., Wu, Y., Wang, Q. & Li, M. (2011). Potato Viruses in China. *Crop Protection*, 30, 1117-1123.
- Wiwin, S., Somantri, A. & Purwati. (2002). Dinamika Populasi dan Pola Infestasi *Liriomyza huidobrensis* Blanchard pada Tanaman Kentang di Musim Kemarau dan Musim Hujan. *Jurnal Hortikultura*, 12(4), 261-269.

Lampiran 1. Rakitan perlakuan komponen PHT yang diuji di Garut dan Lembang

Komponen Budidaya	PHT Balitsa	PHT Balitsa+Mulsa	Petani Garut	Petani Lembang
1. Benih	Granola	Granola	Granola	Granola
2. Pupuk per ha:				
- Dasar	- Ayam 10 ton	- Ayam 10 ton	- Sapi 30 ton	- Kuda 30 ton
- Buatan	- Dua kali pemberian 1). ½ Urea+ZA+KCl)+SP-36 waktu tanam 2). ½ Urea+ZA+KCl)+SP-36 waktu tanam	- Dua kali pemberian 1). ½ Urea+ZA+KCl)+SP-36 waktu tanam 2). ½ Urea+ZA+KCl)+SP-36 waktu tanam	- Satu kali pemberian pada saat waktu tanam	- Satu kali pemberian pada saat waktu tanam (Urea, ZA, Kl dan TSP)
3. Jarak tanam	30 x 60 cm, baris ganda	30 x 80 cm, baris ganda	30 x 80 cm, baris tunggal	30 x 80 cm, baris tunggal
4. Penutup tanah	-	Mulsa plastic perak	-	-
5. Pemasangan perangkat:				
- Afid	- Tidak dipasang	- Tidak dipasang	- Tidak dipasang	- Tidak dipasang
- Penggerek umbi	-Tidak dipasang	-Tidak dipasang	- Tidak dipasang	- Tidak dipasang
- Pegirik daun	- Kuning likat	- Kuning likat	- Tidak dipasang	- Tidak dipasang
6. Pengamatan :	Seminggu sekali	Seminggu sekali	Seminggu sekali	Seminggu sekali
7. Pestisida :				
- Waktu aplikasi:	- 41 hari setelah tanam	- 39 hari setelah tanam	- 43 hari setelah tanam	- 38 hari setelah tanam
- Jenis bahan aktif pestisida :	1. Mankozeb, Mefendoksam 2. Mankozeb 3. Abamektin 4. Deltametrin 5. Imidaclorprid 6. Karbofuran	1. Mankozeb, Mefendoksam 2. Mankozeb 3. Abamektin 4. Deltametrin 5. Imidaclorprid 6. Karbofuran	1. Mankozeb, Mefendoksam 2. Mankozeb 3. Abamektin 4. Deltametrin 5. Imidaclorprid 6. Karbofuran 7. Triazofos 8. Cymoxanil	1. Karbofuran 2. Mankozeb, Mefendoksam 3. Betasiflutrin
Interval:	Seminggu sekali	Seminggu sekial	2 kali/minggu	2 kali/minggu
8. Panen	80% tanaman kuning	80% tanaman kuning	80% tanaman kuning	80% tanaman kuning

KARAKTERISTIK TANAH TERHADAP HABITAT DUNG BEETLE YANG BERPERAN SEBAGAI PENYEBAR BIJI

Umy Mayasari^{*1}, Bainah Sari Dewi², Lusmeilia Afriani³, Sugeng P. Harianto⁴

^{1,2,4}Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

³Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

Jl. Sumantri Brojonegoro, Lampung, Lampung, Indonesia, telp/fax: +62 721-704946/721-770347

e-mail: ^{*1}umymayasari4@gmail.com, ²bainahsariwicaksono12@gmail.com

Abstrak. *Dung beetle adalah satwa sejenis insek yang memiliki peran sebagai penyebar biji tingkat kedua. Pentingnya penelitian tentang karakteristik tanah sebagai habitat dung beetle menyebabkan penelitian ini dilaksanakan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik habitat dung beetle yang ada di Arboretum I Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman, Lampung. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode analisis laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian dung beetle ditemukan pada kadar air 43,55%, berat jenis 2,64 g/cm³, persentase lolos saringan pada saringan no. 40 adalah sebesar 77,50%, berat volume 0,86 gr/cm³, nilai kadar air optimum 24%. Dengan mengetahui karakteristik tanah tempat dung beetle ditemukan maka proses dung beetle didalam tanah dapat diketahui dengan detail. Karakteristik tanah dan peran dung beetle menyelamatkan feses satwa yang mengandung biji-biji tanaman hutan dapat menjadi penelitian lanjutan.*

Kata Kunci: *dung beetle, habitat, Tahura WAR, tanah.*

PENDAHULUAN

Tanah merupakan hasil lapukan dari bahan padatan, air dan udara yang menjadi sumberdaya alam utama bagi kehidupan manusia dan ekosistemnya (Juarti, 2016). Sifat tanah bervariasi mulai dari sifat kimia, fisik dan biologi (Tufaila & Alam, 2014). Tanah memiliki sifat fisik yang berbeda-beda mulai dari lahan basah seperti sawah hingga lahan kering seperti hutan. Perbedaan dari karakteristik tanah tersebut dapat diketahui dari sifat fisik tanah seperti tekstur, bahan organik, stabilitas agregat, air tersedia, pergerakan air tanah, makrofauna tanah, dan makroporositas tanah (Jambak et al., 2017). Hutan menyimpan keanekaragaman hayati makrofauna tanah salah satunya serangga. Salah satu famili serangga yang penting dalam ekosistem hutan adalah kumbang tinja. Keberadaan kumbang tinja pada ekosistem hutan sangat penting dari segi ekologi dalam menjaga keseimbangan ekosistem (Noerdjito, 2003).

Kumbang tinja (*dung beetle*) merupakan kumbang yang mudah dikenali karena bentuk tubuhnya yang cembung, bulat telur atau memanjang dengan tungkai bertarsi 5 ruas dan sungut 8-11 ruas serta berlembar (Shahabuddin et al., 2005). Kumbang tinja membawa fases ke liang sarangnya di dalam tanah secara alami, hal ini menyebabkan terjadinya proses penggemburan tanah yang dilakukan oleh kumbang tinja (Wallwork, 1970). Selain itu, menurut Noerdjito (2009) aktifitas kumbang tinja juga secara tidak langsung merupakan sarana dalam penyebaran biji tanaman yang berasal dari kotoran hewan pemencar biji.

Habitat tanah hutan yang dijadikan sebagai tempat hidup kumbang tinja merupakan indikator dalam kesuburan tanah yang dapat diketahui melalui kadar air, kepadatan, analisa saringan, berat jenis dan volume tanah. Menurut Goh (2014), kumbang tinja berperan penting dalam fungsi siklus nutrisi dan aerasi tanah. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengetahui karakteristik tanah terhadap habitat dung beetle sebagai penyebar biji.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Penelitian dilakukan selama 1 bulan pada bulan Desember 2018. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu tanah yang berasal dari Arboretum I Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman,

Lampung. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cangkul, paralon, timbangan digital, cawan, oven, ring contoh, pisau, picnometer, tungku pemanas, gayung, saringan No. 40, satu set saringan, mesin penggetar, mold, collar, plat dasar, hammer, sendok semen, gelas ukur dan palu kecil.

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode analisis laboratorium yang terdiri dari kadar air, berat jenis, analisis saringan, berat volume, dan uji pemadatan tanah standar.

1. Prosedur Penelitian Kadar air

- a. Menimbang ketiga cawan dalam keadaan bersih dan kering serta memberi tanda atau nomor pada container
- b. Memasukkan sampel tanah yang diuji kedalam cawan
- c. Menimbang cawan yang berisi tanah
- d. Memasukkan cawan kedalam oven pada temperatur 105°C selama 24 jam
- e. Menimbang sampel tanah dan container yang telah kering.

2. Prosedur Uji Berat Jenis

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan pada percobaan
- b. Menimbang *picnometer* kosong (W1) dalam keadaan bersih dan kering
- c. Memasukkan sampel tanah kering ke dalam *picnometer* sebesar 15 gram
- d. Menimbang *picnometer* beserta tanah kering (W2)
- e. Memasukkan air bersih ke dalam *picnometer* sebanyak 2/3 volume *picnometer*, mendidihkan air di atas *boiler* untuk menghilangkan udara di dalam butir-butir tanah
- f. Setelah mendidih, *picnometer* didinginkan hingga temperatur *picnometer* sama dengan temperatur ruangan
- g. Menambahkan air kedalam *picnometer* hingga mencapai garis batas *picnometer*
- h. Menimbang *picnometer* yang berisi tanah dan air (W3)
- i. Membersihkan isi *picnometer* dari sampel tanah
- j. Mengisi *picnometer* dengan air bersih sampai batas *picnometer*, dan menimbanginya (W4).

3. Prosedur Analisis Saringan

Mengambil sampel tanah sebanyak 500,52 gram

Mencuci tanah di atas saringan No.200 sampai bersih, sehingga yang tertinggal adalah partikel atau butiran tanah kasar

Memasukkan ke dalam oven sisa tanah yang tertahan di atas saringan No.200 selama 24 jam dengan suhu (105 – 110) °C, setelah 24 jam keluarkan sampel dan mendinginkannya

Membersihkan masing-masing saringan beserta pan dan menimbang masing-masing saringan

Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar

Memasukkan sampel tanah ke dalam susunan yang paling atas

Mengecangkan penjepit susunan saringan pada alat mesin penggetar

Menghidupkan mesin penggetar kurang lebih selama 15 menit, lalu setelah 15 menit matikan mesin penggetar dan mendinginkan sesaat saringan selama 5 menit agar debu-debu mengendap

Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan.

4. Prosedur Penelitian Berat Volume

- a. Membersihkan dan menimbang, *ring* contoh diberi oli agar tanah tidak melekat pada *ring*
- b. Mengukur dan mencatat tinggi dan diameter *ring*
- c. Memasukkan tanah pada *ring* contoh, minimal 3 sampel tanah
- d. Meratakan dan memadatkan sampel tanah pada *ring* contoh dengan cara menekan tanah menggunakan palu kecil
- e. Menimbang *ring* contoh dan tanah
- f. Mengambil sampel tanah dengan cara menekan *ring* contoh berisi sampel tanah pada alat pendorong sehingga sampel tanah terlepas dari *ring* contoh
- g. Menimbang sampel tanah yang terlepas dari *ring* contoh.

5. Prosedur Uji Pemadatan Tanah Standar

a. Penambahan air:

1). Mengambil sampel tanah seberat kira-kira 10 kg.

2). Menghancurkan sampel tanah yang masih menggumpal dengan palu atau meremasnya dengan tangan dan mengayak sampel tanah dengan menggunakan saringan No. 4.

3). Memasukkan sampel tanah ke dalam container kemudian dipisahkan menjadi 5 (lima) bagian, lalu menimbang seberat 2000 gram untuk setiap kontainernya dan beri tanda pada kelima sampel tersebut.

4). Menentukan kadar optimum dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a). Menambah air sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan tanah sampai merata. Kemudian didapatkan suatu campuran yang apabila dikepalkan dengan tangan tidak hancur dan tidak lengket. Mengambil sebagian tanah untuk mengetahui suatu perkiraan kadar air optimum.

b). Setelah mendapatkan perkiraan kadar air optimum, maka menyiapkan penambahan air untuk setiap container yang berisi sampel tanah dengan cara penambahan air dengan selisih 3% untuk setiap kontainernya dengan 2 sampel dibawah dan 2 sampel diatas perkiraan kadar air optimum dan menghitung penambahan air untuk setiap sampel tanah.

b. Pemadatan Tanah:

1). Menimbang mold standar berdiameter 4” beserta luasnya dengan ketelitian 1 gr (Wm)

2). Memasang collar pada mold, mengencangkan penjepit dan meletakkan pada tempat yang kokoh

3). Mengambil salah satu sampel tanah (dimulai dari sampel tanah dengan kadar air terendah). Dengan menggunakan proctor standart, tanah dibagi 3 bagian. Bagian pertama dimasukkan sebanyak 1/3 bagian ke dalam mold lalu ditumbuk 25 kali secara merata. Menambah bagian kedua sebanyak 2/3 mold lalu ditumbuk sebanyak 25 kali. Akhir tanah dimasukkan setinggi collar lalu ditumbuk sebanyak 25 kali

4). Melepas collar dan meratakan permukaan tanah pada mold dengan pisau

5). Menimbang mold berikut alas dan tanah yang berada didalam mold

6). Mengeluarkan tanah dari mold

7). Mengulangi prosedur percobaan (b) langkah ke 2 sampai kerja ke 6 untuk keempat sampel tanah berikutnya sehingga didiapat 5 data pemadatan

8). Memasukkan sampel tanah basah kedalam container kecil, untuk mengetahui kadar air pada sampel tanah

9). Menimbang container yang berisi sampel tanah basah

10). Memasukkan container yang berisi sampel tanah basah kedalam oven pada temperature 105°C-110°C selama 24 jam

11). Setelah sampel di oven, kemudian mengeluarkan sampel tanah kering dan menimbanginya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis laboratorium didapatkan data kadar air tanah, berat jenis, berat volume, analisa saringan, dan uji pemadatan standar. Hasil penelitian tersebut dideskripsikan pada Tabel 1 kadar air tanah pada Arboretum 1.

Tabel 1. Kadar air tanah pada Arboretum 1 Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman Lampung

STA	No. Cawan	Berat Cawan (B.C) (g)	Berat Cawan+Tanah Basah (W.C + T.B) (g)	Berat Cawan+Tanah Kering (W.C + T.K) (g)	Berat Tanah Kering (WTK) (g)	Perhitungan Berat Air (Ww) (g)	Kadar Air (Ka) (%)	Kadar Air Rata-rata (%)
Arboretum 1	D	10,66	63,97	47,63	36,97	16,34	44,198	43,55406
	K7	10,58	60,67	45,63	35,05	15,04	42,91013	

Pada Tabel 1 berat tanah kering pada Arboretum 1 yaitu 36,97g dan 35,05g. Dengan perhitungan berat tanah awal yang diambil dikurangi berat tanah yang sudah dikeringkan, sehingga mendapatkan nilai berat air yaitu 16,34g dan 35,05g. Kadar air yang didapatkan dari kedua sample tanah yang didapatkan yaitu dengan rata-rata 43,55%. Setiap tanah memiliki kadar air yang berbeda-beda tergantung kondisi tanah, sehingga tanah memberi peran penting dungbeetle dalam penyebar biji tumbuhan. Menurut Taufik & Setiawan (2012), kandungan air tanah merupakan peubah penting dalam hubungan antara tanah atmosfer dan tanaman. Selain kadar air yang didapatkan, uji berat jenis tanah

dibutuhkan untuk mencari komponen-komponen dalam menentukan keadaan tanah. Berat jenis tanah dideskripsikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Berat Jenis Tanah pada pada Arboretum 1 Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman Lampung

Picno	W Picno (g)	Picno + Sampel (g)	Picno + Sampel + Air (g)	Picno + Air (g)	Ww1 (g)	Ww2 (g)	Berat Jenis (g)	Berat Jenis Rata-Rata (g)
B	34,28	41,88	88,65	83,92	49,64	46,77	2,65	2,64
II	35,43	42,97	89,59	84,91	49,48	46,62	2,64	2,64

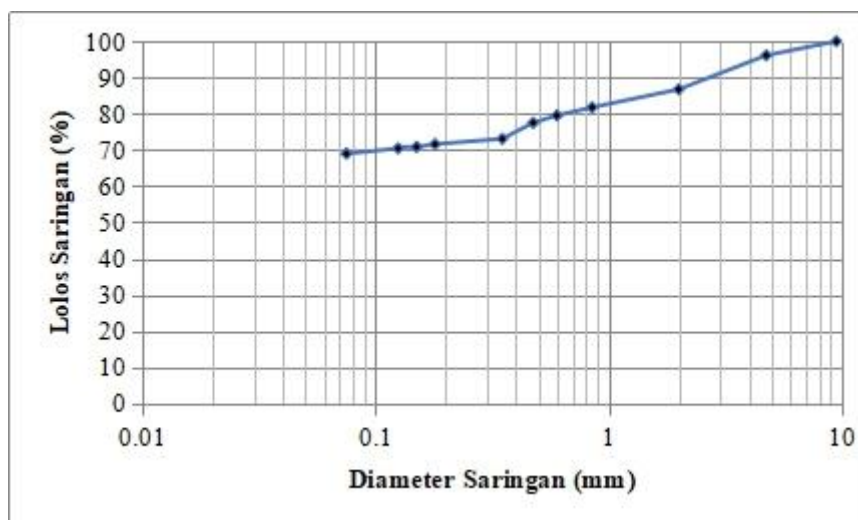
Berat jenis tanah memiliki nilai rata-rata yaitu 2,64 g. Nilai berat jenis tanah tidak mudah berubah dalam jangka waktu yang lama karena terkait dengan komposisi padatan yang relatif stabil (Surya et al., 2017). Berat jenis merupakan perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air suling yang ditentukan dengan cara mengambil contoh tanah yang akan dicari berat jenisnya kemudian dibersihkan. Selain itu, perhitungan lain yang digunakan yaitu berat volume (Tabel 3).

Tabel 3. Berat Volume Tanah pada pada Arboretum 1 Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman Lampung

No	(g/cm ³)	rata-rata(g/cm ³)	Yd (g/cm ³)	Yd rata-rata(g/cm ³)
1	1,22	1,24	0,85	0,86
2	1,27	1,24	0,88	0,86
3	1,23	1,24	0,86	0,86

Uji berat volume untuk menentukan berat volume dari tanah basah dalam keadaan asli, yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. Berat volume tergantung pada jenis tanah dan rongga tanah yang ada didalam tanah tersebut. Cara menentukan berat volume tanah adalah dengan menentukan berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Tanah asli biasanya dipakai ring yang dimasukkan didalam tanah sampai terisi penuh, kemudian atas dan bawahnya diratakan serta ring dan tanahnya diketahui beratnya, maka berat volume dapat diketahui.

Hasil penelitian analisa saringan tanah pada Arboretum 1 Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman Lampung (Gambar 1)

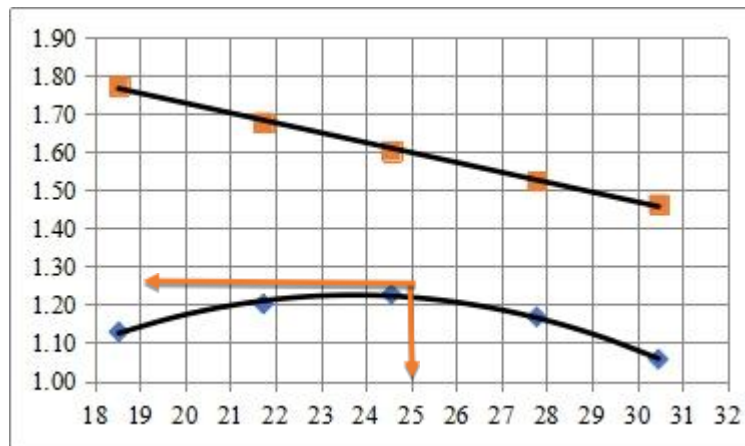


Gambar 1. Analisa Saringan Tanah pada Arboretum 1 Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman Lampung

Gambar I nilai persentase lolos saringan No.4 dengan diameter saringan 4,75 adalah sebesar 96,12%, persentase lolos saringan No.40 dengan diameter saringan 0,475 adalah sebesar 77,50% dan pada saringan No. 200 dengan diameter saringan 0,075 adalah sebesar 68,96%. Uji analisa saringan

dilakukan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menentukan saringan, tujuannya untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran. Analisa saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butiran.

Hasil penelitian kadar air optimum pada uji pemadatan tanah standar pada Arboretum 1 Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman Lampung (Gambar 2)



Gambar 2. Kadar Air Optimum Pada Uji Pemadatan Tanah Standar pada Arboretum 1 Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman Lampung

Pemadatan tanah standar tanah didapatkan nilai kadar air optimum sebesar 24%. Pemadatan merupakan proses udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu mekanis. Ukuran kepadatan tanah adalah hubungan antara berat volume kering dengan kadar air. Oleh sebab itu, percobaan dilakukan dengan 5 sampel yang berbeda kadar airnya agar dapat terlihat perbedaannya.

Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO tanah di Arboretum I Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman Lampung termasuk dalam kelompok A7 yaitu tanah liat, dengan persentase lolos saringan No. 40 adalah sebesar 77,50% dan persentase lolos saringan No. 200 adalah sebesar 0,075%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Ibu Dewi dan Pak Sugeng atas bantuan dana penelitian PKLN-Ristek DIKTI tahun 2018. Terimakasih penulis ucapkan juga kepada Novia Dewara, Dewi Ira Rahmawati, Mefki Sunardi, Ary Rahmadi, Mas Yupi, Pak Pardin dan Staff Laboraturium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- Jambak, M. K. F. A., Baskoro, D. P. T. & Wahjunie, E. D. (2017). Karakteristik Sifat Fisik Tanah Pada Sistem Pengolahan Tanah Konservasi (Studi Kasus: Kebun Percobaan Cikabayan). *Jurnal Buletin Tanah dan Lahan*, 1(1), 44-50.
- Juarti. (2016). Analisis Indeks Kualitas Tanah Andisol Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Desa Sumber Brantas Kota Batu. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 21(2), 58-71.
- Noerdjito, W. A. (2003). *Keragaman Kumbang (Coleoptera). di Dalam: Amir M, Kahono S. Serangga taman nasional Gunung Halimun Jawa Bagian Barat*. JICA Biodiversity Conservation Project, 149-200.
- Noerdjito, W. A. (2009). Pengaruh Ketinggian dan Habitat Terhadap Keragaman Kumbang Koprofagus (Coleoptera: Scarabaeidae) di Jalur Pendakian Apuy dan Linggarjati, Taman Nasional Gunung Ciremai. *Jurnal Biologi Indonesia*, 5(3), 295-304.
- Shahabuddin, H. Purnama, N. Woro, M. Safrida. (2005). Penelitian Biodiversitas Serangga di Indonesia: Kumbang Tinja (Coleoptera: Scarabaeidae) dan Peran Ekosistemnya. *Biodiversitas* 6(2), 141-146. Surakarta, Indonesia.

- Surya, A. A., Nuraini, Y. & Widiyanto. (2017). Kajian Porositas Tanah pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik di Perkebunan Kopi Robusta. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 4(1), 463-471.
- Taufik, M & Setiawan, B. I, (2012) Interpretasi Kandungan Air Tanah untuk Indeks Kekeringan: Implikasi untuk Pengelolaan Kebakaran Hutan. *Jurnal JMHT*, 18(1), 31-38.
- Tufaila, M. & Alam, S. (2014). Karakteristik Tanah dan Evaluasi Lahan Untuk Pengembangan Tanaman Padi Sawah Di Kecamatan Oheo Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal AIRGPLUS*, 24(2), 184-194.
- Wallwork, JA. (1970). *Ecology of Soil Animals*. London: McGraw-Hill.

PENGARUH DEFORESTASI EKOSISTEM HUTAN MENJADI PERAIRAN TERESTRIAL TERHADAP PREVALENSI SERANGAN RABIES: STUDI DI PROVINSI LAMPUNG

Lela Nurlaela¹, Muhtarudin², Samsul Bakri*³, Jhons Fatriyadi Suwandi⁴

¹Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Lampung;

²Jurusan Peternakan Universitas Lampung;

³Program Magister Ilmu Lingkungan dan Ilmu Kehutanan Universitas Lampung

⁴Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Multidisiplin.

Jl. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung 35145

e-mail: *³samsul.bakri1442@gmail.com

Abstrak. Rabies merupakan penyakit infeksi tingkat akut yang menyerang susunan saraf pusat. Penyakit yang disebabkan oleh virus ini merupakan penyakit yang paling mematikan di dunia dengan tingkat kematian 99,9 % setelah 14 hari sejak gejala klinisnya muncul. Menurut Colfer et al. (2016) bahwa deforestasi ekosistem hutan menjadi perkebunan, pertanian, sawah, pertambangan dan badan-badan perairan lainnya dapat menyebabkan guncangan ekosistem yang bermuara pada prevalensi berbagai penyakit termasuk rabies. Perubahan iklim juga memberikan indikasi pada peningkatan seviritas penyakit ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh deforestasi ekosistem menjadi ekosistem perairan dan pengaruh perubahan iklim terhadap prevalensi rabies di Provinsi Lampung. Penelitian dimulai dari November 2018 sampai Maret 2019, menggunakan pemodelan stokastik OLS (Ordinary Least Square) pada taraf nyata 5% dengan variabel responnya adalah kejadian rabies di tiap kota/kabupaten ke i pada tahun ke t , atau $[Y]_{i,t}$. Variabel penduganya adalah: (i) proporsi luasan yang ada di tiap kabupaten ke i dan tahun ke t untuk ekosistem: tambak, rawa, sawah, hutan mangrove, hutan rakyat, hutan negara, perkebunan, pertanian intensif, dan pemukiman; (ii) rataan curah hujan dan temperatur tahunan. Data deforestasi diekstrak melalui interpretasi citra landsat ETM+7 untuk tahun perekaman 2009, 2012, 2015 dilanjutkan dengan pengecekan lapangan. Seri data iklim khususnya temperatur dan curah hujan diakuisi dari BMKG. Kesimpulan bahwa serangan rabies meningkat secara nyata oleh: (a) badan perairan berhubungan nyata terhadap insiden rabies ($\beta = 45,01$; $p = 0,005$). Perkebunan berhubungan nyata terhadap insiden rabies ($\beta = -4,789$; $p = 0,002$). Pemukiman berhubungan nyata terhadap insiden rabies ($\beta = 12,707$; $p = 0,005$). Lahan terbuka berhubungan nyata terhadap insiden rabies ($\beta = 45,72$; $p = 0,005$). Pertanian lahan kering berhubungan nyata terhadap insiden rabies ($\beta = -3,927$; $p = 0,006$). Sawah berhubungan nyata terhadap insiden rabies ($\beta = -13,208$; $p = 0,005$). Suhu udara berhubungan nyata terhadap insiden rabies ($\beta = -47,49$; $p = 0,046$).

Kata Kunci: deforestasi, perairan, perubahan iklim, rabies

PENDAHULUAN

Rabies adalah penyakit infeksi tingkat akut pada susunan syaraf pusat yang dapat menyerang semua binatang berdarah panas dan manusia yang disebabkan oleh virus rabies. Penyakit ini bersifat zoonosis, yaitu dapat ditularkan dari hewan ke manusia. Virus rabies ditularkan ke manusia melalui gigitan hewan yaitu oleh anjing, kucing, kerbau, rakun dan kelelawar. Rabies disebut juga penyakit anjing gila (Soedijar & Dharma, 2005).

Rabies merupakan penyakit hewan yang sangat menakutkan dan selalu berakhir dengan kematian. Sampai dengan tahun 2015, Rabies tersebar di 25 Provinsi di Indonesia dengan jumlah kasus gigitan yang cukup banyak. Sedangkan 9 Provinsi dinyatakan bebas rabies. Sejak pencanangan pertama pembebasan rabies yang dilaksanakan di Cirebon pada tahun 1989, pemerintah Indonesia terus mengupayakan penekanan kasus rabies hingga titik nol. Untuk mencapai status bebas rabies, 2 (dua) tahun sebelumnya suatu daerah harus sudah menunjukkan nol kasus bagi manusia maupun hewan (Infodatin, 2016).

Kasus rabies terbaru di Indonesia terjadi di Kabupaten Dompu dan Sumbawa, sebagai daerah Kejadian Luar Biasa rabies. Terjadi 825 gigitan pada manusia dalam 2 bulan. Dari kasus tersebut 30 orang positif rabies dan 6 orang meninggal dunia (Kompas.com, 2019). Pemerintah Indonesia terus melakukan upaya pemberantasan rabies melalui vaksinasi massal, eliminasi serta pengawasan lalu lintas hewan penular rabies (HPR).

Jumlah penduduk di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya sehingga kebutuhan akan lahan dan tempat tinggal juga semakin meningkat. Meningkatnya jumlah penduduk ini mengakibatkan tuntutan pemenuhan kebutuhan pangan dan juga tempat tinggal. Akibatnya banyak terjadi perubahan tata ruang dan pengelolaan lingkungan akibat eksploitasi sumber daya lahan dan hutan. Banyak lahan yang seharusnya untuk ruang terbuka hijau beralih fungsi menjadi perumahan atau lahan pertanian. Begitu pula dengan hutan.

Salah satu dampak buruk dari deforestasi hutan ini adalah terjadinya perubahan iklim mikro maupun global. Menurut Candradewi (2014) dalam Saharjo & Wibisana (2017), dampak negatif yang ditimbulkan oleh kerusakan hutan cukup besar mencakup kerusakan ekologis, menurunnya keanekaragaman hayati, merosotnya nilai ekonomi hutan dan produktivitas tanah, perubahan iklim mikro maupun global.

Perubahan iklim merupakan salah satu topik utama yang menjadi perhatian dunia. Berdasarkan kajian Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) pada tahun 2007 menyatakan bahwa peningkatan suhu permukaan bumi secara global berkisar $0,32^{\circ}\text{C}$ - $0,74^{\circ}\text{C}$ dan dikhawatirkan akan terus mengalami peningkatan dimasa mendatang. Kenaikan suhu udara dari rata-ratanya dan adanya perubahan pola curah hujan di suatu wilayah dapat menjadi indikator bahwa telah terjadi perubahan iklim di wilayah tersebut (IPCC, 2013).

Fenomena perubahan iklim ini juga terjadi di Provinsi Lampung yang ditandai dengan adanya kenaikan suhu udara. Menurut hasil penelitian Manik et al. (2014), menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara di Lampung pada periode tahun 1991-2010, baik suhu maksimum maupun minimum, lebih tinggi dibandingkan suhu pada periode 1976-1990. Rata-rata kenaikan adalah $0,7^{\circ}\text{C}$ untuk suhu maksimum, $0,32^{\circ}\text{C}$ untuk suhu minimum, sedangkan selisih suhu maksimum dan minimum mengalami kenaikan rata-rata $0,4^{\circ}\text{C}$.

Perubahan iklim ini dapat berpengaruh terhadap banyak sektor, salah satunya adalah sektor kesehatan, baik kesehatan manusia maupun hewan. Seiring dengan fenomena perubahan iklim yang saat ini terjadi diseluruh dunia termasuk di Provinsi Lampung, maka kesehatan hewan ternak juga dapat terganggu. Menurut Bahri & Syafriati (2011), Sesungguhnya keadaan iklim terkait erat dengan timbulnya gangguan kesehatan karena dapat memicu timbulnya berbagai penyakit infeksi, terutama pada pemanasan yang berkepanjangan dan ketidakstabilan iklim seperti cuaca yang ekstrim. Keadaan iklim seperti ini dapat memicu munculnya atau kemunculan kembali penyakit infeksius global.

Perubahan iklim secara langsung akan menurunkan fungsi lingkungan dan selanjutnya akan mengganggu kesehatan masyarakat terutama yang berhubungan dengan kejadian penyakit berbasis iklim (Yudhastuti, 2017). Salah satu penyakit yang berbasis iklim adalah penyakit rabies. Perubahan iklim yang ekstrem seperti naiknya permukaan air laut, mencairnya gletser dan hujan badai diketahui dapat meningkatkan kadar penularan virus rabies. Menurut Naipospos (2010), penyakit rabies merupakan salah satu penyakit hewan yang diperkirakan berkaitan dengan perubahan iklim atau lingkungan.

Tujuan dari penelitian adalah menetapkan besarnya dampak perubahan tutupan lahan dan perubahan iklim terhadap kejadian rabies serta menyusun scenario dampak perubahan lahan dan perubahan iklim terhadap penyakit rabies.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Inventarisasi dan Pemetaan Hutan Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Waktu penelitian dilakukan pada bulan November 2018 – Maret 2019. Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak komputer serta alat tulis. Perangkat keras yang digunakan adalah notebook, global positioning system (GPS), dan digital camera. Perangkat lunak yang digunakan adalah software ArcGis 10.3, Envi 5.2, Minitab 17 dan Microsoft Office 2013. Bahan yang digunakan adalah citra Landsat perekaman tahun 2009, 2012 dan 2015.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa citra Landsat Provinsi Lampung tahun perekaman 2009, 2012 dan 2015. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi peta administrasi kabupaten/kota Provinsi Lampung, data sekunder pendukung (angka kejadian Rabies, angka kejadian gigitan hewan penular rabies, luas hutan negara dan hutan rakyat, suhu dan curah hujan) dari instansi terkait.

Metode pengumpulan data citra Landsat dilakukan dengan mengunduh citra pada laman earthexplorer.usgs.gov, sedangkan data lainnya diperoleh dari instansi terkait yaitu; Dinas Kehutanan Provinsi Lampung, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Provinsi Lampung.

Data curah hujan dan suhu udara diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Provinsi Lampung, sedangkan data kejadian rabies, diperoleh dari Dinas Perkebunan dan Peternakan Provinsi Lampung dan Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. Data kejadian rabies, curah hujan dan suhu udara yang dikumpulkan merupakan data tahun 2008 sampai dengan 2017.

Berikut model dari analisis regresi linier berganda yang digunakan dalam penelitian ini:

$$[Y]_{it} = \beta_0 + \beta_1[HUTAN] + \beta_2 [KPD] + \beta_3 [CH] + \beta_4 [SUHU] + \beta_5 [GGT] + \beta_6 [HWN] + \text{eit}$$

Hipotesis

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$$

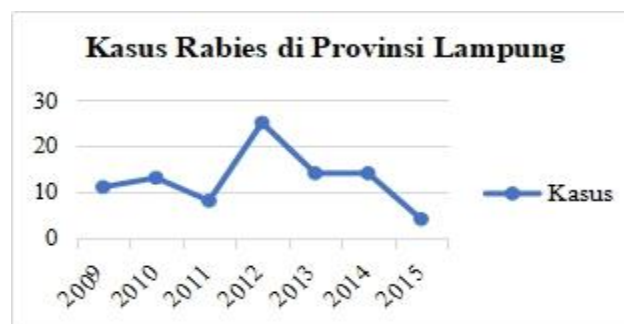
$$H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq \beta_6 \neq 0 ; \text{minimal ada satu } \beta_i \neq 0$$

Optimasi parameter model dengan menggunakan *software* statistika minitab versi 17.0. Adapun simbol dalam model, satuan, dan sumber data variabel dependen (Y) dan variabel independen (X) disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Simbol dalam model, satuan, dan sumber data variabel dependen (Y) dan variabel independen (X).

No	Variabel	Simbol	Satuan dan Skor	Sumber Data
1	Kasus Gigitan	[Y]	kasus	Dinas Perkebunan & Peternakan Provinsi Lampung (2008-2017)
2	Badan Air	[BAIR]	%	Interpretasi Citra, Peta RBI, KLHK BPS Provinsi Lampung BMKG Provinsi Lampung (2011-2016) BMKG Provinsi Lampung (2011-2016)
3	Hutan	[HUTPRIM]	%	
4	Perkebunan	[PKEBUN]	%	
5	Pemukiman	[PMKM]	%	
6	Lahan Terbuka	[LTBK]	%	
7	Pertanian Lahan kering	[PLKR]	%	
8	Sawah	[SWH]	%	
9	Kepadatan penduduk	[KPTD]	Jiwa/Km ²	
10	Suhu	[SH]	Derajat celcius (°C)	
11	Curah Hujan	[CH]	Milimeter (mm)	

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Fluktuasi kejadian rabies di provinsi Lampung dari tahun 2009 hingga 2015 mengalami trend penurunan.

Kejadian rabies paling banyak terjadi pada tahun 2012 sebanyak 25 kasus, dan pada tahun 2015 terjadi 4 kasus rabies pada manusia. Rata-rata kejadian rabies di provinsi Lampung dari tahun 2009 hingga 2014 adalah 13 kasus/tahun.

Dari tabel anova di ketahui nilai P value adalah 0.000. Artinya model memiliki tingkat keterandalan sebesar 4 per 10.000. dari nilai yang sudah di tetapkan yaitu 5% artinya model ini dapat di gunakan.

Tabel 2. Hasil Analisis Ragam

	DF	SS	Ms	F	P
Regresi	17	56852,7	5685,3	2,80	0,000
Residual Error	12	11842,9	740,2		
Total	29	68695,6			

Sumber: Hasil analisis, 2019

Nilai square dari model yang di uji adalah 72.0%. Berarti kemampuan variabel tutupan lahan dan iklim dalam menjelaskan kejadian rabies dalam hal ini Y_i adalah sebesar 72%. 28% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak di teliti.

Tabel 3. Hasil Uji t dan Koefisien Determinasi

Predictor	Symbol	Coef	SE Coef	T	P
Konstan	Constant	1422,1	583,5	2,44	0,027
Badan Air	[BAIR]	-144,96	45,01	-3,22	0,005
Hutan	[HUTPRIM]	-0,901	1,382	-0,65	0,523
Perkebunan	[PKEBUN]	4,789	1,293	3,7	0,002
Pemukiman	[PMKM]	12,707	3,945	3,22	0,005
Lahan Terbuka	[LTBK]	45,72	13,95	3,28	0,005
Pertanian Lahan Kering	[PLKR]	-3,827	1,198	-3,19	0,006
Sawah	[SWH]	-13,208	4,033	-3,28	0,005
Kepadatan	[KPTD]	-0,07454	0,02667	-2,79	0,013
Curah Hujan	[CH]	-0,0365	0,105	-0,35	0,733
Suhu	[SH]	-47,49	21,96	-2,16	0,046

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Berdasarkan Tabel 3, maka model persamaan yang dibentuk adalah:

$$[Y] = - 1717 + 65,3 [BAIR] + 1,77 [HUTPRIM] + 8,32 [HUTSEK] + 3,64 [BLKR] - 10,0 [PMKM] - 50,9 [LTBK] - 2,18 [PLKRCS] + 3,19 [SWH] + 26,9 [TMBK] - 259 [MANGROVE] + 0,268 [RS] + 0,134 [KP] + 70,1 [TEM] - 0,384 [CH]$$

Variabel yang Berpengaruh Terhadap Kasus Gigitan Rabies

Badan Air memiliki pengaruh yang nyata terhadap kasus gigitan rabies dengan nilai p value 0,005. nilai koefisien dari badan air adalah -144,96, hal ini berarti apabila terjadi peningkatan luas badan air 1% dengan asumsi variabel lain tetap akan mengakibatkan menurunnya kasus gigitan rabies sebesar -144,96. Variabel lain yang berpengaruh antara lain Perkebunan dengan nilai koefisien 4,789 dan value 0,002 pada taraf nyata 5%. Pemukiman dengan nilai koefisien 12,707 dan P value 0,005. Lahan terbuka dengan nilai koefisien 45,72 dan P value 0,005. Pertanian Lahan Kering dengan nilai koefisien -3,827 dan p value 0,006. Sawah dengan nilai Koefisien -13,208 dan p value 0,005. Perubahan tutupan lahan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas ekosistem, penurunan kualitas lingkungan biotik maupun abiotik (Dewi, 2014). Hal ini menyebabkan ekosistem habitat hewan yang berpotensi membawa virus rabies bermigrasi ke lingkungan baru.

Hubungan Kausalitas Urbanisme Terhadap Kasus Gigitan Rabies

Kepadatan penduduk dengan nilai koefisien $-0,07454$ dan p value $0,013$. variabel demografi ini menunjukkan jika terdapat perubahan kepadatan penduduk akan mengakibatkan perubahan insiden gigitan rabies sebesar $-0,07454/100.000$ penduduk. Kepadatan penduduk merupakan factor resiko penting dalam perkembangan penyakit yang disebabkan oleh virus.

Hubungan Kausalitas Perubahan Iklim terhadap Kasus Gigitan Rabies

Curah hujan dengan nilai koefisien $-0,0365$ dan p value $0,733$. Kasus gigitan hewan rabies dipengaruhi oleh curah hujan apabila variabel lain tetap maka setiap peningkatan curah hujan 1 mm akan berpengaruh sebesar $-0,0365$ kasus. Suhu udara dengan nilai koefisien $-47,49$ dan p value $0,046$. Perubahan iklim secara langsung akan menurunkan fungsi lingkungan dan selanjutnya akan mengganggu kesehatan masyarakat terutama yang berhubungan dengan kejadian penyakit berbasis iklim.

Salah satu penyakit yang berbasis iklim adalah penyakit rabies. Perubahan iklim yang ekstrem seperti naiknya permukaan air laut, mencairnya gletser dan hujan badai diketahui dapat meningkatkan kadar penularan virus rabies. Pengaruh perubahan lingkungan terhadap perkembangbiakan agen patogen juga ikut menentukan hal yang sama. Demikian juga dengan pengaruh perubahan lingkungan terhadap perkembangan dan keberadaan vektor juga dapat memicu terjadinya penyakit. Pada kondisi spesies hewan menjadi stres akibat perubahan lingkungan, sementara itu perkembangan agen patogen menjadi lebih cepat pada perubahan lingkungan yang sama, maka keadaan ini akan menimbulkan efek sinergisme terjadinya wabah penyakit hewan secara luas.

Sebaliknya bila terjadinya perubahan lingkungan yang justru menyebabkan agen patogen menjadi kurang atau tidak berkembang, maka keadaan ini akan menekan kemungkinan munculnya suatu penyakit atau wabah. Oleh karena itu, pemanasan global dan perubahan iklim pada kondisi tertentu dapat mempengaruhi keadaan lingkungan dan kejadian penyakit karena adanya interaksi antara hospes dengan agen patogen dan vektor serta lingkungan.

KESIMPULAN

Prevalensi kasus gigitan hewan penular rabies meningkat secara nyata oleh peningkatan luas badan perairan, luas perkebunan dan peningkatan luas lahan terbuka. Prevalensi kasus gigitan hewan penular rabies menurun secara nyata oleh luas pertanian lahan kering, sawah, kepadatan penduduk, curah hujan dan suhu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., Karmini & Budiman, M. (2011). *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Jakarta: Puslitbang Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. *Informasi dan Diskripsi Singkat Penyakit PHMS (Panyakit Hewan Menular Strategis)*.
- Bahri, S. & Syafriati, T. (2011). Mewaspada Munculnya Beberapa Penyakit Hewan Menular Strategis di Indonesia Terkait Dengan Pemanasan Global dan Perubahan Iklim. *Wartazoa*, 21(1).
- Infobrief. (2007). *Hutan dan Kesehatan Manusia*. Center for International Forestry Research.
- Infodatin. (2016). *Jangan Ada Lagi Kematian Akibat Rabies*. Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. New York: Cambridge University Press.
- Kementerian Kesehatan. (2015). *Rencana Aksi Program Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan Tahun 2015-2019*. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan. (2015). *Rencana Strategis Kementerian Kesehatan Tahun 2015-2019*. Jakarta.
- Naipospos, T. S. P. (2010). *Dampak Perubahan Iklim Terhadap Penyakit Hewan*. Center for Indonesian Veterinary Analytical Studies (CIVAS).
- Naipospos, T. S. P. (2018). *Memberantas Rabies* Center for Indonesian Veterinary Analytical Studies (CIVAS). *Opini Koran Kompas*.

- Parwis, Muhammad et al. (2016). Kajian Pengetahuan, Sikap dan Tindakan Masyarakat Dalam Mewaspadai Gigitan Anjing sebagai Hewan Penular Rabies (HPR) Di Kota Banda Aceh. *Jurnal Medika*. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Saputra, I. G. (2015). *Analisa Spasial dan Faktor Risiko Kasus Rabies di Provinsi Bali*. Program Studi Kedokteran Hewan, Universitas Udayana.
- Soedijar, I. L. & Dharma D. M. N. (2005). *Review Rabies*. Balai Besar Pengujian Mutu dan Sertifikasi Obat Hewan
- Sopi, I. I. P. B. & Mau, F. (2013). *Distribusi Kasus Gigitan Hewan Penular Rabies (HPR) dan Kasus Rabies di Kabupaten Ngada, Propinsi Nusa Tenggara Timur*. Loka P2B2 Waikabubak.
- Yousaf, M. Z., Qasim M., Zia, S., Khan M. R., Ashfaq U. A. & Khan S. (2012). Rabies molecular virology, diagnosis, prevention and treatment. *Virology Journal*.
- Yudhastuti, R. (2017). *Perubahan Iklim: Prediksi dan Pengendalian Penyakit yang ditularkan Binatang*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam Bidang Ilmu Kesehatan Lingkungan. Universitas Airlangga

**PENGGUNAAN JENIS GULMA CRUCIFERAE BERBUNGA DALAM UPAYA
MENGENDALIKAN HAMA *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Plutellidae) SECARA
HAYATI DI LAHAN PERTANAMAN KUBIS (*Brassica oleracea*)**

Nenet Susniahti*¹, Tian Sofiani²

Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran
Jalan Raya Jatinangor, KM. 21 Bandung 40600
e-mail: *¹nenet.suniahti@yahoo.com

Abstrak. *Plutella xylostella* L. adalah salah satu jenis hama utama tanaman kubis yang bersifat oligophage. Pengendaliannya secara hayati, dapat dilakukan dengan menggunakan parasitoid *Diadegma semiclausum*. Upaya untuk meningkatkan populasi dan parasitasi parasitoid tersebut, dapat dilakukan dengan teknik konservasi. Penanaman gulma Cruciferae berbunga di sekitar pertanaman kubis dilaksanakan dalam upaya konservasi parasitoid *D. semiclausum*. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh cara penanaman jenis tumbuhan Cruciferae berbunga di lahan kubis sehingga dapat meningkatkan populasi parasitoid *D. semiclausum* dan diharapkan mampu menekan tingkat kerusakan tanaman kubis oleh *P. xylostella*. Jenis gulma Cruciferae berbunga yang digunakan pada penelitian ini adalah *Rorippa indica* dan *Cardamine hirsuta*. Percobaan dilaksanakan di lahan pertanaman Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan yaitu jenis tanaman dan cara penanaman gulma Cruciferae berbunga. Masing-masing faktor terdiri dari 3 taraf, sehingga didapatkan 9 kombinasi perlakuan. Percobaan ini diulang 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penanaman gulma Cruciferae berbunga di sekitar pertanaman kubis memengaruhi tingkat kerusakan tanaman kubis dan populasi *P. xylostella* pada 4 minggu setelah tanam (MST) dan 5 MST serta berpengaruh pula terhadap populasi *D. Semiclausum* pada 4 MST, 5 MST, 6 MST. Penanaman gulma Cruciferae berbunga secara border, dapat menurunkan tingkat kerusakan tanaman kubis pada 2 MST.

Kata Kunci: *D. semiclausum*, Gulma Cruciferae berbunga, *P. xylostella*

PENDAHULUAN

Tanaman kubis sampai saat ini masih menjadi salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia. Salah satu kendala dalam produksi kubis adalah adanya serangan hama *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). Serangga hama ini dikenal sebagai ulat daun kubis yang merupakan salah satu jenis serangga hama penting pada tanaman kubis baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah.

P. xylostella tergolong serangga hama yang bersifat oligophage (Safraz et al., 2008). *P. xylostella* menyerang tanaman kubis sejak di persemaian hingga panen. Menurut Sastrosiswojo et al. (2005), pada musim kemarau kerusakan kubis akibat serangan hama *P. xylostella* dapat mencapai 100%. Jika populasinya tinggi, maka dapat menyebabkan kematian tanaman karena daunnya habis dimakan dan hanya tersisa tulang daunnya saja.

Pengendalian *P. xylostella* yang biasa dilakukan petani adalah menggunakan insektisida sintetik. Namun penggunaan insektisida sintetik dapat menimbulkan resistensi dan resurgensi pada hama sasaran, serta permasalahan pencemaran lingkungan yang sangat berbahaya bagi kehidupan manusia (Untung, 2006). Menurut Prabaningrum et al. (2013), *P. xylostella* termasuk hama yang mudah menjadi resisten terhadap insektisida sintetik, bahkan telah menjadi resisten pula terhadap bio-insektisida *Bacillus thuringiensis*. Oleh karena itu, Pemerintah Indonesia telah mengatur agar program pengendalian hama dilaksanakan secara terpadu (PHT), sesuai dengan yang tercantum dalam UU No. 12/Tahun 1992/Pasal 20, mengenai Perlindungan Tanaman.

Program PHT melalui penggunaan semua teknik pengendalian yang selaras dan serasi, dinilai aman bagi lingkungan serta memungkinkan secara alami berlangsung proses dinamika populasi serangga. Tujuan konsep PHT adalah untuk mempertahankan dan memantapkan produksi, melindungi

produsen dan konsumen, mengurangi pencemaran lingkungan, serta meningkatkan taraf hidup petani dan memelihara pengendalian hama secara berkelanjutan (Untung, 2006).

Menurut Sastrosiswojo et al. (2005), *Diadegma semiclausum* termasuk patasiotid yang potensial dan telah dimanfaatkan di Indonesia terutama di lahan kubis dataran tinggi. Parasitoid ini diintroduksi dari Eropa karena sangat berpotensi mengendalikan *P. xylostella*. Daya parasitisasinya terhadap *P. xylostella* mencapai 80 %. Namun karena adanya praktik bercocok tanam, terutama pada pemakaian insektisida sintetik sehingga potensinya menurun.

Parasitisasi *Diadegma* (parasitoid larva) di daerah dataran tinggi, Jawa Barat hanya 15,8 % , sehingga permasalahan serangan hama *P. xylostella* menjadi kendala dalam produksi kubis (Wardani & Nazar, 2005). Kasus yang sama dijumpai pula di Sumatra Barat, tingkat parasitisasi *D. semiclausum* di lahan kubis berfluktuasi antara 58,0 % - 63,2 %. Hal ini antara lain disebabkan pola tanam kubis secara monokultur dan penggunaan insektisida yang intensif (2-3 kali seminggu) karena adanya serangan hama *P. xylostella* (Maulina & Muflihayati, 2008).

Meningkatkan diversitas tanaman dapat dilakukan dalam program konservasi *D. semiclausum* agar potensi parasitoid terpelihara. Menurut Coll & Guershon (2002), meningkatkan diversitas tanaman bertujuan menyediakan sumber pakan berupa polen, nektar, Extrafloral nectar dan embun madu bagi parasitoid yang digunakan.

Penggunaan tumbuhan berbunga merupakan sumber nektar yang dapat menarik parasitoid ke lahan tanaman budidaya (Bianchi et al., 2006). Nektar dan polen dapat meningkatkan lamanya hidup dan fekunditas (Johanowicz & Mitchell, 2000). Menurut Turling & Wackers (2004), sebagai respon terhadap serangan herbivore, tanaman secara aktif dan sistematis mengeluarkan berbagai senyawa volatile yaitu: "*Herbivore- Induce-Plant-Volatiles*" (HIPVs). Senyawa tersebut digolongkan ke dalam minyak atsiri (Turling & Ton, 2006) dan dapat menarik parasitoid ke lahan budidaya (Unsicker et al., 2009). Parasitoid dewasa dapat memilih senyawa volatile yang disukai serangga inangnya untuk mencari lokasi serangga inang dan bereproduksi (Lewis, 1996).

Hasil penelitian Winasa & Herlinda (2003), jenis gulma Cruciferae berbunga dapat menjadi inang alternatif *P. xylostella* dan menurut Unsicker et al. (2009), dapat dimanfaatkan sebagai sumber senyawa volatile untuk menarik parasitoid *D. semiclausum* ke lahan kubis.

Penggunaan gulma Cruciferae berbunga diharapkan dapat meningkatkan populasi *D. semiclausum*, karena akan memicu migrasi parasitoid tersebut ke lahan kubis sehingga populasinya meningkat dan dapat menekan populasi *P. xylostella*. Namun demikian, secara alami parasitoid dewasa akan selalu bergerak aktif mencari serangga inang untuk meletakkan telur dan memperoleh pakan tambahan bagi kelangsungan hidupnya. Oleh karena itu, pola sebaran jenis gulma Cruciferae berbunga yang digunakan perlu diperhatikan agar parasitoid dewasa dapat memperoleh pakan tambahan yang memadai bagi kebugarannya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan kubis Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2017. Lokasi penelitian pada ketinggian tempat sekitar 1200 mdpl.

Jenis gulma berbunga yang digunakan termasuk famili Cruciferae. Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial, yang terdiri dari 2 faktor dan diulang 3 kali. Faktor pertama adalah jenis tanaman (V) terdiri dari 3 taraf yaitu: (Kubis); Kubis + Gulma *Rorippa indica*; (Kubis + Gulma *Cardamine hirsuta*). Varietas kubis yang digunakan adalah varietas Green Nova. Faktor kedua adalah pola tanam (P) terdiri dari 3 taraf yaitu: *Strip cropping*; *Block cropping* dan *Border cropping*.

Penyediaan Media Tanam

Jenis media tanam yang digunakan dalam *polybag* berukuran 20,5 cm x 15 cm, yaitu jenis tanah Andosol yang dicampur dengan pupuk kandang kotoran kambing dengan perbandingan 1;1. Masing-masing *polybag* diisi sekitar 500 gram tanah.

Penyediaan Tumbuhan Uji

Tumbuhan uji disiapkan dengan sengaja disemai. Setelah berumur 1 minggu, bibit dipindahkan ke dalam bumbunan daun pisang sampai berumur 3-4 minggu, dipindah tanam ke lapangan. Kubis yang digunakan pada penelitian ini adalah varietas Green Nova hasil semai. Setelah 7-8 hari, bibit kubis dipindah ke bumbunan daun pisang. Setelah bibit kubis memiliki 4-5 helai daun, dipindah tanam ke lapangan

Penanaman

Tanaman kubis yang berumur 3-4 minggu setelah semai dengan kriteria tanaman memiliki 4-5 helai daun ditanam di lapangan. Jarak tanam kubis yaitu 50 cm x 70 cm. Gulma Cruciferae yang telah disiapkan dalam polybag diletakan 25 cm dari tanaman kubis sesuai dengan pola tanam yang diuji.

Pengamatan Terhadap Kepadatan Populasi *P. xylostella*

Pengamatan populasi dilakukan terhadap tanaman sampel yang ditentukan secara sistematis-diagonal. Banyaknya sampel 20 % dari jumlah tanaman pada tiap plot perlakuan. Pengamatan populasi *P. xylostella* mulai dilaksanakan pada tanaman berumur 2 MST dengan interval pengamatan 1 minggu, sampai 2 minggu sebelum kubis dipanen. Pengamatan dilakukan pagi hari dengan cara menghitung langsung jumlah larva *P. xylostella* pada kubis.

Kubis dipanen pada umur 3-4 bulan, setelah kropnya besar dan padat. Menurut Sumpena (2016), panen kubis dilakukan dengan memotong krop dan sebagian batang serta 4-5 lembar daun luar agar krop tidak mudah rusak.

Pengamatan Terhadap Populasi Parasitoid *D. semiclausum*

Populasi parasitoid *D. semiclausum* di lahan kubis diamati secara bersamaan dengan pengamatan populasi *P. xylostella* yaitu pada tanaman kubis berumur 2 MST dengan interval pengamatan 1 minggu.sampai dengan 2 minggu sebelum kubis dipanen. Pengamatan parasitoid dewasa dilakukan terhadap *yellow sticky trap* yang dipasang pada tiap plot perlakuan, sehingga pada tiap ulangan terdapat 9 buah *yellow sticky trap*. *Yellow sticky trap* diletakan dekat tanaman sampel.

Pengamatan Terhadap Tingkat Kerusakan Tanaman Kubis

Tingkat kerusakan tanaman kubis dilakukan pada 2 minggu setelah tanam sampai 2 minggu sebelum kubis dipanen. Interval pengamatan 1 minggu. Data tingkat kerusakan tanaman diperoleh dengan mengamati gejala kerusakan secara visual (daun berlubang). Tingkat kerusakan tanaman dihitung dengan rumus yang digunakan oleh Sastrosiswojo et al. (2005).

$$I = \frac{\sum (nxv)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan :

- I = tingkat kerusakan tanaman (%)
- n = jumlah sampel yang mempunyai nilai skor sama
- v = nilai skor untuk setiap kategori kerusakan
- N = jumlah total sampel sampel yang diamati
- V = skor kategori kerusakan yang tertinggi.

Cara pemberian nilai skoring dapat dilakukan seperti berikut (Sastrosiswojo et al., 2005):

- 0 = tanaman sehat tidak ada kerusakan
- 1 = luas kerusakan daun 0 - ≤20%
- 2 = luas kerusakan daun > 20% - ≤40%
- 3 = luas kerusakan daun > 40% - ≤60%
- 4 = luas kerusakan daun > 60% - ≤80%
- 5 = luas kerusakan daun > 80% - ≤100%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Populasi *P. xylostella* Pada Tanaman Kubis yang ditanami Gulma *C. hirsuta* dan *R. indica*

Berdasarkan hasil analisa, kepadatan populasi *P. xylostella* pada 4 MST dan 5 MST dipengaruhi oleh adanya jenis gulma Cruciferae yang digunakan. Tetapi, tidak terjadi interaksi antara pola tanam dan jenis gulma terhadap kepadatan populasi *P. xylostella*. (Tabel 1).

Tabel 1. Kepadatan Populasi *P. xylostella* Pada Pertanaman Kubis yang ditanami Gulma *C. hirsuta* dan *R. indica*.

Perlakuan	Populasi <i>P. xylostella</i> (ekor) pada pengamatan					
	2MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST
Jenis Tumb:						
V0	2,67 ± 2,69a	5,67 ± 8,27a	14,44 ± 8,94b	9,67 ± 2,64b	2,89 ± 1,53a	0,44 ± 1,01a
V1	2,22 ± 1,56a	2,00 ± 2,95a	7,33 ± 4,84a	5,00 ± 3,53a	2,00 ± 2,23a	0,44 ± 0,88a
V2	2,22 ± 1,39a	4,67 ± 4,82 a	8,00 ± 5,47a	4,33 ± 3,16a	2,78 ± 2,33a	0,44 ± 1,33a
Pola tanam:						
P1	2,66 ± 1,11a	2,77 ± 2,63a	9,22 ± 5,78a	6,44 ± 4,06a	0,89 ± 1,8a	1,00 ± 1,58a
P2	2,66 ± 2,82a	6,55 ± 8,27a	11,22 ± 8,37a	6,11 ± 4,62a	1,89 ± 1,53a	0,22 ± 0,66a
P3	1,78 ± 1,39a	3,00 ± 4,79a	9,33 ± 7,85a	6,44 ± 3,24a	2,89 ± 2,61a	0,11 ± 0,33a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5 %.

V0 = kubis; V1 = kubis + *R. indica*; V2 = kubis + *C. hirsuta*

P1 = Strip cropping; P2 = block cropping; P3 = border cropping

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1. Tanaman kubis sampai 3 MST, populasi *P. xylostella* pada pertanaman kubis monokultur maupun polykultur dengan gulma *C. hirsuta* atau *R. indica* tersebar merata pada semua petak perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa jenis tumbuhan yang termasuk famili Cruciferae menarik kehadiran *P. xylostella* dewasa untuk meletakkan telurnya.

Populasi *P. xylostella* pada semua petak perlakuan terlihat mulai meningkat pada pengamatan 4 MST sampai dengan 5 MST. Hal ini sesuai dengan pendapat Mulyaningsih (2010), bahwa perilaku *P. xylostella* lebih menyukai tanaman kubis yang berumur 4 MST.

Pengaruh penggunaan gulma berbunga pada polykultur kubis, terlihat pada pengamatan 4 MST dan 5 MST, yaitu populasi larva *P. xylostella* pada petak monokultur lebih tinggi daripada populasi larva pada petak polykultur gulma Cruciferae berbunga. Menurut Rizka et al. (2014), suatu lahan yang hanya terdapat satu varietas tanaman saja, akan menyediakan makan dalam jumlah cukup secara terus menerus bagi hama sehingga hama dapat tumbuh dan berkembang cepat mencapai kepadatan populasi yang merusak dan merugikan secara ekonomis. Menurut Kurniawati & Martono (2015), manajemen habitat dengan sistem tanam polikultur mampu memanipulasi habitat lokal supaya sesuai bagi kehidupan musuh alami sehingga dapat menekan populasi hama.

Kepadatan populasi larva *P. xylostella* pada petak kubis monokultur, menurun kembali pada 6 MST dan tidak berbeda dengan petak-petak perlakuan polikultur di sekitarnya. Pinem (2012) berpendapat, bahwa pada penanaman secara polikultur dapat meningkatkan stabilitas tersedianya pakan tambahan bagi serangga musuh alami hama. Pada kepadatan populasi hama seimbang, kemungkinan besar ada kenaikan populasi predator dan parasitoidnya. Pada pengamatan 4 MST sampai 7 MST, populasi *P. xylostella* cenderung menurun dan diikuti pula oleh menurunnya populasi parasitoid *D. semiclausum*. Keadaan seperti ini sesuai dengan pendapat Untung (2006), bahwa populasi musuh alami akan mengikuti populasi serangga hama.

Populasi Parasitoid *D. semiclausum* Pada Pertanaman Kubis Polikultur Gulma *C. hirsuta* dan *R. indica*

Berdasarkan hasil analisis, ternyata bahwa tidak ada interaksi antara faktor perlakuan jenis gulma dengan pola tanam terhadap populasi *D. semiclausum*. Namun, pada 4 MST, 5 MST populasi *D. semiclausum* pada petak perlakuan polikultur menunjukkan lebih tinggi daripada petak perlakuan monokultur kubis. Hal ini karena pada umur tersebut, gulma yang digunakan sdh memasuki fase

generatif. Adanya gulma berbunga di lahan petak perlakuan polikultur dapat menyediakan nektar atau pakan tambahan sebagai sumber asam amino bagi *D. semiclausum* dewasa. Namun demikian, populasi *D. semiclausum* tertinggi terdapat pada petak polikultur kubis + gulma *R. indica*. tinggi terdapat pada petak perlakuan polikultur kubis dan gulma *R. indica*. Dengan perkataan lain, jenis gulma yang digunakan pada polikultur kubis berpengaruh terhadap kehadiran dan populasi parasitoid *D. semiclausum* di lahan kubis. Morfologi tumbuhan *R. indica* dan *C. hirsuta* (Gambar 1) berpengaruh terhadap populasi *D. semiclausum*. Populasi *D. semiclausum* paling tinggi terdapat pada petak polikultur kubis dan *R. indica* Populasi *D. semiclausum* paling rendah terdapat pada petak perlakuan monokultur petak perlakuan monokultur kubis (Tabel 2).



Gambar 1. (a).Tumbuhan *R. indica*; (Hendrival, 2010) (b).Tumbuhan *C. hirsuta* (Bauskaf, 2011)

Tabel 2. Populasi *D. semiclausum* pada pertanaman kubis yang ditanami guma *C.hirsuta* dan *R. Indica* populasi *D. semiclausum* (ekor)

Perlakuan	Populasi <i>D. semiclausum</i> (ekor) pada pengamatan					
	2MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST
Jenis Tumb:						
V0	1,44 ±0,88a	1,67 ±1,10a	2,77 ±1,92a	2,56 ±1,81a	2,11 ±1,36a	0,89 ±0,78a
V1	1,67±0,86a	1,77 ±1,56a	6,11 ±2,36b	5,33 ±2,87b	3,67 ±1,22b	1,22±1,09a
V2	1,44±0,88a	1,33 ±1,00a	4,22±1,92a	4,89 ±1,53b	2,33 ±1,73a	1,56±1,66a
Pola tanam:						
P1	1,56±0,72a	1,44 ±0,72a	4,00 ±2,95a	4,00 ±1,80a	3,33 ±2,06a	0,89±1,05a
P2	1,56±1,13a	1,67±1,73a	4,56 ±2,24a	4,67 ±2,54a	2,78 ±0,97a	1,89±1,36a
P3	1,44±0,72a	1,67±1,11a	4,56 ±2,29a	4,11±2,97a	2,00 ±1,32a	0,89±1,05a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

MST = Minggu Setelah Tanam; V0 = monokultur kubis; V1= polikultur kubis+*C. hirsuta*; V2= polikultur kubis + *R. indica*.

Hasil penelitian Skirvin et al. (2011), menunjukkan bahwa tumbuhan berbunga yang ditanam secara berselang (*mixed cropping*), dapat meningkatkan populasi alami. Selain itu, pada umur tersebut populasi *P. xylostella* cukup tinggi (Tabel 1), sehingga populasi *D.semiclausum* tinggi pula sejalan dengan populasi serangga inangnya. Menurut Untung (2006) dan Subagiya (2013), hubungan fungsional antara hama dan musuh alaminya akan berjalan dengan baik jika: 1) Musuh alami dapat menemukan inang/mangsanya, 2) jumlah minimal populasi musuh alami mampu menekan inang/mangsanya terpenuhi, 3) adanya sinkronisasi antara musuh alami dan inang/mangsanya dan 4) selalu tersedia pakan bagi musuh alami agar dapat bertahan hidup.

Pada pengamatan 6 MST dan 7 MST populasi *D. semiclausum* cenderung menurun dan sangat rendah. Hal ini karena bunga-bunga dari gulma yang digunakan sudah mulai rontok dan layu sehingga senyawa volatil yang dilepaskan dari bunga-bunga tersebut berkurang, sehingga sumber nektar bagi parasitoid menurun serta senyawa volatile yang disukai dan dapat menarik *D.semiclausum* jumlahnya berkurang.

Tingkat Kerusakan Tanaman Kubis Pada Pola Tanam Kubis Monokultur dan Polikultur Gulma Berbunga

Berdasarkan hasil analisa, menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara faktor perlakuan jenis tanaman dengan faktor perlakuan pola tanam. Akan tetapi terdapat pengaruh mandiri pada perlakuan jenis gulma dan pola tanam kubis terhadap tingkat kerusakan kubis (Tabel 3).

Tabel 3. Tingkat Kerusakan Tanaman Kubis Pada Pola Tanam Monokultur dan Polikultur Dengan Gulma Berbunga

Perlakuan	Tingkat Kerusakan Tanaman Kubis (%) pada Pengamatan					
	2MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST
Jenis Tumb:						
V0	20,58a	23,50a	28,79b	34,32b	53,30a	71,56a
V1	19,12a	24,10a	20,20a	24,51a	45,93a	64,08a
V2	19,66a	23,03a	21,73a	23,63a	53,75a	64,65a
Pola tanam:						
P1	20,26a	24,61a	22,33a	25,08a	51,08a	67,36a
P2	22,53b	24,90a	23,95a	29,34a	54,34a	67,99a
P3	16,57a	21,12a	24,45a	28,04a	47,55a	64,04a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%
 V0 = Kubis; V1= Kubis +*R. indica*; V2= Kubis + *C. hirsuta*;
 P1= Strip cropping; P2= Block cropping; P3= Border cropping.

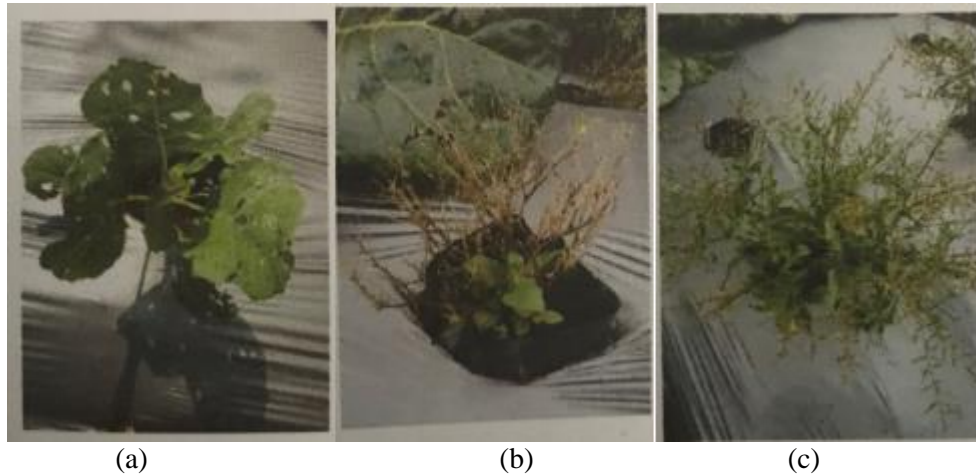
Tingkat kerusakan tanaman kubis pada 2 MST, dipengaruhi oleh pola tanam. Tingkat kerusakan kubis paling rendah terdapat pada petak perlakuan polikultur kubis dengan pola tanam secara border, sedangkan tingkat kerusakan kubis tertinggi pada petak perlakuan pola tanam polikultur secara block cropping dan setara dengan tingkat kerusakan kubis pada petak perlakuan polikultur secara strip cropping.

Pada penanaman gulma secara border, tanaman kubis dikelilingi oleh gulma berbunga *C. hirsuta* atau *R. indica*, sehingga gulma dpt menjadi pelindung kubis, atau perangkap *P. xylostella* dewasa ketika akan meletakkan telurnya sehingga tingkat kerusakan kubis menjadi rendah. Menurut Setiawati & Asandhi (2003), pada penanaman gulma secara border, tedrjadi pemisahan tanaman-tanaman kubis di satu petak dengan kubis-kubis di petak lainnya oleh penanaman gulma berbunga. hal ini dapat mencegah terjadinya penyebaran hama.

Tingkat kerusakan tanaman kubis pada 4 MST, cenderung dipengaruhi oleh jenis gulma yang digunakan. Meskipun demikian, tingkat kerusakan paling tinggi terjadi pada penanaman kubis secara monokultur.

Jenis tumbuhan yang termasuk famili Cruciferae mengandung senyawa glucosinolate, dengan senyawa aktif allyl isothiocyanate yang berperan sebagai pemikat perilaku dan pemicu makan serta oviposisi pada *P. xylostella*.

Berdasarkan sumber makanannya, *P. xylostella* adalah serangga hama yang bersifat olygophage yang hanya menyerang beberapa jenis tanaman yang termasuk famili Cruciferae. Selain menyerang tanaman kubis, *P. xylostella* juga menyerang gulma *C. hirsuta* dan *R. indica*. Pemilihan terhadap tanaman inangnya dipengaruhi oleh konsentrasi senyawa glucosinolate yang terdapat dalam tanaman inangnya (Gambar 2).



Gambar 2. (a). Kerusakan kubis akibat serangan *P. xylostella*; (b). Kerusakan gulma *C. hirsuta* akibat serangan *P. xylostella*; (c).Kerusakan *R. indica* akibat serangan *P. xylostella*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan jenis gulma Cruciferae berbunga dapat berpengaruh dan menekan populasi *P. xylostella* di lahan kubis,
2. Pola tanam kubis secara polikultur dengan menggunakan gulma berbunga *R. indica* dapat meningkatkan populasi *D. semiclausum* di lahan kubis.
3. Pola tanam polikultur dengan menggunakan gulma Cruciferae berbunga dapat menekan populasi *P. xylostella* dan meningkatkan parasitisasi *D. semiclausum* terhadap *P. xylostella*.
4. Gulma Cruciferae berbunga, *R. indica* dan *C. hirsuta*, dapat dimanfaatkan sebagai tanaman “refugia” di pertanaman kubis, sehingga melalui mata rantai makanan “tri-trophic” dapat meningkatkan popalasi parasitoid *D. semiclausum*, menurunkan populasi *P. xylostella*, serta tingkat kerusakan kubis oleh *P. xylostella* dapat ditekan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bianchi, Felix, J. J. A., Booij. C. J. H. & Tschardtke, T. (2006). Sustainable Pest Regulation in Agricultural Landscape: a Review on Landscape Composition, Biodiversity and Natural Pest Control. *Proc.Roy.Soc.Land.*, 273,1715 – 1727.
- Lewis, W.J., Stapel, J.O.,Cortesero, A.M. & Takasu, K. (1996). Understanding How Parasitoids Balance Food and Host Need; Importance for Successful Biological Control. *Biol.Control*, 11, 175-183.
- Maulina & Muflihayati. (2013). Conservation of *Diadegma semiclausum* Hellen, parasitoids as Biological Control to *Plutella xylostella* Linn. with Adult Food Exploration, Food Culture, Payakumbuh Agriculture Polytechnic, Tanjung Pati. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 3(5), 6-8.
- Prabaningrum, L., Uhan, T. S., Nurwahidah, U., Karmin & Hendra , A. (2013). Resistensi *Plutella xylostella* terhadap Insektisida yang Umum Digunakan oleh Petani Kubis di Sulawesi Selatan. *Jurnal Hortikultura*, 23(2), 164-173.
- Sarfraz, M., Dossdall, L. & Keddie, M. B. A. (2008). Host Plant Genotype of The Herbivore *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) Affects the Performance of its Parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Biological Control*, 44(1).
- Johanowicz, D. L. & Mitchell, E. R., Tsai J. H., Polston J. E. (1998). Location of Eminivirus in the Whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Plant Disease*, 82(47), 147-151.
- Turling, T. C. & Wackers, F. (2004). Recruitment of Predator and Parasitoid by Herbivore Induced Plants. *Advances in Insect Chemical Ecology*, (2), 21-75.

- Unsickers, S. B., Kunert, G. & Gershenzon, J. (2009). Protective perfumes. The Role of Vegetative Volatiles in Plant Defence Against Herbivores. *Current Opinion in Plant Biology*, 12(4), 479 – 485.
- Wardani & Nazar. 2005. Evaluasi tingkat parasitisasi parasitoid telur dan larva terhadap *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) pada tanaman kubis-kubisan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Lampung. *J. Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 2(2), 55-58.
- Winasa, I. W. & Herlinda, S. (2003). Population of Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae), and its Damage and Parasitoids on Brassicaceous Crops, in Organic Farming and Sustainable Agriculture in the Tropics and Subtropics. *Proceedings of an Seminar, Palembang. Oktober. 2003: 8-9.*

KAJIAN KOMPONEN PENGENDALIAN HAMA PENYAKIT CABAI MERAH DI LAHAN SAWAH

Eli Korlina, Diding Rachmawati¹, Sri Zunaini, S., Riza Ulil Fitria²

¹Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Perahu No. 517 Lembang, Bandung 40391

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur, Jl. Raya Karangploso Km.4 Malang
e-mail: korlinae@yahoo.co.id

Abstrak. Organisme pengganggu tumbuhan pada cabai merupakan kendala utama dalam usaha meningkatkan produksi. Oleh sebab itu usaha yang dapat dilakukan yaitu dengan memadukan berbagai pengendalian dalam suatu komponen. Pengkajian dilaksanakan di Kec. Sutojayan Blitar pada bulan April - September 2016. Pengkajian menggunakan rancangan acak kelompok dengan 4 perlakuan dan 6 ulangan. Komponen perlakuan terdiri dari: A. Jagung sebagai penghalang, aplikasi *Trichoderma*, fungisida (b.a. Azoxystrobin dan Propineb bergantian), B. Aplikasi *Trichoderma*, fungisida (b.a. Asam posfit + Propineb bergantian), perangkap kuning. C. Tumpangsari dengan kubis, fungisida (b.a. Asam posfit + Propineb bergantian), D. Cara Petani. Hasil pengkajian menunjukkan bahwa perlakuan yang menggunakan perangkap kuning (A) dan perlakuan tumpangsari dengan kubis (C), memperlihatkan serangan hama thrip yang rendah. Sedangkan serangan penyakit layu dan busuk buah antraknos yang tinggi terdapat pada kontrol (Cara petani) dengan rata-rata serangan sebesar 25,02% dan 29,94%. Jumlah dan berat buah tertinggi per tanaman dicapai pada perlakuan A yaitu yang menggunakan jagung sebagai penghalang, aplikasi *Trichoderma*, fungisida (b.a. Azoxystrobin dan Propineb bergantian), yaitu sebesar 55,11 buah dan 535,82 gr.

Kata kunci: *Capsicum annuum*, hama penyakit, lahan sawah

PENDAHULUAN

Cabai merupakan salah satu tanaman sayuran yang penting, sehingga budidayanya dilakukan secara intensif di Indonesia. Dalam penggunaan sehari-hari digunakan sebagai pelengkap makanan dan penyedap masakan penggugah selera makan. Daya adaptasi penanaman cabai cukup luas, bisa ditanam di dataran rendah sampai dataran tinggi, di tegalan (lahan kering) maupun lahan sawah. Kendala yang dihadapi apabila menanam cabai di lahan sawah adalah adanya serangan penyakit cendawan *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* yang merupakan salah satu patogen tular tanah penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman cabai besar (Agrios, 2005). Kerugian akibat penyakit layu fusarium pada tanaman cabai cukup besar karena menyerang tanaman dari masa perkecambahan sampai dewasa. Penyakit ini bisa mengakibatkan kerugian dan gagal panen, kerusakan dapat mencapai 20% bahkan lebih apabila tidak dikendalikan dan dieradikasi (Moekasan et al, 2004). Selain penyakit layu, penyakit penting lainnya yaitu penyakit antraknos. Penyakit ini selalu muncul setiap musim, terutama di musim penghujan, bahkan di musim kemarau sekalipun. Penyakit disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum* spp yang dapat menurunkan produksi dan kualitas cabai sebesar 45-60% (Hidayat et al., 2004). Penyakit-penyakit tersebut muncul biasanya akibat drainase yang kurang baik.

Selama ini pengendalian yang dilakukan untuk mengendalikan kedua penyakit tersebut masih mengandalkan fungisida secara intensif. Penggunaan pestisida secara intensif akan meningkatkan biaya produksi, sehingga peluang petani untuk mendapat imbalan ekonomi yang tinggi akan hilang (Adiyoga et al. 1999). Oleh sebab itu dalam pengkajian akan dicoba beberapa komponen pengendalian yang dapat diterapkan di lahan sawah, dengan memadukan berbagai teknik pengendalian secara kompatibel, baik secara kultur teknis, biologi, maupun menggunakan kimiawi. Tujuan pengkajian yaitu untuk mendapatkan rakitan komponen pengendalian hama penyakit pada tanaman cabai yang efisien di lahan sawah.

BAHAN DAN METODE

Pengkajian dilakukan pada bulan April sampai dengan September 2016, di Desa Kedung Bunder, Kec. Sutojayan Kab. Blitar. Komponen rekomendasi terdiri dari 3 perlakuan dibandingkan dengan cara petani, dengan ulangan sebanyak 6 kali. Adapun komponen perlakuan yang direkomendasikan sebagai berikut: A. Jagung sebagai penghalang, aplikasi Trichoderma, fungisida (b.a. Azoxystrobin dan Propineb bergantian), B. Aplikasi Trichoderma, fungisida (b.a. Asam posfit + Propineb bergantian), perangkap kuning. C. Tumpang sari dengan kubis, fungisida (b.a. Asam posfit + Propineb bergantian), D. Cara Petani.

Jarak tanam yang digunakan yaitu 50 x 60 cm. Pemupukan dalam bentuk pupuk kandang dengan dosis 20-30 t/ha yang diberikan dua minggu sebelum tanam dengan cara disebar dan diaduk pada bedengan hingga merata. Dosis pupuk anorganik Urea 150-200 kg/ha, ZA 450 kg/ha, SP-36 250 kg/ha, dan KCl 200 kg/ha. Pemberian pupuk dasar terdiri dari seluruh dosis SP dan separuh KCl, diaplikasikan sehari sebelum tanam. Pemberian pupuk Urea dan ZA dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada saat tanaman berumur 2, 4 dan 6 minggu setelah tanam, sedangkan separuh dosis KCl diberikan pada tanaman umur 4 minggu setelah tanam. Pemeliharaan tanaman meliputi pengairan, penyiangan, pewilisan disesuaikan dengan kondisi tanaman di lapang. Sedangkan pengendalian hama penyakit dilakukan sesuai dengan perlakuan yang direkomendasikan.

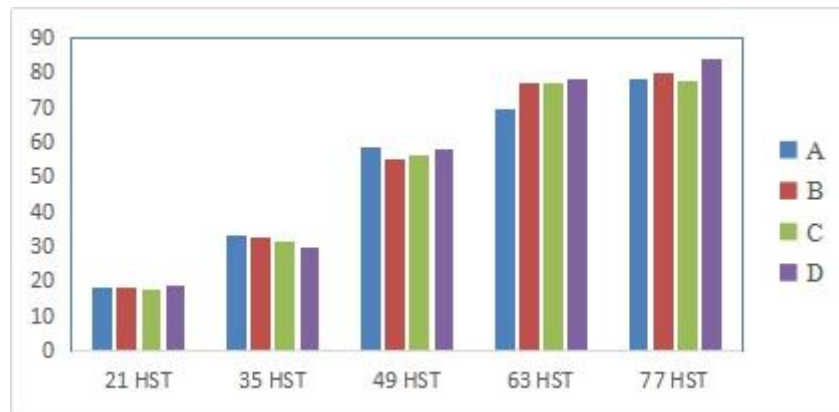
Peubah yang diamati meliputi pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan lebar kanopi), serangan hama penyakit pada fase vegetative dan generatif dan hasil panen (jumlah buah dan bobot buah).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan (tinggi tanaman dan lebar kanopi) tanaman cabai dari perlakuan yang dikaji ditampilkan pada gambar 1 dan gambar 2. Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa pengaruh perlakuan komponen agens hayati, fungisida dan tanaman perangkap yang berbeda terhadap pertumbuhan tinggi tanaman cabai pada beberapa kali pengamatan, yang berbeda hanya pada waktu pengamatan tanaman cabai berumur 35 hari setelah tanam (HST), selanjutnya sampai pengamatan tanaman cabai umur 77 HST relative tidak berbeda nyata. Rata-rata tinggi tanaman cabai pada umur tersebut mencapai 77 – 80 cm. Begitu juga untuk lebar kanopi perbedaan hanya terjadi pada saat tanaman cabai berumur 42 HST. Pada awal pengamatan (21 HST) sampai 42 HST rata-rata lebar kanopi tanaman cabai memperlihatkan pertumbuhan lebar kanopi yang merata yaitu 77 – 88 cm. Tidak adanya perbedaan dalam hal pertumbuhan karena semua komponen perlakuan mendapatkan dosis pemupukan yang sama, walaupun pada perlakuan komponen A ada tanaman jagung sebagai penghalang dan pada komponen C ada tanaman kubis yang di tumpang sari kan dengan cabai, namun tidak mempengaruhi terhadap pertumbuhan cabai sebagai tanaman utama, karena fungsi tanaman jagung hanya sebagai penghalang terhadap keberadaan hama khususnya kutu putih.



Gambar 1. Perkembangan tinggi tanaman cabai merah



Gambar 2. Rata-rata lebar kanopi tanaman cabai merah

Hama yang ditemukan pada saat tanaman cabai masih vegetative dan menyerang daun diantaranya kutu daun thrip. Serangan thrip mulai ditemukan pada tanaman cabai sudah berumur 35 HST (Tabel 1). Gejala thrip tertinggi diperlihatkan pada perlakuan yang menggunakan tumpangsari kubis mencapai 9% dan yang tidak ditemukan serangan pada umur tersebut adalah pada perlakuan cara petani serta perlakuan komponen yang menggunakan perangkap kuning. Menurut Soetiarso dan Setiawati (2010) tanaman cabai yang ditumpangsari dengan kubis mampu menekan populasi thrips hingga 62,5%, namun dalam pengkajian ini justru populasi thrip lebih tinggi daripada perlakuan komponen lainnya, namun populasi mengalami penurunan seiring dengan perkembangan tanaman atau pada saat tanaman cabai umur 42 HST. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada cara petani pada umur cabai tersebut penggunaan insektisida sudah mulai diaplikasikan sebanyak dua kali. Sedangkan perlakuan yang menggunakan perangkap kuning dapat membantu mengurangi populasi serangan pada daun, karena thrip lebih tertarik pada perangkap kuning. Menurut Afandi et al. (2008) perlakuan kombinasi antara sanitasi dan perangkap kuning dapat mengurangi serangan thrip pada buah manggis antara 32.14% dan 42.82%. Selain sebagai perangkap thrip, perangkap kuning berfungsi juga sebagai perangkap kutu putih penyebar virus kuning keriting (Gunaeni et al., 2014).

Gejala serangan thrip terus berlanjut sampai pada pengamatan umur cabai 42 HST, terutama pada cara petani dan pada perlakuan yang menggunakan tanaman pinggir jagung. Gejala serangan thrip pada daun yaitu daun mengeriting, kecil, mosaik belang-belang dengan gejala bawah daun berwarna keperak-perakan. Terjadinya peningkatan serangan thrip diduga karena pada saat pengkajian, kondisi iklim terutama suhu sangat panas namun kadang-kadang hujan sehingga dapat memacu dan mempercepat siklus hidup perkembangan thrip, karena pada umumnya semua jenis kutu-kutuan yang menyerang tanaman relative lebih cepat berkembang biak pada kondisi suhu tinggi disertai kelembaban yang tinggi. Menurut Bergant et al (2005) dalam Setiawati et al (2013) perkembangan trips sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan terutama suhu. Suhu yang optimum berkisar antara 15-28°C. Prabaningrum dan Moekasan (2008) menyatakan bahwa hama trips menduduki peringkat pertama sebagai hama yang menjadi kendala sistem produksi paprika. Trips dapat menyerang tanaman cabai sejak di persemaian dengan cara menusuk daun dan tunas serta mengisap cairan tanaman menggunakan stilet. Warna daun yang terserang trips berubah mula-mula coklat pada pinggirannya, lama kelamaan berubah menjadi keperak-perakan dan akhirnya mengeriting serta melengkung ke atas, semakin awal terjadinya serangan, semakin tinggi kerusakan tanaman yang berakibat penurunan hasil.

Tabel 1. Persentase serangan thrip pada berbagai komponen perlakuan tanaman cabai

Perlakuan	Persentase serangan thrip pada umur	
	35 HST ^{*)}	42 HST
A. Jagung sebagai barrier, Trichoderma, Azoxystrobin + Propineb	5,00 a ^{**)}	6,33 ab
B. Trichoderma, Asam posfit + Propineb, perangkap kuning	0,39 a	0,00 a
C. Tumpangsari dengan kubis, Asam posfit + Propineb	9,04 a	0,00 a
D. Cara petani	0,00 a	14,83 b

Keterangan:

*) HST = Hari setelah tanam

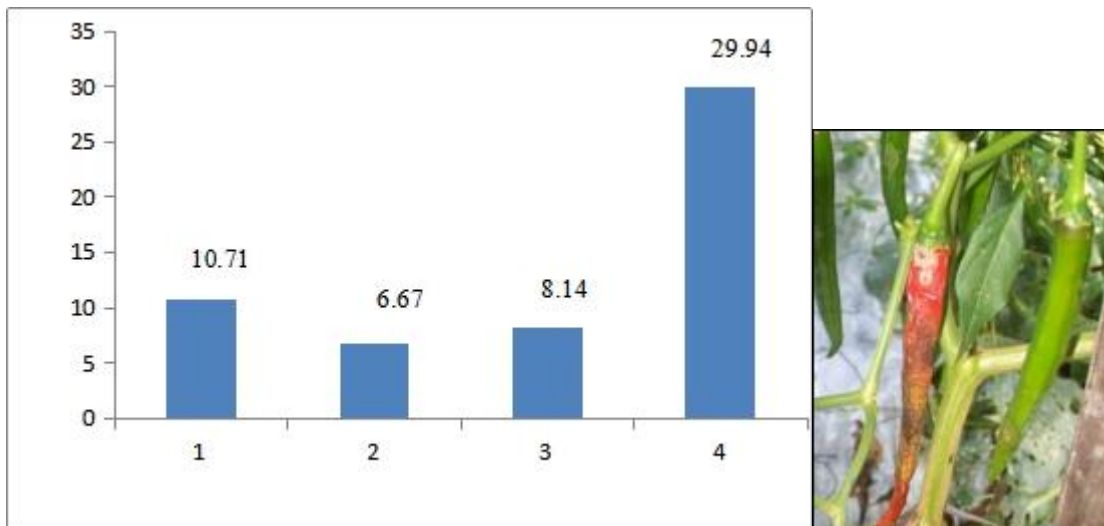
***) angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji jarak berganda Duncan

Penyakit yang muncul dengan gejala sistemik adalah penyakit layu yang disebabkan cendawan *Fusarium oxysporum*, yang dimulai dengan layunya daun cabai bagian bawah kemudian menjalar ke bagian pucuk. Gejala serangan layu muncul lebih awal yaitu pada saat tanaman cabai berumur 21 HST. (Tabel 2). Pada tabel 2 dapat dibahas bahwa mulai pengamatan awal sampai pengamatan tanaman cabai berumur 63 HST, gejala serangan layu tertinggi selalu diperlihatkan tanaman cabai yang tidak diaplikasi Trichoderma. Sedangkan perlakuan lain yang diaplikasi Trichoderma rata-rata seranganya relative rendah. Kondisi ini dapat terjadi karena dengan adanya aplikasi Trichoderma pada saat tanam dan dua minggu setelah tanam dapat memberikan pengaruh positif, terutama pertahanan terhadap tanaman cabai, yaitu dengan cara mengkolonisasi akar sehingga serangan pathogen tular tanah khususnya layu fusarium dapat ditekan. Hal ini karena karakteristik dari Trichoderma yang dapat mengeluarkan toksin, enzim dan kompetisi dalam ruang dan nutrisi (Howell, 2003). Hasil kajian Korlina et al. (2015) bahwa apabila aplikasi Trichoderma sp dikombinasikan dengan bakteri *Pseudomonas fluorescens*, maka penyakit layu pada tanaman tomat dapat ditekan sampai umur 8 minggu setelah tanam. Al-Taie et.al. (2016) menyatakan bahwa *T. hamatum* efektif mengendalikan *F. oxysporum* sampai 77,77% pada tanaman gandum. Species lain dari Trichoderma yaitu *T. viride* dan *T. harzianum* juga dapat mengendalikan penyakit layu dan meningkatkan perkecambahan biji pada tanaman buncis (U-Rehman et al, 2013) dan mengendalikan *F. oxysporum* pada kacang hitam (Surekha, et al. 2013). Sedangkan pada tanaman kentang *T. harzianum* dapat menghambat *Phytophthora infestans* sampai 86% (Fatima et al., 2015). Untuk menghindarkan penyebaran ke tanaman sehat lain pada perlakuan paket komponen, tanaman cabai yang terserang layu tersebut dieradikasi sehingga penyebaran dapat dikurangi.

Tabel 2. Persentase serangan penyakit layu (*Fusarium oxysporum*) tanaman cabai

Perlakuan	Persentase serangan layu pada umur			
	21 HST*)	35 HST	42 HST	63 HST
A. Jagung sebagai barrier, Trichoderma, Azoxystrobin + Propineb	0,00 a**)	0,82 a	9,79 b	15,85 a
B. Trichoderma, Asam posfit + Propineb	2,18 ab	3,49 ab	4,33 a	16,34 a
C. Tumpangsari dengan kubis, Asam posfit + Propineb	2,81 b	6,36 b	8,36 ab	16,19 a
D. Cara petani	9,12 c	12,08 c	15,42 c	25,02 b

Hasil pengamatan terhadap buah cabai yang terserang antraknos (*Colletotrichum acutatum*) ditampilkan pada gambar 3. Dari gambar 3 tersebut dapat dijelaskan bahwa semua komponen perlakuan memperlihatkan buah cabai yang terserang antraknos, dengan rata-rata luas serangan antara 6 – 10% pada perlakuan komponen. Sedangkan pada cara petani rata-rata luas serangan antraknos lebih tinggi yaitu mencapai 29,94%. Tingginya gejala serangan antraknos pada buah cabai dipicu kondisi iklim mikro dan makro yang lembab, karena kondisi iklim pada saat memasuki fase generative seringkali hujan turun, padahal kondisi musim pada saat panen seharusnya sudah memasuki musim kemarau (bulan Juni). Selain itu kondisi lahan dengan drainase yang buruk menyebabkan air hujan menjadi tergenang, akibatnya iklim mikro di sekitar tanaman cabai menjadi lembab. Menurut Wharton & Uribeondo (2004) konidia *C. acutatum* termasuk tular air yang juga dipencarkan oleh air hujan sehingga dapat menyebar dan menginfeksi tanaman lainnya yang biasa terjadi selama periode basah. Namun pada perlakuan komponen yang menggunakan Trichoderma infeksi serangan antraknos dapat ditekan, karena selain efektif dalam mengendalikan antraknos, juga ramah lingkungan (Rahman et al., 2012; Oo & Oh, 2016).



Gambar 3. Persentase luas serangan antraknos pada buah cabai

Pengamatan produksi ditujukan terhadap jumlah dan berat buah contoh tanaman dan merupakan kompilasi dari 14 kali panen (Tabel 3). Berdasarkan hasil analisa statistik terhadap kedua variable tersebut, nampak bahwa ada pengaruh yang nyata dengan perlakuan komponen yang diterapkan, dalam hal ini perlakuan komponen dengan menggunakan tanaman pinggir jagung, Trichoderma, dan fungisida Azoxystrobin + propineb menghasilkan jumlah dan berat buah cabai tertinggi dengan jumlah buah sebanyak 46 buah dan berat 535 gr per tanaman. Kondisi yang sama terhadap jumlah dan berat buah cabai juga diperoleh dari perlakuan dengan komponen perangkap kuning, Trichoderma, Fungisida asam fosfit + Propineb yang lebih tinggi dari komponen yang menggunakan tumpang sari dengan kubis. Panen dilakukan setiap tiga hari sekali. Dari 14 kali panen tersebut harga tertinggi mencapai Rp.15.000/kg pada saat panen ke 8, sedangkan harga panen terendah mencapai nilai Rp. 7.000 pada panen ketiga. Namun kalau dirata-rata secara keseluruhan harga cabai berkisar antara Rp.8.000 – 15.000.-

Tabel 3. Rerata jumlah dan berat buah cabai per tanaman dari perbedaan perlakuan komponen teknologi

Perlakuan	Jumlah buah	Berat buah per tanaman (gr)
A. Jagung sebagai penghalang, Trichoderma, Azoxystrobin + Propineb	55,11 bc*)	535,82 b
B. Perangkap kuning, Trichoderma, Asam posfit + Propineb	46,71 c	421,46 ab
C. Tumpangsari dengan kubis, Asam posfit + Propineb	38,72 ab	339,86 a
D. Cara petani	28,56 a	271,98 a

Keterangan:

*) angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji jarak berganda Duncan

KESIMPULAN

Rakitan komponen pengendalian hama penyakit pada tanaman cabai yang efisien di lahan sawah yaitu: (A). Jagung sebagai penghalang, aplikasi Trichoderma, fungisida (b.a. Azoxystrobin dan Propineb bergantian), serta komponen (B). Aplikasi Trichoderma, fungisida (b.a. Asam posfit + Propineb bergantian), perangkap kuning. Kedua komponen tersebut dapat menekan serangan penyakit layu dan penyakit antraknos. Jumlah dan berat buah tertinggi per tanaman dicapai pada perlakuan komponen (A) yaitu sebesar 55,11 buah dan 535,82 gr.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoga, W. Basuki, R.S., Hilman, Y. & Udiarto, B.K. (1999) Studi lini dasar pengembangan teknologi PHT pada tanaman cabai di Jawa Barat. *J. Horti.* 9 (1): 67-83
- Affandi, D. Emilda, & M. Jawal, A. S. (2008). Application of fruit bagging, sanitation, and yellow sticky trap to control thrips on mangosteen. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 9(1): 19-23
- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology Fifth Edition*. Elsevier Academic Press. United States of America.
- Al-Taie, A.H., Matrood, A. A. A. & Al-asadyi. (2016). The influence of some fungi bio-genic on promoting growth and yield of wheat-var. Ibaa99. *Int. J.Curr. Microbiol.App. Sci* 5 (11): 757-764.
- Fatima, K., Noureddine, K., Henni, J. E. & Mabrouk, K. (2015). Antagonistic effect of *Trichoderma harzianum* against *Phytophthora infestans* in the North-west of Algeria. *Int.J. Agr.Res* 6(4):44-53
- Gunaeni, N., Setiawati, W. & Kusandriani, Y. (2014). Pengaruh perangkap likat kuning, ekstrak *Tagetes erecta* dan imidacloprid terhadap perkembangan vector kutu kebul dan virus kuning keriting pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *J. Hort.* 24(4):346-354.
- Hidayat, I. M., Sulastrini, I., Kusandriani, Y. & Permadi, A. H. (2004). Lesio sebagai komponen tanggap buah 20 galur dan atau varietas cabai terhadap inokulasi *Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum gloeosporioides*. *J. Hort.* 14 (3): 161-162.
- Howell, C. R. (2003). Mechanism employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant disease: the history and evolution of current concepts. *Plant Disease* 87 (1):4-10
- Korlina, E., Krismawati, A., Rachmawati, D & Istiqomah, N. (2015). Kajian aplikasi kompos sampah, trichoderma dan *Pseudomonas fluorescens* terhadap perkembangan hama penyakit dan produksi tomat. *Prosiding Seminar Nasional Perhorti "Peningkatan Daya Saing Produk Hortikultura Nusantara Dalam Menghadapi Era Pasar Global"*. Univ. Brawijaya.
- Moekasan, T. K., Suryaningsih, E., Sulastrini, I., Gunadi, N., Adiyoga, W. *et al.* (2004). Kelayakan teknis dan ekonomis penerapan teknologi pengendalian hama terpadu pada system tanam tumpanggilir bawang merah dan cabai. *J. Hort.* 14 (3): 188 – 203.
- Oo, M.M. & Oh, S.K. (2016). Chilli anthracnose (*Colletotrichum* spp) disease and its management approach. *Korean Journal of Agric Science* 43 (2): 153-162
- Prabaningrum, L & Moekasan, T.K. (2008). Respon tanaman paprika (*Capsicum annuum* var. *grossum*) terhadap serangan *Thrips parvispinus* Karny (Thysanoptera:Thripidae). *J. Hort.* 18(1): 69-79.
- Rahman, M.A., Rahman, M.M., Kamruzzaman, Md., Begum, M.F & Alam, M.F. (2012). Use of culture filtrates of *Trichoderma* strains as a biological control agent against *Colletotrichum capsici* causing anthracnose fruit rot disease of chili. *J. Bio Env. Sci.* 2 (1): 9-18
- Setiawati, W. Sumarni, N, Koesandriani, Y, Hasyim, A, Uhan, T.S dan Sutarya, R. (2013). Penerapan teknologi pengendalian hama terpadu pada tanaman cabai merah untuk mitigasi dampak perubahan iklim. *J. Hort.* 23(2): 174-183
- Soetiarso, T.A. & W. Setiawati. (2010). Kajian teknis dan ekonomis sistem tanam dua varietas cabai merah di dataran tinggi. *J. Hort.* 20(3):284-298.
- Surekha, C., Neelapu, N.R.R., Kamala G., Prasad, B.S and Ganesh P.S. (2013). Efficacy of *Trichoderma viride* to induce disease resistance and antioxidant responses in legume *Vigna mungo* infested by *Fusarium oxysporum* and *Alternaria alternate*. *Int. J. Agric. Sci.Res*, 3(2): 285-294.
- U-Rehman, S., Dar, W.A., Ganie, S.A., Bhat, J.A., Mir, G. H. (2013). Comparative efficacy of *Trichoderma viride* and *Trichoderma harzianum* against *Fusarium oxysporum* f sp.ciceris causing wilt of chickpea. *Afri J. Microbiol Res.* 7(50): 5731-5736
- Wharton, P.S. & Uribeondo, J.D. (2004). The Biology of *Colletotrichum acutatum*. *Anales del Jardin Botanico de Madrid* 61(1): 3-22.

Kelompok: FISILOGI			HAL
NO	PEMBICARA	JUDUL	
FS-1	Elly Roosma Ria, Endang Sufiadi, Rizkiansyah Hadi	Pengaruh Konsentrasi Bap Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Planlet Krisan (<i>Chrysanthemum moriforium</i> R.) Varietas Pasopati Secara <i>In Vitro</i>	473
FS-5	Titi Juhaeti	Budidaya Jewawut (<i>Setarica italica</i> (L) P. Beauv) Pada Intensitas Cahaya Rendah dan Responnya Terhadap Frekuensi Pemupukan Nitrogen	480
FS-6	Nissa Arifa, Emma Sri Kuncari, Tri Murningsih, Liana	Aktivitas Antioksidan, Antiinflamasi, dan Kandungan Flavonoid Pada Ekstrak <i>Melastoma Sanguineum</i>	486
FS -9	Kartiawati Alipin, Taufiq Arivyantari	Pemeriksaan Kadar Kolesterol Darah Ayam Broiler yang Diberi Pakan Campuran Onggok Fermentasi	491
FS-10	Asih K. Karjadi	Pengaruh Kepadatan dan Komposisi Media dalam Menumbuhkan Stek Kentang <i>In Vitro</i>	495
FS-12	Muhamad Sabda, Nurwita Dewi	Respon Plasma Nutfah Ubi Jalar (<i>Ipomoea batatas</i>) Terhadap Proses Sterilisasi Eksplan Untuk Konservasi <i>In-Vitro</i>	501
FS-16	Ai Komariah, Roni Assafaat Hadi, Ujang Enoch Mulyadi	Pengaruh Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Genotip Krisan Hasil Poliploidi	507
FS-17	Neni Fitriyani, Wilmientje M. Nalley, A Baharun, R Iis Arifiantin	Perbandingan Morfologi Spermatozoa Sapi Pasundan Menggunakan Pewarnaan Eosin-Nigrosin dan Williams	516
FS-18	Wilmientje Marlene Nalley, Yando Seran, Thomas Mata Hine	Kualitas Semen Sapi Bali dalam Pengencer Air Kelapa – Ekstrak Daun Kelor	524
FS-19	Fitri Damayanti, Ika Roostika, Muhammad Mansur	Optimasi Regenerasi Tunas <i>Nepenthes</i> Spp. Secara <i>In Vitro</i> Serta Kajian Sitologinya	530
FS-21	Firman Putra Perdana Siahaan, Donn Richard Ricky	Penurunan Konsentrasi Sgot Tikus Wistar Terinduksi Aloksan Pada Pemberian Beberapa Dosis <i>Curcumin</i>	535
FS-22	Titin Sulastri, Marvel Reuben Suwitono	Aktivitas Antioksidan Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var <i>Rubrum</i>) Segar dan Tepung Dengan Metode DPPH	547
FS-24	Joshua HL. Tobing, Donn R. Ricky, Putri Sari P. Siahaan, Selvia P. Wibowo	Efek Penurunan Berat Badan dan Konsentrasi Kolesterol Darah Pada Tikus Putih Jantan yang Diberi Campuran Ekstrak Etanol Daun dan Akar Jombang (<i>Taraxacum officinale</i>)	553
FS-28	Lia Amalia, Suparman, Imas Yulia Ratnasari	Pengaruh Berbagai Sumber Protein Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Planlet Anggrek (<i>Phalaenopsis bellina</i>) Secara <i>In Vitro</i>	561

PENGARUH KONSENTRASI BAP TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL PLANLET KRISAN (*Chrysanthemum moriflorum* R.) VARIETAS PASOPATI SECARA IN VITRO

Elly Roosma Ria¹, Endang Sufiadi², Rizkiansyah Hadi³

^{1,2}Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Winaya Mukti;

³Alumni Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Winaya Mukti

Jln. Raya Tanjungsari-Sumedang Km 29, Tanjungsari, Sumedang

e-mail : ellyroosmaria@unwim.ac.id

Abstrak. Seiring berjalannya waktu semakin tingginya permintaan konsumen akan bunga potong krisan membuat para produsen harus mampu menyediakan bibit tanaman krisan yang seragam serta bebas penyakit dalam jumlah yang besar dan dalam waktu yang relatif singkat. Oleh karena itu upaya pembiakan secara *in vitro* melalui teknik kultur jaringan dapat menjadi salah satu alternatif. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan perbanyakan secara *in vitro* ialah penambahan zat pengatur tumbuh yaitu Sitokinin. BAP (6-Benzyl Amino Purin) yang merupakan salah satu sitokinin sintesis dapat digunakan untuk merangsang pertumbuhan tanaman hias secara *in vitro*. Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Universitas Winaya Mukti. Percobaan dilakukan pada bulan Juni 2017 sampai dengan bulan Agustus 2017. Tujuan percobaan adalah untuk mempelajari pengaruh konsentrasi BAP terhadap pertumbuhan planlet krisan varietas Pasopati secara *in vitro*. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan lima ulangan. Konsentrasi yang diuji adalah: A = 0 mg L⁻¹ larutan (Tanpa BAP), B = 0,5 mg L⁻¹ larutan BAP, C = 1,0 mg L⁻¹ larutan BAP, D = 1,5 mg L⁻¹ larutan BAP, E = 2,0 mg L⁻¹ larutan BAP. Hasil percobaan menunjukkan konsentrasi BAP sebanyak 0,5 mg L⁻¹ larutan mampu memberikan hasil yang baik untuk pertumbuhan tunas planlet krisan varietas Pasopati secara *in vitro*.

Kata Kunci: BAP, *In Vitro*, Plantlet Krisan

PENDAHULUAN

Hortikultura merupakan salah satu subsektor unggulan dalam sektor pertanian di Indonesia. Tanaman hias merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki prospek ekonomi yang baik dan menguntungkan. Salah satu jenis bunga yang sudah dikenal dan banyak disukai oleh konsumen adalah bunga krisan. Krisan (*Chrysanthemum*) merupakan tanaman bunga hias berupa perdu dengan sebutan lain seruni atau bunga emas (*Golden Flower*). Tanaman ini banyak disukai karena warnanya yang beragam sehingga dapat menghiasi ruangan. Sebagai bunga hias, krisan di Indonesia digunakan sebagai bunga pot dan bunga potong. Namun potensi bunga krisan potong sangat baik dibanding bunga krisan pot karena peminat bunga potong lebih besar dari pada bunga krisan pot (Putri & Damanhuri, 2013).

Seiring berjalannya waktu semakin tingginya permintaan konsumen akan bunga potong krisan membuat para produsen harus mampu menyediakan bibit tanaman krisan yang seragam serta bebas penyakit dalam jumlah yang besar dan dalam waktu yang relatif singkat. Oleh karena itu upaya pembiakan secara *in vitro* melalui teknik kultur jaringan dapat menjadi salah satu alternatif (Kristianto, 2012). Menurut Daisy (1994), kelebihan dari kultur jaringan adalah untuk mendapatkan tanaman baru dalam jumlah banyak dalam waktu yang relatif singkat, yang mempunyai sifat morfologi dan fisiologi yang sama persis dengan induknya, tanaman yang diperoleh juga terbebas dari patogen dan teknik kultur jaringan dapat pula diterapkan dalam pemuliaan tanaman terutama bila cara konvensional dihadapkan pada hambatan alamiah.

Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan perbanyakan secara *in vitro* ialah penambahan zat pengatur tumbuh. Sitokinin merupakan zat pengatur tumbuh yang banyak digunakan dalam perbanyakan tanaman secara *in vitro* (Gunawan, 1992). Efek fisiologi sitokinin sendiri bagi tanaman antara lain mengatur pembelahan sel dan diferensiasi jaringan, pembesaran dan pemanjangan sel, perkembangan tunas dan pucuk, pemeliharaan sintesis asam nukleat dan protein, mengendalikan

perkecambahan pada benih, menyokong translokasi nutrisi dan substansi organik, serta menghambat terjadinya senesen dengan mencegah terjadinya degradasi klorofil (Weaver, 1972 dan Arteca, 1996, dikutip Kristianto, 2012).

Sitokinin yang biasa digunakan adalah kinetin, zeatin, 2iP (N6-2-Isopentanyl Adenin), BAP (6-Benzyl Amino Purin), PBA, 2C1-4 PU, 2.6-C1-4 dan TDZ (thidiazuron). 6-Benzyl amino purine (BAP) merupakan sitokinin sintesis yang memiliki berat molekul sebesar 225,26 dengan rumus molekul $C_{12}H_{11}N_5$. BAP merupakan turunan adenin yang disubstitusi pada posisi 6 adalah yang memiliki aktivitas kimia paling aktif (Yayu, 2008). BAP (6-Benzyl Amino Purin) dapat digunakan untuk merangsang pertumbuhan tanaman hias secara in vitro. Menurut Franklin & Dixon (1993, dikutip Donny, 2005) BAP dalam konsentrasi 1 – 20 μM dapat menginduksi morfogenesis, dan bila konsentrasi ditingkatkan menjadi 20 – 50 μM dapat meningkatkan kecepatan multiplikasi tunas. Yayu (2008) menambahkan bahwa pemberian konsentrasi BAP hingga 1 ppm pada tunas mikro kantong semar terbukti mampu memberikan waktu inisiasi tunas (17,8 HST), waktu inisiasi daun (27,3 HST) dan waktu inisiasi kantong (41,4 HST) tercepat, jumlah tunas, jumlah daun dan jumlah kantong terbanyak setiap minggunya, dan menghasilkan tanaman tertinggi (10,2 mm).

Berdasarkan hasil penelitian Tita dan Mohamad (2016) pada pertumbuhan tunas anggrek *Dendrobium* pada perlakuan BAP 2 ppm + ekstrak pisang menunjukkan rata-rata waktu muncul tunas tercepat yaitu 1,33 HST, dan BAP 2 ppm + ekstrak tomat menunjukkan rata-rata panjang tunas tertinggi yaitu 2,06 cm. Penelitian yang dilakukan oleh Syaifan (2010) dikutip Kristianto (2012) terhadap dua varietas krisan yaitu Puspita Nusantara dan Puspita Asri menunjukkan bahwa pemberian BA 4.44 μM mendorong terbentuknya jumlah daun per eksplan yang terbanyak, sedang pemberian BA 6.66 μM menghasilkan jumlah tunas terbanyak. Pada penelitian yang dilakukan Syaifan (2010) dikutip Kristianto (2012), perlakuan kontrol (tanpa ZPT) mampu menghasilkan tunas tertinggi dan panjang ruas terpanjang.

BAHAN DAN METODE

Percobaan eksperimen telah dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti. Waktu percobaan dilakukan dari bulan Juni 2017 sampai dengan Agustus 2017. Bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah Planlet Krisan Varietas Pasopati dari Laboratorium Kultur Jaringan Balai Penelitian Tanaman Hias Cianjur Jawa Barat dengan umur planlet krisan tiga bulan subkultur ke dua, media Murashige dan Skoog (MS), sukrosa, agar bubuk, aquades, kertas label, plastik, BAP, KOH, khloroks, alkohol 70%, deterjen.

Peralatan yang digunakan dalam percobaan adalah autoklaf, enkas, kompor gas, botol kultur, beaker glass 100 ml, beaker glass 500 ml, beaker glass 1000 ml, pipet tetes, pipet ukur, hand sprayer, corong, rak pertumbuhan, oven sterilisasi, timbangan analitik, panci, gunting, cawan petri, aluminium foil, batang pengaduk, pinset, karet gelang, kalkulator, alat tulis, tisu dan kamera.

Percobaan ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan konsentrasi BAP diulang lima kali yaitu : A = tanpa BAP, B = 0.5 mg L⁻¹ larutan BAP, C = 1.0 mg L⁻¹ larutan BAP, D = 1.5 mg L⁻¹ larutan BAP, dan E = 2.0 mg L⁻¹ larutan BAP. Variabel yang diamati terdiri atas : jumlah tunas (2 MSK, 4 MSK, 6 MSK, 8 MSK), jumlah daun (2 MSK, 4 MSK, 6 MSK, 8 MSK), jumlah buku (2 MSK, 4 MSK, 6 MSK, 8 MSK), jumlah akar (8MSK), panjang akar (8MSK), tinggi plantlet (8MSK), dan bobot basah plantlet (8 MSK).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Tunas

Pengaruh konsentrasi BAP terhadap jumlah tunas planlet krisan pada setiap umur pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Jumlah Tunas Planlet Krisan pada umur 2 MSK, 4 MSK, 6 MSK dan 8 MSK

Perlakuan	Rerata Jumlah Tunas Krisan (Kuncup)			
	2 MSK	4 MSK	6 MSK	8 MSK
A (0 mg L ⁻¹ larutan)	100 a	1,20 a	1,30 a	1,50 a
B (0,5 mg L ⁻¹ larutan)	2,25 c	3,75 c	4,05 b	5,60 c
C (1 mg L ⁻¹ larutan)	1,95 bc	3,35 bc	4,05 b	4,90 bc
D (1,5 mg L ⁻¹ larutan)	2,05 bc	3,45 bc	3,84 b	4,85 bc
E (2 mg L ⁻¹ larutan)	1,65 b	3,15 b	3,50 b	4,60 b

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %.

Berdasarkan Tabel 4 ternyata pada pengamatan jumlah tunas pada umur 2 MSK, 4 MSK dan 8 MSK perlakuan B (0,5 mg L⁻¹ larutan BAP) berbeda nyata dengan perlakuan A dan E tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan C (1 mg L⁻¹ larutan BAP) dan perlakuan D (1,5 mg L⁻¹ larutan BAP). Pada umur 6 MSK semua taraf perlakuan BAP memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan tanpa pemberian BAP (perlakuan A).

Rata-rata jumlah tunas terbanyak diperoleh pada umur 2 MSK, 4 MSK dan 8 MSK dengan perlakuan B (0,5 mg L⁻¹ larutan BAP) yaitu 2,25 (2 MSK), 3,75 (4 MSK) dan 5,6 (8 MSK). Pada umur 6 MSK semua perlakuan pemberian BAP memberikan hasil yang terbaik dibanding tanpa pemberian BAP. Rata-rata jumlah tunas terendah diperoleh pada perlakuan tanpa BAP (perlakuan A). Pemberian BAP mampu menstimulasi pembentukan tunas. Menurut Armini et al. (1992) dikutip Kristianto, (2012), pemberian sitokinin akan merangsang proliferasi tunas. Pemberian sitokinin, bagian ketiak stek yang dorman atau hanya mampu menghasilkan satu tunas akan mampu menghasilkan lebih dari satu tunas. Menurut hasil penelitian Betty (2014) interaksi yang paling optimal dalam meningkatkan jumlah tunas adalah BA 0.5 ppm yang diinteraksikan dengan air kelapa 5% dan 15%.

Jumlah Daun

Pengaruh konsentrasi BAP terhadap jumlah daun planlet krisan pada semua umur pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Jumlah Daun Planlet Krisan pada umur 2 MSK, 4 MSK, 6 MSK dan 8 MSK

Perlakuan	Rerata Jumlah Daun Krisan (Helai)			
	2 MSK	4 MSK	6 MSK	8 MSK
A (0 mg L ⁻¹ larutan)	1,80 a	4,30 a	6,10 a	7,10 a
B (0,5 mg L ⁻¹ larutan)	3,25 b	8,50 b	12,75 b	17,35 b
C (1 mg L ⁻¹ larutan)	3,10 b	7,80 b	12,45 b	16,90 b
D (1,5 mg L ⁻¹ larutan)	2,95 b	8,15 b	11,85 b	17,25 b
E (2 mg L ⁻¹ larutan)	3,55 b	8,20 b	12,10 b	17,25 b

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %.

Berdasarkan Tabel 5 ternyata pada umur 2 MSK, 4 MSK, 6 MSK dan 8 MSK semua taraf perlakuan BAP memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah daun dibanding dengan tanpa pemberian BAP (perlakuan A). Antara perlakuan BAP ternyata perlakuan B (0,5 mg L⁻¹ larutan BAP), C (1 mg L⁻¹ larutan BAP), D (1,5 mg L⁻¹ larutan BAP) dan E (2 mg L⁻¹ larutan BAP) memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap jumlah daun.

Semua perlakuan konsentrasi BAP pada planlet krisan memberikan respons yang nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun tanaman dibanding dengan tanpa perlakuan BAP (kontrol). Wareing dan Phillips (1970, dikutip Siti, 2006) menyatakan bahwa konsentrasi dari sitokinin pada media kultur menunjukkan bahwa hormon tersebut memiliki peranan penting dalam pembentukan organ. Antara perlakuan konsentrasi BAP memberikan pengaruh yang tidak nyata, disebabkan adanya faktor lingkungan yaitu suhu ruangan kultur.

Read (1990) dikutip Zulkarnain (2009) menyatakan bahwa faktor suhu berpengaruh secara langsung terhadap perkembangan sel dan jaringan, pembentukan organ tanaman, dan berkaitan erat dengan siklus perkembangan tanaman yang berada dibawah pengaruh enzim. Pengaruh suhu lebih kritis pada kultur in vitro dibanding kultur in vivo. Hal itu dikarenakan sifat jaringan yang peka dan kurangnya mekanisme perlindungan jaringan tersebut.

Suhu optimum untuk terjadinya morfogenesis tidak selalu sama untuk setiap spesies tanaman. Pada *Streptocarpus hybridus*, pembentukan pucuk secara langsung pada eksplan potongan daun, paling baik pada suhu 12°C. Apabila suhu dinaikkan sampai 30°C maka semakin sedikit pucuk adventif yang terbentuk. Induksi pucuk pada eksplan tangkai bunga tanaman *Anemone coronaria* hanya berlangsung pada suhu 15°C – 19°C, sedang di atas 26°C sebagian eksplan mati. Pada tanaman tomat, perlakuan suhu 19°C untuk beberapa waktu, ternyata dapat meningkatkan potensi regeneratifnya (Zulkarnain, 2009).

Inisiasi pucuk adventif dari eksplan potongan daun *Begonia cheimantha* terbukti optimum pada suhu 15°C dan dari eksplan potongan tangkai daun pada suhu 15°C – 20°C. Proses inisiasi pucuk adventif pada kedua macam eksplan tersebut meningkat dengan adanya sitokinin, namun pada suhu 25°C – 27°C pembentukan pucuk adventif mengalami hambatan (Zulkarnain, 2009).

Jumlah Buku

Pengaruh konsentrasi BAP terhadap jumlah buku planlet krisan pada semua umur pengamatan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Jumlah Buku Planlet Krisan pada umur 2 MSK, 4 MSK, 6 MSK dan 8 MSK

Perlakuan	Rerata Jumlah Tunas Buku Krisan (ruas)			
	2 MSK	4 MSK	6 MSK	8 MSK
A (0 mg L ⁻¹ larutan)	1,00 a	2,60 a	4,05 a	5,75 a
B (0,5 mg L ⁻¹ larutan)	1,35 b	3,95 b	7,60 b	10,65 b
C (1 mg L ⁻¹ larutan)	1,40 b	3,65 b	6,75 b	10,10 b
D (1,5 mg L ⁻¹ larutan)	1,55 bc	3,70 b	7,75 b	11,95 b
E (2 mg L ⁻¹ larutan)	1,70 c	4,05 b	7,65 b	12,55 b

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %.

Berdasarkan Tabel 6 ternyata pada pengamatan jumlah buku pada umur 2 MSK perlakuan E (2 mg L⁻¹ larutan BAP) berbeda nyata dengan perlakuan A, B dan C tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan D (1,5 mg L⁻¹ larutan BAP). Pada umur 4 MSK, 6 MSK dan 8 MSK semua taraf perlakuan konsentrasi BAP memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan tanpa pemberian BAP (perlakuan A). Buku (node) merupakan titik tempat tumbuhnya daun dan tunas lateral. Sitokinin memiliki peran dalam proses pembentukan tunas samping dan jaringan mesofil daun (Wareing dan Philips, 1970 dikutip Kristianto, 2012). Oleh karena itu penambahan BAP sebanyak 2 mg L⁻¹ larutan memberikan hasil rata-rata jumlah buku terbanyak pada umur 2 MSK, sedang pada umur 4 MSK, 6 MSK dan 8 MSK semua taraf perlakuan konsentrasi BAP pada planlet krisan memberikan respons yang nyata terhadap pertumbuhan jumlah buku tanaman dibanding dengan tanpa perlakuan BAP (perlakuan A).

Jumlah Akar dan Panjang Akar

Pengaruh konsentrasi BAP terhadap jumlah akar dan panjang akar planlet krisan pada umur 8 MSK disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Jumlah Akar dan Panjang Akar Planlet Krisan pada Umur 8 MSK

Perlakuan	Rerata Jumlah Akar Planlet Krisan (buah)	Rerata Panjang Akar Planlet Krisan (cm)
A (0 mg L ⁻¹ larutan)	8,20 b	6,20 b
B (0,5 mg L ⁻¹ larutan)	1,43 a	1,85 a
C (1 mg L ⁻¹ larutan)	2,87 a	2,75 a
D (1,5 mg L ⁻¹ larutan)	1,60 a	1,86 a
E (2 mg L ⁻¹ larutan)	2,10 a	1,80 a

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %.

Berdasarkan Tabel 4 ternyata pada pengamatan jumlah akar pada umur 8 MSK perlakuan A (0 mg L⁻¹ larutan BAP) berbeda nyata dengan perlakuan B, C, D dan E. Hasil penelitian rata-rata jumlah akar terbanyak diperoleh pada perlakuan tanpa BAP (kontrol). Kehadiran sitokinin, seperti BAP, 2iP, kinetin, ataupun zeatin sangat penting dalam penggandaan pucuk dengan metode kultur jaringan. Meskipun demikian, pemberian sitokinin pada konsentrasi yang relatif rendah secara berkepanjangan atau meningkatkan takaran sitokinin yang bertujuan meningkatkan laju perbanyakan dapat menimbulkan hasil yang tidak diinginkan. Hartman et al. (1990) dikutip Zulkarnain (2009), menyatakan bahwa pucuk-pucuk mengalami habituasi terhadap sitokinin setelah diperlakukan dengan sitokinin konsentrasi tinggi dan proliferasi terus berlanjut sekalipun pucuk – pucuk tersebut dikulturkan pada medium tanpa sitokinin.

Karakteristik kultur yang mengalami habituasi sitokinin dijelaskan oleh Rice et al. (1992) dikutip Zulkarnain (2009), sebagian akibat kurangnya pembentukan akar dan terjadinya hambatan pada respons pembungaan. Hal itu dapat disebabkan oleh pertumbuhan pucuk yang berlebihan dan mengakibatkan penghambatan pembentukan akar serta penundaan induksi pertumbuhan generatif. Berdasarkan Tabel 4 ternyata pada pengamatan panjang akar pada umur 8 MSK perlakuan A (0 mg L⁻¹ larutan BAP) berbeda nyata dengan perlakuan B, C, D dan E. Rata-rata panjang akar terbaik pada penelitian ini diperoleh pada perlakuan tanpa BAP (kontrol). Menurut Armini (1991 dikutip Yayu, 2008), sitokinin juga berpengaruh dalam proliferasi tunas ketiak, penghambatan pertumbuhan akar dan induksi umbi mikro pada kentang. Keadaan ini membuktikan bahwa BAP mampu menekan pertumbuhan akar. Kemampuan menghambat pertumbuhan akar ini sangat penting dalam penggandaan tunas atau (multiplikasi) dan bahwa BAP dapat menghambat pembentukan akar nenas secara spontan pada konsentrasi yang berbeda (Yayu, 2008). Menurut Marlin (2005), beberapa sel tanaman dapat tumbuh, berkembang dan beregenerasi menjadi tanaman baru dalam media tanpa penambahan hormon. Dengan demikian, tanpa suplai auksin dan sitokinin eksogen, akar akan tetap tumbuh dan memanjang.

Tinggi Planlet dan Bobot Basah Plantlet

Pengaruh konsentrasi BAP terhadap tinggi planlet dan bobot basah plantlet krisan pada umur 8 MSK disajikan pada Tabel 5 .

Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi BAP terhadap Tinggi Planlet dan Bobot Basah Plantlet Krisan pada umur 8 MSK

Perlakuan	Rerata Tinggi Planlet Krisan	Rerata Bobot Basah Planlet Krisan
A (0 mg L ⁻¹ larutan)	10,95 a	0,59 a
B (0,5 mg L ⁻¹ larutan)	7,62 a	0,92 ab
C (1 mg L ⁻¹ larutan)	9,67 a	0,61 a
D (1,5 mg L ⁻¹ larutan)	8,80 a	0,99 ab
E (2 mg L ⁻¹ larutan)	8,23 a	1,32 b

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %.

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa semua taraf perlakuan BAP berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi planlet pada umur 8 MSK. Berdasarkan hasil diketahui bahwa BAP berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas, jumlah buku dan jumlah daun, namun berbeda tidak nyata terhadap tinggi planlet. Menurut Abidin (1985) dikutip Betty (2014) sitokinin tidak berperan dalam proses

pengembangan dan pemanjangan sel. Hormon pada tumbuhan yang berperan dalam pemanjangan dan pengembangan sel adalah auksin. Pengaruh auksin terhadap perkembangan sel menunjukkan adanya indikasi bahwa auksin dapat menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan sintesa protein, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air dan melunakkan dinding sel yang diikuti menurunnya tekanan dinding sel sehingga air dapat masuk ke dalam sel yang disertai dengan kenaikan volume sel, dengan adanya kenaikan sistem protein maka dapat digunakan sebagai sumber tenaga dalam pertumbuhan (Daisy, 1994).

Penambahan sitokinin secara eksogen dalam medium dimungkinkan mempengaruhi aktivitas auksin sehingga tidak terjadi pengembangan dan pemanjangan sel secara nyata. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Marai (2004), menyatakan bahwa semua taraf BAP menunjukkan perbedaan tidak nyata pada tinggi planlet dan panjang akar. Berdasarkan Tabel 5 ternyata bahwa pada pengamatan bobot basah planlet pada umur 8 MSK perlakuan E (2 mg L⁻¹ larutan BAP) berbeda nyata dengan perlakuan A dan C tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan B (0,5 mg L⁻¹ larutan BAP) dan perlakuan D (1,5 mg L⁻¹ larutan BAP).

Peningkatan konsentrasi BAP sebesar 2 mg L⁻¹ larutan pada media MS dapat meningkatkan bobot basah planlet secara nyata pada umur 8 MSK. Hal ini dikarenakan sitokinin senyawa yang dapat meningkatkan pembelahan sel pada jaringan tanaman serta mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Zulkarnain, 2009). Pemberian sitokinin pada planlet krisan mampu meningkatkan jumlah tunas, jumlah buku dan daun sehingga mempengaruhi kenaikan bobot basah planlet.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

1. BAP berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan planlet krisan secara in vitro.
2. Konsentrasi 0,5 mg L⁻¹ larutan BAP berpengaruh baik terhadap jumlah tunas planlet krisan secara in vitro.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan media yang mengandung bahan organik seperti ekstrak toge, pepaya, pisang ataupun air kelapa dan menggunakan jenis media yang lain ½ MS, ¼ MS, atau Hyponex, untuk melihat bagaimana respons yang terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Betty, S. (2014). Efektivitas Substitusi Sitokinin dengan Air Kelapa pada Medium Multiplikasi Tunas Krisan (*Chrysanthemum Indicum L.*) Secara In Vitro. *Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang*.
- Daisy, P. (1994). *Teknik Kultur Jaringan Pengenalan dan Petunjuk Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif – Moderen*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Donny, A. (2005). *Pengaruh Konsentrasi BAP Terhadap Multiplikasi Tunas dan Giberelin Terhadap Kualitas Tunas Pisang Fhia-17 In Vitro*. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Gunawan, L.W. (1992). *Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor.
- Kristianto, N. (2012). *Pengaruh Penambahan IAA dan Kinetin Terhadap Pertumbuhan Kerisan (*Dendrothema Glandiflora Tzylev*) Varietas Pitaloka Secata IN Vitro*. Penerbit Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Marai, R. (2004). *Pengaruh BAP dan Sukrosa Terhadap Perbanyak Jahe Empirit (*Zingiber officinale Rose var. ammrn*) secara in vitro*. *Jurnal ilmu pertanian Bul Agron*. 32(3), 37 – 43 (2004).
- Marlin. (2005). Regenerasi in vitro Planlet Jahe Bebas Penyakit Layu Bakteri pada Beberapa Taraf Konsentrasi 6-Benzil Amino Purine (BAP) dan 1-Naphtalene acetic acid (NAA). *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 7(1): 8-14

- Putri, I. & Damanhuri. (2013). Pengaruh Generasi Benih terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Kerisan (*Chrysanthemum*) Varietas Rhino. *Jurnal. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya*.
- Siti, S. (2006). *Penggunaan IAA Dan BAP Untuk Menstimulasi Organogenesis Tanaman Anthurium Andreanum dalam Kultur In Vitro*. Penerbit Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Tita, S dan Mohamad, N. Pertumbuhan Tunas Anggrek *Dendrobium* Sp. Menggunakan Kombinasi Benzyl Amino Purin (BAP) dengan Ekstrak Bahan Organik pada Media Vacin And Went (VW). *Jurnal Pro-Life*, 3(3).
- Yayu, A. (2008). *Pengaruh Pemberian BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tunas Mikro Kantong Semar (Nepenthes mirabilis) Secara In Vitro*. Penerbit Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Zulkarnain. (2009). *Kultur Jaringan Tanaman: Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya*. Bumi Aksara. Jakarta.

BUDIDAYA JEWAWUT (*Setaria italica* (L) P. Beauv) PADA INTENSITAS CAHAYA RENDAH DAN RESPONNYA TERHADAP PEMUPUKAN NITROGEN

Titi Juhaeti

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi LIPI
Jalan Raya Jakarta Bogor km 46 Cibinong 16911
e-mail: tihaeti@yahoo.com

Abstrak. Penelitian bertujuan untuk mengetahui respon jewawut terhadap naungan dan frekuensi pemupukan nitrogen. Digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Faktor pertama tingkat intensitas naungan, yakni: N0=naungan 0% dan N1=naungan 50%. Faktor ke-dua frekuensi pemupukan nitrogen, yakni : 1) P0=tanpa pemupukan, P1=pemupukan satu kali, P2=pemupukan 2 kali dan P3=Pemupukan 3 kali. Pupuk nitrogen yang digunakan adalah pupuk urea dosis 1 gr/polybag. Pupuk dasar berupa TSP (2 gram/polybag) dan KCl (1 gram/polybag). Jewawut ditanam di polibag pada media tanam berisi campuran tanah:pupuk kandang:kompos=2:1:1. Peubah yang diamati meliputi pertumbuhan, kandungan klorofil dan produksi tanaman. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa naungan berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan dan produksi jewawut. Bobot basah (19,19 g) dan bobot kering tajuk (7,45g) maupun bobot basah (1,57 g) dan bobot kering akar (0,32 g) yang tumbuh di naungan sangat terhambat. Begitu pula produksi tanaman pada kondisi ternaungi sangat terhambat. Frekuensi pemupukan nitrogen nampak hanya berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan bobot kering tajuk, bobot kering akar dan panjang tangkai malai. Dapat disimpulkan bahwa frekuensi pemupukan nitrogen tidak berpengaruh nyata terhadap produksi jewawut yang ditanam pada kondisi ternaungi. Kondisi naungan lebih dominan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi jewawut.

Kata kunci: Jewawut, naungan, pemupukan, pertumbuhan, produksi.

PENDAHULUAN

Jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv, *foxtail millet*) berasal dari Cina, merupakan salah satu sereal tertua yang dibudidayakan di dunia, dibudidayakan di 23 negara di Asia, Afrika dan Amerika (Hariprasana, K. 2016). Di Indonesia, di Candi Borobudur terdapat relief mengenai tanaman jewawut bersama beberapa komoditas lainnya. Motif hias jewawut terpahat secara utuh dengan detail. Batang nampak tegak dan kecil, daun tunggal, berselang-seling, dan meruncing di ujung, dari ujung tangkainya muncul malai seperti rambut.

Saat ini jewawut masih ditanam di beberapa daerah di Indonesia meskipun dalam skala kecil. Diketahui jewawut dibudidayakan sebagai sumber pangan di Sulawesi Barat (Polewali Madar), Sumba, Papua, Pulau Buru, Jawa Tengah (Wonogiri). Masyarakat lokal memanfaatkan jewawut dengan cara dibuat bubur, kue basah dan wajik. Jewawut cocok dikonsumsi sebagai pangan maupun pakan ternak dan burung. Di pedesaan India digunakan sebagai sumber gizi untuk ibu hamil dan menyusui, untuk orang sakit dan anak-anak (Hariprasana, K. 2016).

Jewawut (foxtail millet), seperti halnya jenis bijian (*millet*) lainnya, mengandung nutrisi yang tinggi dibanding gandum, jagung dan padi, sehingga millet disebut sebagai *nutri-cereal*. Diantara keunggulan millet adalah kandungan protein dan antioksidan yang tinggi serta nilai indeks glikemik yang rendah sehingga cocok untuk para penderita diabetes. Tepung jewawut dapat digunakan untuk mengurangi terigu. Di Pusat Penelitian Biologi LIPI, tepung jewawut diolah menjadi berbagai jenis kue kering maupun kue basah yang enak dan bergizi. Di perdagangan global, India merupakan salah satu negara penghasil dan pengekspor jewawut.

Upaya mempopulerkan kembali jewawut sebagai tanaman pangan harus terus dilakukan dalam rangka mendukung program diversifikasi pangan. Mengingat nilai gizi jewawut yang tinggi, tanamannya masih dikenal, dibudidayakan dan dikonsumsi oleh beberapa masyarakat lokal di Indonesia, maka diharapkan tidak terlalu banyak kendala yang dihadapi dalam pengembangannya sebagai tanaman pangan. Pemanfaatan jewawut sebagai sumber pangan, tidak diarahkan untuk

menjadi makanan pokok pengganti beras, tetapi lebih diarahkan untuk substitusi terigu. Upaya pengolahannya menjadi pangan kekinian (cookies, biskuit, roti dll) sudah mulai banyak diungkap.

Ketersediaan jiwawut di pasaran dengan harga terjangkau perlu diantisipasi dengan cara meningkatkan produksi jiwawut. Mengingat tanaman ini merupakan tanaman minor, maka areal pengembangannya diarahkan ke lahan marginal, diantaranya lahan-lahan ternaungi yakni lahan yang mendapatkan penyinaran matahari dengan intensitas rendah. Disamping itu, pemupukan juga merupakan hal yang sangat penting untuk meningkatkan produksi tanaman. Sementara itu, penelitian mengenai budidaya jiwawut di lahan ternaungi masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon tanaman jiwawut yang ditanam pada kondisi intensitas cahaya rendah dan berbagai frekuensi pemupukan nitrogen.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Bidang Botani, Puslit Biologi-LIPI Cibinong-Bogor. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah 2 tahap naungan (N) yakni: N₀: Tingkat naungan 0% dan N₁: Tingkat naungan 50%. Faktor 2 adalah frekuensi pemupukan nitrogen (P) dalam bentuk Urea dengan dosis satu g/polibag, yakni : P₀ : Tanpa pemupukan Urea (Kontrol); P₁ : Pemupukan Urea satu kali (hari ke-4 setelah pindah bibit SPB); P₂ : Pemupukan Urea 2 kali (hari ke-4 dan 11 SPB) dan P₃: Pemupukan Urea 3 kali (hari ke-4, 11 dan 18 SPB).

Biji jiwawut sebelumnya disemai terlebih dahulu pada media tanam berupa campuran tanah:kompos=1:1. Pada umur 2 minggu setelah semai, bibit dipindah ke polibag. Diberikan pupuk dasar berupa TSP dengan dosis 2 gram/polybag dan pupuk KCl dengan dosis 1 gram/polybag.

Peubah yang diamati meliputi pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun, panjang dan lebar daun, bobot basah dan bobot kering akar dan daun), kandungan klorofil dan produksi tanaman panjang tangkai malai, panjang malai, bobot basah malai). Data yang terkumpul disajikan dalam bentuk gambar dan juga dianalisa menggunakan metode SAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Naungan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan sampai hari ke 18 setelah pindah bibit (SPB), naungan belum berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Akan tetapi, pada hari ke 25 SPB, nampak naungan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Ukuran tanaman yang ternaungi nampak lebih pendek, berbeda nyata dengan tanaman yang tumbuh di cahaya penuh (Tabel 1).

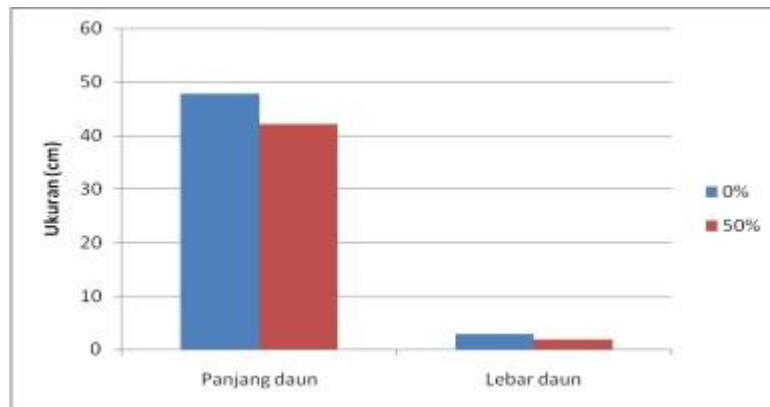
Naungan juga nampak tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun yang terbentuk, kecuali pada hari ke 18 SPB. Daun yang terbentuk pada kondisi tanpa naungan lebih banyak dibandingkan yang tumbuh di tempat ternaungi (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh naungan terhadap pertumbuhan tanaman.

Perlakuan Naungan/Peubah	Tinggi Tanaman pada n hari setelah pindah bibit (SPB)		
	11	18	25
0 %	43.59a	76.51a	124.64a
50%	46.36a	72.79a	111.20b
	Jumlah daun pada n hari setelah pindah bibit (SPB)		
0 %	5.93a	7.48a	9,58a
50%	5.83a	6.68b	8,58a

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama pada peubah yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan 5%.

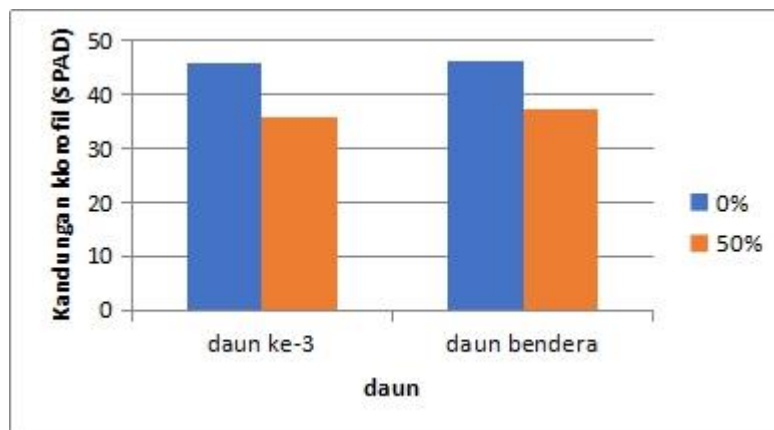
Hasil pengamatan terhadap peubah ukuran daun terbesar menunjukkan bahwa daun yang terbentuk pada kondisi ternaungi lebih kecil dibandingkan dengan yang tumbuh di kondisi cahaya penuh. Hal ini terlihat dari ukuran daun terpanjang dan terlebar diperoleh dari daun yang tumbuh di kondisi cahaya penuh (Gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh naungan terhadap ukuran daun terbesar

Dilakukan pula pengamatan terhadap kandungan klorofil tanaman. Klorofil diamati saat masa vegetatif dan generatif. Daun yang diamati pada masa vegetatif adalah daun yang sudah membuka penuh yakni daun ke-3 dari pucuk. Pada masa generatif daun yang diamati kandungan klorofilnya adalah daun bendera. Diketahui bahwa tiga daun teratas terutama daun bendera merupakan kontributor utama produksi biji (Ray et al., 1983; Misra. 1986).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan klorofil pada tanaman yang tumbuh di tempat ternaungi lebih sedikit dibanding yang tumbuh di tempat cahaya penuh baik pada daun ke-3 maupun daun bendera (Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh naungan terhadap kandungan klorofil.

Pengukuran biomassa pada saat panen menunjukkan bahwa naungan berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan bobot kering tajuk, juga terhadap bobot basah dan bobot kering akar (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh naungan terhadap biomassa tanaman saat panen

Perlakuan Naungan/Peubah	Bobot Basah (gram)		Bobot Kering (gram)	
	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar
0%	42,93 a	4,37 a	12,61 a	1,22 a
50%	19,19 b	1,57 b	7,45 b	0,32 b

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama pada perlakuan dan peubah yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan 5%.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap produksi tanaman

Perlakuan Naungan/Peubah	Panjang tangkai malai (cm)	Panjang malai (cm)	Bobot basah malai (gram)
0 %	18.7325a	26.1625a	13.11a
50 %	16.55b	23.725b	7.7463b

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama pada peubah yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan 5%.

Pengaruh Pemupukan

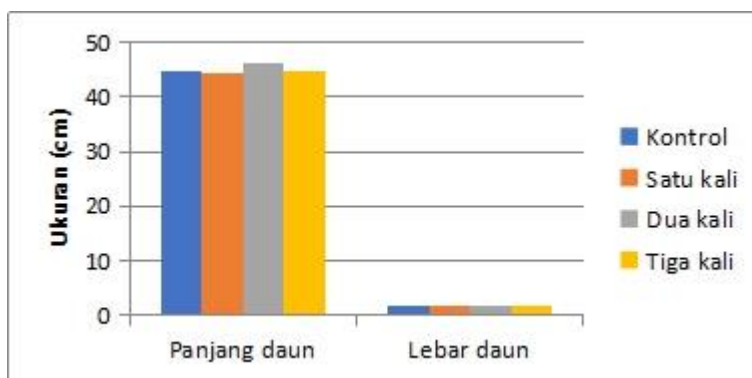
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (Tabel 4). Terhadap jumlah daun yang terbentuk, frekuensi pemupukan berpengaruh nyata pada hari ke 18 dan 25 SPB. Pada hari ke 25 SPB, tanaman yang dipupuk 2 kali menunjukkan angka jumlah daun terbanyak (9,35 lembar) tetapi tidak berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh frekuensi pemupukan terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman

Perlakuan Frekuensi Pemupukan/Peubah	Tinggi tanaman (cm) hari ke n setelah pindah bibit (SPB)		
	11	18	25
Kontrol	46.27a	76.63a	122.44a
Satu kali	44.66a	72.99a	118.37a
Dua kali	46.23a	75.92a	117.64a
Tiga kali	42.75a	73.06a	113.31a
Jumlah daun hari ke n SPB			
Kontrol	6,10a	6,85b	9,30a
Satu kali	5,85a	6,80b	8,50b
Dua kali	5,90a	7,00b	9,35a
Tiga kali	5,65a	7,65a	9,15a

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama pada peubah yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan 5%.

Gambar 3 menunjukkan ukuran daun terpanjang dan terlebar sebagai hasil dari perlakuan frekuensi pemupukan. Hasilnya menunjukkan bahwa frekuensi pemupukan 2 kali cenderung menunjukkan ukuran daun terpanjang.



Gambar 3. Pengaruh frekuensi pemupukan terhadap ukuran daun.

Kandungan klorofil pada daun ke-3 umumnya lebih tinggi dibandingkan klorofil pada daun bendera. Tanaman yang dipupuk 2 kali menghasilkan kandungan klorofil lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya baik pada daun ke-3 maupun daun bendera (Gambar 4).



Gambar 4. Pengaruh frekuensi pemupukan terhadap kandungan klorofil

Pada saat panen, nampak frekuensi pemupukan berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan bobot kering tajuk serta terhadap bobot basah akar (Tabel 5). Tanaman yang dipupuk satu kali menunjukkan bobot basah dan bobot kering tajuk tertinggi berbeda nyata dengan kontrol. Tanaman kontrol menunjukkan bobot basah akar terendah berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Bobot kering akar juga terendah pada perlakuan kontrol tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 5. Pengaruh frekuensi pemupukan terhadap biomasa saat panen

Perlakuan Frekuensi Pemupukan/Peubah	Bobot Basah (gram)		Bobot Kering (gram)	
	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar
Kontrol	26,98 b	2,40 b	8,93 b	0,7 a
Satu kali	33,90 a	3,03 a	11,14 a	0,92 a
Dua kali	32,75 ab	3,23 a	9,93 ab	0,75 a
Tiga kali	30,62 ab	3,23 a	10,12 ab	0,71 a

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama pada perubah yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan 5%.

Frekuensi pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap produksi tanaman. Ukuran malai terpanjang diperoleh dari perlakuan kontrol (25,71 cm). Begitu pula nilai bobot basah malai terbanyak pada perlakuan kontrol (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh perlakuan terhadap produksi tanaman

Perlakuan Frekuensi Pemupukan/Peubah	Panjang tangkai malai (cm)	Panjang malai (cm)	Bobot basah malai (gram)
Kontrol	18.43 a	25.71a	10.705a
Satu kali	18.95a	25.18a	10.4075a
Dua kali	17.19ab	24.91a	10.645a
Tiga kali	15.995 b	23.975a	9.955a

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama pada peubah yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan 5%.

Pertumbuhan dan produksi jiwawut pada kondisi ternaungi nampak sangat menurun. Hal ini nampak pada menurunnya jumlah daun yang terbentuk, ukuran daun (panjang dan lebar daun), kandungan klorofil, biomasa tajuk dan akar yang akhirnya berpengaruh terhadap produksi biji. Menurunnya nilai peubah-peubah yang diamati pada kondisi ternaungi menyebabkan menurunnya produksi biji jiwawut. Hal ini sesuai dengan penelitian Kyzlasov VG dalam Faisal & Tahir (2014) yang menunjukkan bahwa luas area daun serta ukuran daun yang panjang dan lebar meningkatkan produksi biji gandum. Produksi biji juga diketahui berkorelasi nyata dan positif dengan kandungan klorofil total (Faisal & Tahir, 2014).

Jadi, jiwawut merupakan tanaman yang peka naungan. Pemberian pupuk nitrogen dalam beberapa beberapa kali pemberianpun nampaknya tidak dapat membantu banyak dalam meningkatkan produksi tanaman. Hasil penelitian ni juga menunjukkan bahwa jiwawut tidak memerlukan tambahan pupuk urea apabila media tanamnya telah diperkaya dengan pupuk kandang dan kompos. Nitrogen yang terkandung dalam kompos dan pupuk kandang sudah cukup untuk menunjang pertumbuhan dan produksi jiwawut dengan baik, terbaik dari hasil biji yang tinggi pada perlakuan kontrol.

Hasil analisa statistik juga menunjukkan tidak adanya pengaruh interaksi antara naungan dan frekuensi pemberian pupuk nitrogen (urea) pada semua peubah yang diamati. Hal yang perlu dilakukan untuk meningkatkan produksi jiwawut di lahan ternaungi adalah perakitan varitas yang toleran naungan.

KESIMPULAN

1. Jiwawut merupakan tanaman yang peka naungan. Pertumbuhan dan produksi jiwawut pada kondisi ternaungi dengan nyata.
2. Frekuensi pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi jiwawut. Hara yang tersedia dari penambahan kompos dan pupuk kandang nampak sudah cukup untuk jiwawut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian Biologi LIPI atas kesempatan yang diberikan. Juga terima kasih disampaikan kepada Indra Gunawan yang telah membantu perawatan dan pengamatan penelitian. Juga kepada Grace Natalia kristo Sitompul mahasiswa PKL dari UB Malang yang telah membantu pelaksanaan penelitian sampai fase vegetatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Faisal M., Al-Tahir, M. (2014). ~ 1~ *Journal of Medicinal Plants Studies*. 2(5):01-07
- Hariprasanna, K. 2016). Foxtail millet. Nutritional importance and cultivation aspects. *Indian Farming* 65(12): 25-29. March 2016.
- Misra AN. Effect of temperature on senescing rice leaves. I. Photoelectron transport activity of chloroplast. *Plant Sci* 46: 1-4.
- Ray S, Mondal WA, Choudhuri MA. Regulation of leaf senescence, grain-filling and yield of rice by kinetin and abscisic acid. *Physiol plant* 59: 343-346.

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, ANTIINFLAMASI DAN KANDUNGAN FLAVONOID EKSTRAK *Melastoma sanguineum*

Nissa Arifa*¹, Emma Sri Kuncari², Tri Murningsih³, Liana⁴

^{1,2,3,4} Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Cibinong Science Center
Jln. Raya Jakarta-Bogor, KM 46, Cibinong 16911

e-mail : *¹nissaarifa89@gmail.com, ²kuncari_emma@yahoo.com, ³murningsiht@gmail.com,
⁴akuliana74@gmail.com

Abstrak. *Melastoma sanguineum* merupakan tumbuhan perdu tergolong dalam family Melastomatacea. *M. sanguineum* banyak dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional oleh masyarakat di Ketambe Aceh. Pada penelitian ini dilakukan evaluasi aktivitas antioksidan, antiinflamasi dan estimasi kandungan flavonoid pada ekstrak campuran daun dan buah *M. sanguineum*. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH, uji antiinflamasi menggunakan metode stabilisasi membrane sel darah merah dan estimasi kandungan flavonoid dengan pereaksi Aluminium Klorida (AlCl₃). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak *M. sanguineum* memiliki indeks aktivitas antioksidan ($6,84 \pm 0,11$) lebih rendah dari control positif quercetin ($13,68 \pm 0,22$) dan vitamin C ($7,44 \pm 0,11$) namun lebih tinggi dari BHT ($4,52 \pm 0,07$). Hasil uji antiinflamasi menunjukkan bahwa ekstrak mempunyai nilai IC₅₀ sebesar $7,963 \pm 0,22 \mu\text{g/mL}$ lebih kecil dari control positif diklofenak ($16,96 \pm 0,10 \mu\text{g/mL}$). Hasil estimasi flavonoid memperlihatkan bahwa ekstrak mengandung flavonoid sebesar $120,02 \pm 0,2 \text{ mg QE (quercetin equivalent)/100g}$ sampel kering. Diperkirakan terdapat keterkaitan antara kandungan flavonoid pada tumbuhan *M. sanguineum* dengan aktivitas antioksidan dan antiinflamasi.

Kata Kunci: Antiinflamasi, Antioksidan, Flavonoid, *Melastoma sanguineum*

PENDAHULUAN

Inflamasi merupakan respon perlindungan tubuh pada organisme tingkat tinggi yang diakibatkan oleh infeksi mikroorganisme, luka pada jaringan, serta kerusakan lainnya yang disebabkan oleh senyawa yang bersifat toksik. Inflamasi akut merupakan bagian dari system imunitas didalam tubuh, yang melawan zat asing dan molekul berbahaya yang masuk kedalam tubuh (Ahmed, 2011). Gejala yang ditimbulkan akibat inflamasi berupa rasa perih, kemerahan, benjolan serta sensasi panas pada permukaan kulit (Ahmed, 2011). Inflamasi dapat menyebabkan denaturasi protein pada jaringan tubuh serta lisis pada membran sel darah merah (Ghumre, 2018).

Selama proses inflamasi, akan terjadi lisis dari lisosom yang dapat mengurangi komponen enzim, sehingga akan mengalami kekacauan. Pengobatan menggunakan Non-steroid Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) dapat menstabilkan membran lisosom sehingga dapat mencegah pengurangan komponen enzim. Namun, terpaparnya sel darah merah oleh substansi yang berbahaya mengakibatkan membrannya menjadi lisis yang diikuti dengan haemolisis dan oksidasi dari haemoglobin (Ghumre, 2018).

Melastoma sanguineum atau Bebeke merupakan tumbuhan perdu famili Melastomatacea. Tumbuhan ini memiliki bunga berwarna ungu serta buah yang berwarna merah, berbentuk lonjong, keras dan sedikit berambut. Tumbuhan ini biasa dikonsumsi dan digunakan sebagai obat pencernaan oleh masyarakat China, India dan Malaysia (Zhou et al., 2017), sebagai obat luka bakar di Ketambe Aceh (Kuncari, 2013). Beberapa aktivitas biologi dari *M. sanguineum* ini sudah dilaporkan, seperti Lee et al. (2013) menemukan bahwa ekstrak batang dapat mengobati diabetes. Selanjutnya, Fu et al. (2010) mengungkapkan bahwa buah dari *M. sanguineum* ini mengandung senyawa antioksidan yang kuat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas antioksidan, antiinflamasi ekstrak *M. sanguineum* serta kandungan senyawa flavonoid secara kuantitas.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak metanol dari daun dan buah *Melastoma sanguineum* yang dikoleksi dari Kecamatan Ketambe, Aceh.

Bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah Metanol, DPPH, Quercetin, Vitamin C, BHT, EDTA, larutan isotonik (154 mM NaCl), 10 mM buffer fosfat (pH 7,4), larutan hyposaline 0,36%, sel darah merah 5%, aquadest, NaNO₂ 5%, AlCl₃ 10% dan 1M NaOH.

Proses Maserasi

Maserasi sampel dilakukan dengan metode Yeo et al. (2014) dengan modifikasi, 25 gram sampel kering yang sudah di haluskan dimaserasi dengan 200 ml metanol selama 24 jam. Maserasi dilakukan selama 5 x 24 jam. Kemudian disaring sehingga menghasilkan filtrat dan ampas. Setelah itu, filtrat sampel dievaporasi hingga menjadi ekstrak pekat.

Pengujian Kandungan Flavonoid

Uji kandungan flavonoid dengan klorimetri Rohman et al. (2010) 0,5 ml aquadest dimasukan kedalam vial yang berisi 0,5 ml larutan sampel, kemudian ditambahkan 0,3 ml NaNO₂ 5%. Setelah 5 menit, ditambahkan 0,3 ml AlCl₃ 10% dan 2 ml 1M NaOH. Nilai absorbansinya diukur pada 1 510 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu). Quercetin digunakan sebagai standar untuk kalibrasi kurva. Percobaan dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Pengujian Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan terhadap sampel dan kontrol positif Quercetin, Vitamin C dan BHT menggunakan metode DPPH oleh Takao et al. (2015). 0,1 mL ekstrak metanol dengan beberapa konsentrasi (20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm dan 120 ppm) dicampurkan dengan 3,9 mL larutan DPPH (0,08 mM), diinkubasi selama 90 menit pada suhu ruang, kemudian nilai absorbansinya diukur dengan 1 517 nm menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu). Percobaan dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Nilai Antioxidant Activity Index (AAI) di hitung: $AAI = (\text{konsentrasi akhir DPPH dalam reaksi})/IC_{50}$, yang mana konsentrasi akhir dari reaksi adalah 120 ppm. Nilai IC₅₀ dihitung menggunakan persamaan regresi linear. $I\% = [(Abs_0 - Abs_1)/Abs_0] \times 100$, dimana Abs₀ adalah nilai absorbansi kontrol negatif dan Abs₁ adalah absorbansi sampel.

Preparasi Sel Darah Merah

Preparasi sel darah merah dilakukan menurut metode Oyedapo et al., (2010) dengan modifikasi. Campuran darah dan antikoagulan disentrifugasi pada 3000 rpm, dengan suhu 4°C selama 10 menit. Dilakukan pencucian sel darah merah dengan larutan isotonik (154 mM NaCl) dalam 10 mM buffer fosfat (pH 7,4). Sel darah merah dibuat dengan konsentrasi 5% dalam larutan isotonik.

Pengujian Aktivitas Antiinflamasi

Uji aktivitas antiinflamasi dilakukan dengan metode Oyedapo et al. (2010). Campuran uji terdiri dari 2 ml larutan hyposaline 0,36%, 1 ml buffer fosfat, 0,5 ml sel darah merah 5% dan 1 ml larutan sampel. Kemudian diinkubasi pada suhu 56°C selama 30 menit. Selanjutnya disentrifuge pada 3000 rpm selama 10 menit. Supernatan dipisahkan dan diukur dengan 1 560 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu). Percobaan dilakukan dengan 3 kali ulangan.

$$\text{Persentase Stabilisasi Membran} = \frac{100 - (\text{Abs test drug} - \text{Abs drug control})}{\text{Abs blood control}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Flavonoid

Tabel 1. Total flavonoid pada ekstrak *M. sanguineum*

Ekstrak	Pers Garis Lurus	Flavonoid Total (mg QE/g sampel kering)
Ekstrak <i>M. sanguineum</i>	$Y = 0,0006 - 0,0031; R^2 = 0,9949$	$120,02 \pm 0,2$

Keterangan : Data merupakan rata-rata \pm standar deviasi dari 3 kali ulangan

Kaurinovic & Vastag (2019) mengatakan bahwa keberadaan flavonoid pada produk di alam bervariasi, yang tereksresi oleh warna pada organ tumbuhan dari putih ke kuning, kecuali antosianin yang umumnya berwarna merah muda dan ungu. Jumlah dan posisi dari gugus – OH yang terkait dengan atom karbon pada cincin benzena menentukan kemampuan dan peran aktivitas antioksidan. Ozgen et al. (2016) quercetin merupakan salah satu senyawa yang tergolong kedalam kelompok flavonoid alami. Karakter antioksidan quercetin dikaitkan dengan struktur kimianya, terutama keberadaan dan lokasi hidroksil (–OH) serta tipe katekol pada cincin-B. Sifat struktural dari antioksidan kuat adalah adanya orto-dihidroksi atau katekol dalam cincin-B, ikatan 2,3-rangkap, dan substitusi hidroksil pada posisi 3 dan 5. Quercetin memiliki struktur hidroksil pada posisi 3, 5, 7, 30 dan 40 serta katekol pada cincin-B. Hal ini membuktikan bahwa quercetin memiliki semua karakter yang bersifat sebagai agen antioksidan. Selain itu, quercetin juga memiliki sifat sebagai antikarsinogenik dan antiinflamasi.

Banyaknya kandungan flavonoid pada tumbuhan sering dikaitkan dengan tingginya tingkat kemampuan antioksidan. Padahal tidak semua senyawa flavonoid yang berkontribusi sebagai senyawa antioksidan pada tumbuhan. Hal ini bisa disebabkan karena ada nya penambahan gugus glikosida pada senyawa flavonoid (Santoso et al., 2016).

Aktivitas Antioksidan

DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang digunakan untuk pengujian antioksidan yang berbasis transfer elektron yang berasal dari larutan berwarna ungu. Senyawa radikal bebas ini stabil pada suhu ruang dan akan menurun ketika diikat oleh senyawa antioksidan, yang dapat terlihat dengan perubahan warna larutan menjadi lebih kuning (Garcia et al., 2012).

Tabel 2. Nilai IC50 aktivitas antioksidan metode DPPH oleh ekstrak *M. sanguineum*, BHT, Vitamin C dan Quercetin

Standar	Sampel	IC50 (ug/mL)	Aktivitas	
AAI	-	-	-	
BHT	-	$26,56 \pm 0,07$	Sedang	$4,52 \pm 0,07$
Vitamin C	-	$16,13 \pm 0,12$	Sedang	$7,44 \pm 0,11$
Quercetin	-	$8,77 \pm 0,22$	Kuat	$13,68 \pm 0,22$
-	Ekstrak <i>M. sanguineum</i>	$17,5352 \pm 0,11$	Sedang	$6,84 \pm 0,11$

Keterangan: Data merupakan rata-rata \pm standar deviasi dari 3 kali ulangan

Berdasarkan hasil uji aktivitas antioksidan dari ekstrak metanol tumbuhan *M. sanguineum* pada tabel 2. Ekstrak tumbuhan, vitamin C dan BHT dikategorikan memiliki aktivitas antioksidan sedang ($10 \text{ mg/mL} < \text{IC}_{50} < 30 \text{ mg/mL}$), sedangkan kontrol positif quercetin dikategorikan kuat ($1 \text{ mg/mL} < \text{IC}_{50} < 10 \text{ mg/mL}$) berdasarkan pengklasifikasian oleh (Qusti et al., 2010). Sedangkan nilai AAI sampel tergolong sangat kuat berdasarkan Scherer & Godoy (2009) yang mengelompokkan kriteria AAI sebagai berikut : lemah $< 0,05$ < sedang $< 1,0$ < kuat $< 2,0$ < sangat kuat.

Salah satu respon inflamasi berupa oksidasi yang berlebih pada beberapa sel. Fagositosis bakteri akan terjadi selama peradangan yang disertai dengan peningkatan konsumsi oksigen yang mengakibatkan pembentukan radikal anion superoksida (O_2^-) yang dengan cepat dikonversi menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) secara spontan oleh enzim superoksida dismutase. Hidrogen peroksida akan mengalami transisi logam yang menghasilkan radikal hidroksil (HO) salah satu agen pengoksidasi yang kuat, yang apabila bereaksi dengan asam lemak tak jenuh ganda akan menghasilkan radikal peroksil (ROO). Radikal ini umumnya dikenal sebagai ROS (*Reactive Oxygen Species*). ROS

yang berlebihan pada tubuh akan menyebabkan sistem inflamasi dalam tubuh terganggu (Miguel, 2010). ROS yang berlebihan dapat dinetralkan dengan meningkatkan senyawa antioksidan pada tubuh (Nimse & Pal, 2015). Antioksidan merupakan molekul yang dapat menetralkan radikal bebas dengan cara menerima atau menyumbangkan elektron untuk menghilangkan kondisi radikal yang tidak berpasangan. Molekul antioksidan dapat langsung bereaksi dengan radikal reaktif dan menghancurkannya (Lü et al., 2010).

Aktivitas Antiinflamasi

Tabel 3. Nilai IC50 uji stabilisasi membran sel darah merah oleh ekstrak *M. Sanguineum* dan diklofenak

Standar (ug/ML)	Sampel	IC50
Diklofenak	-	16,96± 0,10
-	Ekstrak <i>M. sanguinem</i>	7,963 ± 0,22

Keterangan : Data merupakan rata-rata ± standar deviasi dari 3 kali ulangan

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antioksidan (Agati et al., 2012) yang memegang peranan penting dalam menangkal radikal bebas serta mampu berperan sebagai anti inflamasi (Miguel, 2010). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa adanya hubungan antara flavonoid dengan stabilisasi membran (Rathee et al., 2009). Flavonoid merupakan senyawa yang dapat bersifat sebagai antihemolisa dengan mempertahankan ke stabilan membran sel sehingga mencegah terjadinya hemolisis (Somchit, 2012). Mekanisme dari senyawa flavonoid sebagai agen antihemolisa yaitu menghambat enzim penghasil eikosanoid termasuk fosfolipase A₂, siklooksigenase dan lipoksigenase (Rathee et al., 2009) yang berperan sebagai modulator inflamasi (Triggiani et al., 2005). Tindakan penghambatan pada modulator inflamasi menunjukkan potensi yang dimiliki oleh flavonoid sebagai agen antiinflamasi (Rathee et al., 2009)

Sehingga dapat disimpulkan bahwa flavonoid yang terkandung dalam ekstrak buah dan daun dari *M. sanguineum* mempunyai peranan dalam aktivitas antioksidan yang sedang dan aktivitas antiinflamasi yang kuat. Pada penelitian selanjutnya akan dilakukan pengujian aktivitas antioksidan dengan beberapa metode serta pengujian terhadap aktivitas antimikrobanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agati, G., Azzarello, E., Pollastri, S. & Tattini, M. (2012). Flavonoids as antioxidants in plants : Location and functional significance. *Plant Science*, 196(November), 67–76.
- Ahmed, A. U. (2011). An overview of inflammation: Mechanism and consequences. *Frontiers of Biology in China*, 6(4), 274–281.
- Fu, L., Xu, B. T., Xu, X. R., Qin, X. S., Gan, R. Y. & Li, H. Bin. (2010). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 56 wild fruits from South China. *Molecules*, 15(12), 8602–8617.
- Garcia, E. J., Alencar, S. M. De, Reis, A., Loguercio, A. D., Helena, R., & Grande, M. (2012). Antioxidant Activity by DPPH Assay of Potential Solutions to be Applied on Bleached Teeth. *Brazilian Dental Journal*, 23, 22–27.
- Ghumre, S. V. (2018). Assessment of In-vitro Anti-Inflammatory Activity of Cynodon Dactylon and Acyclovir Showing Synergistic Effect by Albumin Denaturation and Membrane Stabilization Assay. *Modern Approaches in Drug Designing*, 1(2), 1–5.
- Kaurinovic, B. & Vastag, D. (2019). Flavonoids and Phenolic Acids as Potential Natural Antioxidants. *Flavonoids and Phenolic Acids as Potential Natural Antioxidant*.
- Kuncari, E. S. (2013). *Eksplorasi dan Inventarisasi Tumbuhan Berpotensi Bahan Obat dan Kosmetik di Stasiun Penelitian Ketambe, Taman Nasional Gunung Leuser*.
- Lee, I-S., Kim, I. S., Lee, Y. M., Lee, Y., Kim, J.-H. & Kim, J. S. (2013). 2",4"-O-Diacetylquercitrin, a Novel Advanced Glycation End-Product Formation and Aldose Reductase Inhibitor from *Melastoma sanguineum*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 61(6), 662–665.
- Lü, J., Lin, P. H., Yao, Q. & Chen, C. (2010). *Chemical and molecular mechanisms of antioxidants : experimental approaches and model systems*. 14(4), 840–860.

- Miguel, M. G. (2010). Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: A short review. *Molecules*, 15(12), 9252–9287.
- Nimse, S. B. & Pal, D. (2015). Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC Advances*, 5(March), 27986–28006.
- Oyedapo, O. O., Akinpelu, B. A., Akinwunmi, K. F., Adeyinka, M. & Sipeolu, F. O. (2010). Red blood cell membrane stabilizing potentials of extracts of *Lantana camara* and its fractions. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 2(4), 46–51.
- Ozgen, S., Kilinc, O. K. & Selamoglu, Z. (2016). *Antioxidant Activity of Quercetin: A Mechanistic Review Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology Antioxidant Activity of Quercetin: A Mechanistic Review*. (December).
- Qusti, S. Y., Abo-khatwa, A. N. & Lahwa, M. a Bin. (2010). Screening of Antioxidant Activity and Phenolic Content of Selected Food Items Cited in the Holly Quran. *European Journal of Biological Sciences*, 2(1), 40–51.
- Rathee, P., Chaudhary, H., Rathee, S., Rathee, D., Kumar, V. & Kohli, K. (2009). Mechanism of action of flavonoids as anti-inflammatory agents: a review. *Inflammation & Allergy Drug Targets*, 8(3), 229–235.
- Rohman, A., Riyanto, S., Yuniarti, N., Saputra, W. R., Utami, R. & Mulatsih, W. (2010). Antioxidant activity, total phenolic, and total flavonoid of extracts and fractions of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam). *International Food Research Journal*, 17(1), 97–106.
- Santoso, B., Utomo, R. S. & Wiyoga, M. D. (2016). *Analisis hubungan senyawa golongan flavonoid dari 24 famili tanaman terhadap aktivitas penangkap radikalnya*. (Agustus).
- Scherer, R. & Godoy, H. T. (2009). Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food Chemistry*, 112(3), 654–658.
- Somchit, M. N. (2012). Zerumbone isolated from *Zingiber zerumbet* inhibits inflammation and pain in rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(2).
- Takao, L. K., Imatomi, M. & Gualtieri, S. C. J. (2015). Antioxidant activity and phenolic content of leaf infusions of Myrtaceae species from Cerrado (Brazilian Savanna). *Brazilian Journal of Biology*, 75(4), 948–952.
- Triggiani, M., Granata, F., Giannattasio, G. & Marone, G. (2005). Secretory phospholipases A2 in inflammatory and allergic diseases: Not just enzymes. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 116(5), 1000–1006.
- Yeo, Y. L., Chia, Y. Y., Lee, C. H., Sow, H. S. & Yap, W. S. (2014). Effectiveness of maceration periods with different extraction solvents on in-vitro antimicrobial activity from fruit of *Momordica charantia* L. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4(10), 16–23.
- Zhou, T., Xu, D. P., Lin, S. J., Li, Y., Zheng, J., Zhou, Y. & Chatel, G. (2017). Ultrasound- assisted extraction and identification of natural antioxidants from the fruit of *Melastoma sanguineum* Sims. *Molecules*, 22(2), 1–15.

PEMERIKSAAN KADAR KOLESTEROL DARAH AYAM BROILER YANG DIBERI PAKAN CAMPURAN ONGGOK FERMENTASI

Kartiawati Alipin*¹, Alin Taufiq Ariviyantari²

^{1,2}Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran
Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor, Kabupaten Sumedang 45363
e-mail: *¹kartiawati@unpad.ac.id, ²alin.taufiq@gmail.com

Abstrak. Onggok merupakan salah satu limbah agroindustri yang dapat dijadikan bahan pakan ayam broiler. Untuk meningkatkan nutrisinya dapat dilakukan dengan melalui fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kadar kolesterol ayam broiler yang diberikan pakan campuran onggok yang difermentasi oleh *Bacillus subtilis* dan *Lactobacillus curvatus*. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan lima kali ulangan. Hewan uji yang digunakan sebanyak 75 ekor DOC (Day Old Chick) dengan bobot rata-rata 47,13 g yang dipelihara selama 35 hari. Perlakuan yang diberikan adalah P₀ (100% ransum komersil) (kontrol), P₁ (5% onggok fermentasi + 95% ransum komersil), P₂ (10% onggok fermentasi + 90% ransum komersil), P₃ (15% onggok fermentasi + 85% ransum komersil), dan, P₄ (20% onggok fermentasi + 80% ransum komersil). Onggok yang difermentasi dapat meningkatkan kualitas nutrisinya dengan meningkatkan kadar protein dan menurunkan kadar serat kasar, serta lemak kasarnya. Kadar kolesterol darah total dianalisis melalui sampel darah yang diambil. Hasil yang didapatkan, penambahan onggok fermentasi pada pakan ayam broiler dapat menurunkan kadar kolesterol darah total ayam tersebut.

Kata kunci: Ayam broiler, onggok fermentasi, kolesterol darah

PENDAHULUAN

Secara ekonomi, Indonesia merupakan negara berkembang. Seiring dengan naiknya pendapatan perkapita penduduk, maka kebutuhan akan protein hewani bagi masyarakat pun meningkat. Ayam broiler (*Gallus gallus domesticus*) merupakan salah satu komoditi unggas yang memberikan kontribusi besar dalam memenuhi kebutuhan protein hewani bagi masyarakat Indonesia. Ayam broiler (*G. gallus domesticus*) merupakan jenis ternak unggas yang memiliki laju pertumbuhan yang sangat cepat karena dapat dipanen pada umur lima minggu (Umam et al., 2014).

Ayam broiler (*G. gallus domesticus*) mengandung kolesterol yang tinggi yaitu sekitar 200 mg/dL. Kandungan tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan kolesterol pada ayam kampung yang berkisar 100-120 mg/dL. Kadar kolesterol ayam broiler yang tinggi akan mengakibatkan penimbunan kolesterol di dalam tubuh bagi pengonsumsinya (Sutrihadi et al., 2013; Iqbal & Zulfikar, 2016). Konsumsi daging ayam broiler dengan kandungan lemak dan kolesterol yang tinggi dapat menimbulkan penyakit pada manusia (Hasanudin et al., 2013).

Oleh karena itu, dibutuhkan konversi pakan yang dapat menurunkan kadar kolesterol ayam pedaging yang salah satunya adalah fermentasi onggok. Industri tapioka merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah padat berupa onggok. Onggok adalah limbah yang dihasilkan pada proses pengolahan singkong menjadi tapioka yang berupa limbah padat utama setelah pengepresan (Abbas et al., 1985; Sutikno et al., 2016). Jumlah onggok yang dihasilkan oleh industri tapioka dapat mencapai 30% dari bahan baku (Djarwati & Mareta, 2010; Sutikno et al., 2016).

Untuk meningkatkan nilai nutrisi onggok dapat digunakan teknologi fermentasi. Fermentasi dapat memperbaiki nilai nutriennya sekaligus dapat digunakan sebagai media sintesis mikroorganisme (Suprayogi, 2010). *Bacillus subtilis* diketahui dapat meningkatkan daya cerna dan memengaruhi kualitas protein (Mulia et al., 2016). Selain itu, kelompok Bakteri Asam Laktat (BAL) seperti *Lactobacillus curvatus* memiliki kemampuan memanfaatkan pati sebagai substrat yang disebut BAL penghasil amilase. (Setiarto & Widhyastuti, 2016).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kolesterol darah ayam broiler yang diberikan pakan campuran onggok yang difermentasi oleh *Bacillus subtilis* dan *Lactobacillus curvatus* serta meningkatkan kualitas limbah padat onggok melalui fermentasi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan ayam broiler (*G. gallus domesticus*) strain Cobb berumur satu hari (*Day Old Chicken*) sebanyak 75 ekor dengan bobot awal rata-rata 47,13 g. Hewan uji dipelihara selama 35 hari. Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pemeliharaan, dan tahap pengambilan data.

Tahap Persiapan

Tahap persiapan yang dilakukan adalah pembuatan bahan pakan berupa onggok yang difermentasi. Starter dibuat dengan onggok sebanyak 15 kg dicampur dengan air 30 L. Setelah itu, dimasukkan bakteri *Bacillus subtilis* dan *Lactobacillus curvatus* dalam media NB sebanyak 10% dari campuran tersebut. Starter tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diinkubasi selama dua belas hari.

Tahap fermentasi bahan pakan dilakukan dengan cara 50 kg onggok dicampur dengan 100 L air dan ditambahkan starter sebanyak 10% ($9,4 \times 10^{-12}$ cfu/g). Campuran tersebut diinkubasi selama dua belas hari dan diaduk setiap dua hari sekali. Hasil fermentasi dikeringkan di bawah sinar matahari. Selanjutnya dilakukan penyusunan ransum dengan menyampurkan ransum komersil dan onggok fermentasi dengan formulasi yang dapat dilihat pada tabel 3. Ransum komersil yang digunakan berasal dari PT. Charoen Pokphand (*CP 511*). Berikut tabel kandungan nutrisi pada ransum dan onggok fermentasi yang diberikan.

Tabel 1. Kandungan Nutrien *CP 511*

Jenis Nutrien	Kandungan Nutrien
Kadar Air (%)	Maksimum 13,0
Protein Kasar (%)	21,5 – 23,8
Lemak Kasar (%)	Minimum 5,0
Serat Kasar (%)	Maksimum 5,0
Abu (%)	Maksimum 7,0
Kalsium (%)	Minimum 0,9
Fosfor (%)	Minimum 0,6
Energi Metabolis (EM) (Kkal/kg)	3.025 – 3.125

Sumber: PT Charoen Pokphand, 2014.

Tabel 2. Kandungan Nutrien Onggok Fermentasi

Jenis Nutrien	Kandungan Nutrien
Karbohidrat (%)	68,6
Protein (%)	3,5
Serat Kasar (%)	12,9
Lemak (%)	2,1
Kadar Air (%)	71,5
Abu (%)	12,8
Energi Metabolis (EM) (Kkal/kg)	2838

Tahap Pemeliharaan

Hewan uji sebelum digunakan untuk penelitian diaklimatisasi terlebih dahulu selama tujuh hari. Hewan uji dipelihara dalam kandang berpetak berukuran 100 x 60 cm yang diberi alas sekam dan koran, serta diberi penghangat berupa lampu 5 Watt. Setiap petak diisi dengan tiga ekor ayam. Ayam broiler berumur satu hari (*Day Old Chicken*) diberi air minum berupa larutan gula merah. Pada tahap aklimatisasi dilakukan pengamatan umum seperti bobot badan. Pemberian pakan dan air minum dilakukan secara *ad libitum*. Formulasi pakan yang diberikan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Formulasi Pemberian Pakan Ayam Broiler

No.	Perlakuan	Pengulangan				
		1	2	3	4	5
1.	100% Ransum Komersil (P ₀)	P ₀ U ₁	P ₀ U ₂	P ₀ U ₃	P ₀ U ₄	P ₀ U ₅
2.	95% Ransum Komersil + 5% Onggok Fermentasi (P ₁)	P ₁ U ₁	P ₁ U ₂	P ₁ U ₃	P ₁ U ₄	P ₁ U ₅
3.	90% Ransum Komersil + 10% Onggok Fermentasi (P ₂)	P ₂ U ₁	P ₂ U ₂	P ₂ U ₃	P ₂ U ₄	P ₂ U ₅
4.	85% Ransum Komersil + 15% Onggok Fermentasi (P ₃)	P ₃ U ₁	P ₃ U ₂	P ₃ U ₃	P ₃ U ₄	P ₃ U ₅
5.	80% Ransum Komersil + 20% Onggok Fermentasi (P ₄)	P ₄ U ₁	P ₄ U ₂	P ₄ U ₃	P ₄ U ₄	P ₄ U ₅

Keterangan:

P: Perlakuan

U: Ulangan ke-1,2,3,4,5

Tahap Pengambilan Data

Darah ayam broiler diambil pada umur 35 hari dengan *disposable syringes* sebanyak 3 mL melalui vena brachialis. Darah yang diperoleh disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Sampel serum yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam tabung yang telah diberi label. Pengukuran kolesterol darah total dilakukan dengan metode CHOD-PAP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kolesterol darah total ayam broiler yang diberi pakan campuran onggok yang difermentasi oleh *Bacillus subtilis* dan *Lactobacillus curvatus* selama dua belas hari adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Rata-rata Kolesterol Darah Total Ayam Broiler yang Diberi Pakan Campuran Onggok Fermentasi

Perlakuan	Kadar Kolesterol Darah Total (mg/dL)
P ₀	156,8±6,14
P ₁	144,8±27,62
P ₂	169±16,84
P ₃	129,2±55,28
P ₄	145,8±32,18

Dari tabel 4 di atas, diketahui bahwa rata-rata kolesterol darah total kontrol yaitu P₀ adalah 156,8±6,14 mg/dL, P₁ (95% ransum komersil + 5% onggok fermentasi) 144,8±27,62 mg/dL, P₂ (90% ransum komersil + 10% onggok fermentasi) 169±16,84 mg/dL, P₃ (85% ransum komersil + 15% onggok fermentasi) 129,2±55,28 mg/dL, dan P₄ (80% ransum komersil + 20% onggok fermentasi) 145,8±32,18 mg/dL. Dari kelima perlakuan tersebut, perlakuan P₁, P₃, dan P₄ menghasilkan ayam dengan kolesterol darah total yang terbilang normal. Menurut Basmacioglu & Ergul (2005), nilai normal kolesterol darah ayam broiler adalah 52 – 148 mg/dL. Akan tetapi nilai kadar kolesterol darah total dari kelima perlakuan tersebut masih di bawah nilai kadar kolesterol darah total ayam broiler yang dipasarkan pada umumnya yang rata-rata bernilai 200 mg/dL (Sutrihadi et al dalam Iqbal & Zulfikar, 2016).

Faktor yang memengaruhi kadar kolesterol darah pada tubuh ayam broiler yaitu faktor genetik dan faktor luar. Faktor luar berasal dari pakan ayam broiler yang diberikan. Jumlah pakan yang diberikan, jenis pakan, serta kandungan nutriennya sangat berpengaruh terhadap kadar kolesterol dalam darah.

Pemberian onggok yang difermentasi pada campuran pakan membuat kandungan serat kasar lebih tinggi. Serat tersebut dapat mengikat kolesterol dan membawanya melalui sistem pencernaan sehingga kadar kolesterol darah pada perlakuan yang diberi campuran dengan onggok fermentasi lebih rendah. Hal tersebut sesuai dengan Hermawati (2007); Iqbal & Zulfikar (2016) yang menyatakan bahwa serat akan menghambat emulsifikasi lemak dan kolesterol oleh garam empedu sehingga kolesterol akan terikat oleh serat yang kemudian akan dikeluarkan melalui ekskreta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Produksi Ternak Unggas yang telah memberikan izin untuk menggunakan fasilitas berupa kandang penelitian ayam broiler. Saya ucapkan juga terima kasih pada Bu Tuti, Pak Yaman, dan Pak Adang yang membantu dalam pengambilan dan analisis sampel. Tak lupa saya mengucapkan terima kasih juga kepada Widy, Abdul, Burhan, Rika, Yuneu, Fadhila, Zahidah, Salma dan Hani yang membantu selama tahap pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasanuddin, S., Yunianto, V. D. & Tristiarti. (2013). Lemak dan Kolesterol Daging pada Ayam Broiler yang diberi Pakan *Step Down* Protein dengan Penambahan Air Pesaran Jeruk Nipis sebagai *Acidifier*. *Bulletin Nutrisi dan Makanan Ternak* 9(1).
- Iqbal, M. & Zulfikar. (2016). Kombinasi Tepung Kulit Ubi dalam Ransum Ayam Broiler terhadap Kadar Kolesterol Darah dan Konsumsi Protein. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 4(2): 36-39.
- Mulia, D. S., Yuliningsih, R. T., Maryanto, H. & Purbomartono, C. (2016). Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam Menjadi Bahan Pakan Ikan dengan Fermentasi *Bacillus subtilis*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 23(1): 49-57.
- PT Charoen Pokphand Indonesia. (2014). Manajemen Broiler Modern Kiat-kiat Memperbaiki FCR. Technical Service and Development Department. Jakarta.
- Setiarto, R. H. B. & Widhyastuti, N. (2016). Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* B307 terhadap Kadar Proksima dan Amilografi Tepung Taka Modifikasi (*Tacca leontopetaloides*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 21(1): 7-12.
- Suprayogi, W. P. S. (2010). Inkorporasi Sulfur dalam Protein Onggok melalui Teknologi Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Caraka Tani* 25(1).
- Sutikno, Marniza, Selviana, dan N. Musita. (2016). Pengaruh Konsentrasi Enzim Selulase, α -Amilase dan Glukoaminase terhadap Kadar Gula Reduksi dari Onggok. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian* 11(1).
- Umam, M. K., Prayogi, H.S. & Nurgiatiningsih, V. M. A. (2014). Penampilan Produksi Ayam Pedaging yang Dipelihara pada Sistem Lantai Kandang Panggung dan Kandang Bertingkat. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan* 24(3): 79-87.

PENGARUH KEPADATAN DAN KOMPOSISI MEDIA DALAM MENUMBUHKAN STEK KENTANG IN VITRO

Asih K. Karjadi

Balai Penelitian Tanaman Sayuran
Jln. Tangkuban Perahu No. 517 Lembang Kabupaten Bandung Barat
e-mail: asihkk@yahoo.com

Abstrak. Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) merupakan salah satu komoditas yang mendapat prioritas pengembangan di Indonesia. Dikarenakan tanaman ini dapat dipergunakan sebagai sumber karbohidrat non beras dan mempunyai potensi dalam program diversifikasi pangan. Teknik kultur jaringan pada tanaman kentang telah dikembangkan sebagai metode untuk mengeliminasi penyakit sistemik virus dan perbanyak tanaman maupun untuk penyimpanan materi tanaman. Tujuan dari penelitian ini melihat pengaruh kepadatan dan komposisi media dasar dalam mikropropagasi. Penelitian dilaksanakan di laboratorium kultur jaringan Balai Penelitian Tanaman Sayuran dengan 6 komposisi media tumbuh, yaitu (1) K1 = MS + MS vitamin + asam folat 1 mg/l + air kelapa 50 ml/l + arginin 4 mg/l + CaP 2 mg/l + putresin HCl 10 mg/l + gula 40 g/l. (2) K2 = MS + MS vitamin + CaP 2 mg/l + Myo inositol 100 mg/l + air kelapa 100 ml/l + GA₃ 0.01 mg/l + gula 30 g/l (3) K3 = MS + MS vitamin GA₃ 0.01 mg/l + air kelapa 100 ml/l + gula 30g/l (4) K4 = MS + MS vitamin + asam folat 1 mg/l + air kelapa 50 ml/l + arginin 4 mg/l + CaP 2 mg/l + putresin HCl 10 mg/l + gula 40 g/l + agar 6 g/l. (5) K5 = MS + MS vitamin + CaP 2 mg/l + Myo inositol 100 mg/l + air kelapa 100 ml/l + GA₃ 0.01 mg/l + gula 30 g/l + agar 6 g/l (6) K3 = MS + MS vitamin GA₃ 0.01 mg/l + air kelapa 100 ml/l + gula 30g/l + agar 6 g/l. Sebagai bahan eksplan dipergunakan stek in vitro 2 varietas yaitu Granola dan Atlantik Hasil dari penelitian ini didapatkan komposisi media K1 dan K4 menghasilkan pertumbuhan plantlet varietas Granola maupun Atlantik lebih baik dari komposisi media lainnya hal ini terlihat dari vigor tanaman, warna daun, batang. Selain itu komposisi media cair memberikan respon lebih baik dari media padat untuk media K1, K2, K3 pada ke 2 varietas kentang.

Kata kunci: Kentang (*Solanum tuberosum* L), media padat, media cair, MS media..

PENDAHULUAN

Teknik kultur jaringan tanaman merupakan satu cara perbanyak tanaman, dengan keuntungan yang didapat menghasilkan tanaman dalam jumlah besar dengan waktu yang relatif singkat. Metode kultur jaringan juga dapat dipergunakan untuk penyimpanan plasma nutfah secara in vitro atau benih secara in vitro (Khalil et al., 2016)

Kultur jaringan pada tanaman kentang telah dikembangkan oleh para peneliti sebagai salah satu metode untuk mengeliminasi penyakit sistemik virus (Quak, 1961, Mellor & Smith, 1967). Selain itu metode ini dipergunakan juga dalam perbanyak tanaman bebas virus (Westcott et al, 1977). Perbanyak tanaman kentang secara in vitro dapat dilakukan melalui stek pucuk dan stek batang. Dimana teknik ini adalah suatu metode untuk mengisolasi bagian tanaman seperti sel, jaringan, atau organ serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik, sehingga bagian – bagian tersebut dapat beregenerasi menjadi tanaman lengkap kembali (Gunawan, 1997). Aplikasi metode kultur jaringan untuk perbanyak cepat dipelopori Morel (1964) pada tanaman anggrek yang kemudian disusul tanaman lainnya.

Menurut Wattimena (1986) tujuan kultur jaringan tanaman kentang di Indonesia adalah eliminasi penyakit sistemik virus PLRV, PVY, dan PVX, pelestarian plasma nutfah, perbanyak tanaman serta perbaikan sifat tanaman. Keberhasilan dalam perbanyak dengan teknik kultur jaringan sangat bergantung dari komposisi media tumbuh dan bahan tanaman/eksplan yang dipergunakan. Eksplan adalah bagian tanaman yang dipergunakan sebagai bahan untuk inisiasi dalam kultur. Adapun media tumbuh terdiri dari unsur makro, unsur mikro, sumber karbohidrat, vitamin, zat pengatur tumbuh serta suplement lainnya. Seperti senyawa nitrogen organik, asam-asam organik dan substansi – substansi kompleks (Gamborg & Skyluk, 1981; George et al., 2008). Bahan-bahan tersebut diperlukan

untuk pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman. Penambahan sumber karbohidrat seperti penambahan gula atau sukrose merupakan komponen penting didalam media dan merupakan komponen esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman in vitro. Dari beberapa hasil penelitian penambahan sumber karbohidrat sukrose dengan konsentrasi 30 – 40 g/l akan menghasilkan pertumbuhan stek in vitro lebih baik (Karjadi & Dwiastuti , 1987)

Pertumbuhan tanaman secara in vitro sangat dipengaruhi oleh komposisi media, selain unsur hara dan supelment yang ditambahkan, konsentrasi bahan pematat agar akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman in vitro. Agar adalah suatu senyawa polisakarida yang mempunyai kemampuan untuk memadatkan media tanam. Konsentrasi agar yang digunakan umumnya berkisar antara 0.1 – 1 % (George & Sherington, 1993; Sawy et al., 2015). Penambahan agar dengan konsentrasi tinggi akan menyebabkan media tumbuh menjadi keras, sehigga difusi seenyawa-senyawa kedalam jaringan menjadi terhambat.

Asam gibberelik (GA3) merupakan golongan gibberelin yang banyak digunakan dalam media kultur jaringan (Goodwin et al., 1980 dalam Gunawan, 1987) menyatakan bahwa pertumbuhan eksplan stek in vitro kentang akan memberikan hasil yang terbaik apabila menggunakan 0.1 – 0,25 mg/l GA3. Komponen lain yang dapat ditambahkan kae dalam media diantaranya air kelapa. Bahan ini mengandung zat pengatur tumbuh sitokinin alami, asam amino, asam organik, gula, vitamin serta zat-zat lainnya (George dan Sherington, 1993). pada umumnya air kelapa ditambahkan ke media kultur dengan konsentrasi 100 – 150 ml/l (Zamora et al., 1994; George et al., 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi media dasar MS (1962) dengan penambhan air kelapa, GA3, arginin, putrsine HCl, asam folat, bahan pematat agar terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan kentang varietas Granola dan Atlantik , diharapkan akan mendapat suatu komposisi media yang dapat memacu pertumbuhan eksplan tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) .

BAHAN DAN METODA

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur jaringan Balai Penelitian Tanaman Sayuran pada bulan Februari sampai dengan Juli 2016. Media dasar yang dipergunakan adalah Media MS (1962) NH_4NO_3 : 1650 mg/l ; KNO_3 : 1900 mg/l ; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 440 mg/l ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 370 mg/l ; KH_2PO_4 : 170 mg/l ; KI : 0.83 mg/l ; H_3BO_3 : 6.2 mg/l ; $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 22.3 mg/l ; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 8.6 mg/l ; $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 0.25 mg/l ; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: 0.025 mg/l ; $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: 0.025 mg/l ; Na_2EDTA : 37.3 mg/l ; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 27.8 mg/l ; Myo inositol 100 mg/l ; Nicotinik acid 0.5 mg/l ; Phyradoxine HCl: 0.5 mg/l; Thiamnine HCl : 0.1 mg/ l, pH. 5.7. Sebagai eksplan yang digunakan adalah stek buku tunggal in vitro dari varietas Granola (V₁) dan Atlantik (V₂).

Media Perlakuan

Tabel 1. Komposisi media perlakuan stek buku in vitro kentang.

Perlakuan	Penambahan pada media dasar MS + vitamin							
	Asam Folat (mg/l)	Arginin (mg/l)	Putrecine HCl (mg/l)	CaP (mg/l)	Air Kelapa (ml/l)	Gula (g/l)	GA ₃ (mg/l)	Agar (g/l)
K1	1	4	10	2	50	40	0	0
K2	0	0	0	0	0	40	0.1	0
K3	0	0	0	0	100	30	0	0
K4	1	4	10	2	50	40	0	6
K5	0	0	0	0	0	40	0.1	6
K6	0	0	0	0	100	30	0	6

Bahan Tanaman /Eksplan

Sebagai bahan eksplan dipergunakan stek buku tunggal *in vitro* dari varietas Granola (V₁) dan Atlantik (V₂). Tanaman *in vitro* ini merupakan plantlet yang berasal dari jaringan meristematik yang ditumbuhkan pada media MS + suplemen (sukrose 30g/l + GA₃ 0.1 mg/l + kinetin 0.1 mg/l + CaP 2 mg/l + air kelapa 100 ml/l + agar 6 g/l, pH 5.7). Mikropropagasi (perbanyak plantlet) dilakukan dengan menanam stek buku tunggal di media MS + suplement (gula 30 g/l + GA₃ 0.15 mg/l + CaP 2 mg/l + air kelapa 100 ml/l + agar 6 g/l, pH 5.7).

Rancangan dari penelitian adalah acak lengkap dengan 10 ulangan. Setiap perlakuan ditanam didalam tabung reaksi (200 x 25 mm) dengan volume media 8 ml dan ditanam satu stek per tabung reaksi.

Kultur diinkubasikan diruang kultur dengan suhu 21 – 22°C, dengan lama pencahayaan 16 jam terang dan 8 jam gelap. Pengamatan dilakukan selama 5 minggu terhadap waktu tumbuh tunas, persentase tanaman tumbuh, tinggi tunas, jumlah nodus dan keadaan visual tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa statistik tidak terdapat interaksi antara perlakuan varietas dan komposisi media untuk pengamatan persentase tanaman tumbuh, keadaan visual tanaman, waktu tumbuh tunas , tinggi tunas, dan jumlah nodus.

Persentase Tanaman Tumbuh

Persentase tanaman tumbuh dilihat dari adanya tunas yang tumbuh pada ketiak daun dan pertumbuhan dari eksplan. Dari pengamatan minggu pertama sampai dengan kelima terlihat seluruh eksplan tumbuh dan berkembang dalam semua perlakuan komposisi media tumbuh. Hal ini sesuai dengan pendapat Scully (1967) dalam Widiastuty dan Santi (1994), bahwa penambahan air kelapa, asam gibberelik, arginin, putrecine HCl dan asam folat pada media dapat merangsang pertumbuhan tunas dengan baik.

Keadaan Visual Tanaman

Pengamatan keadaan visual tanaman dimulai saat terbentuknya tunas yang muncul dibagian nodus (ketiak) daun, kemudian tumbuh dan berkembang. Pada media yang ditambahkan air kelapa 50 ml/l (K₁) dan media yang ditambahkan air kelapa 50 ml/l , arginin 4 mg/l, putrecine HCl 1 mg/l, asam folat 1 mg/l (K₄) terlihat daunnya lebih hijau dan segar serta berukuran relatif lebih besar dibandingkan dengan daun plantlet pada media dengan penambahan asam gibberelik 0.1 mg/l. (K₂ dan K₅).

Kemungkinan dengan penambahan air kelapa kedalam media tanam meningkatkan nutrisi di media tersebut. Menurut Soedjono dan Kamidjono (1992), Bihnchang-Ngwa *et al.*, (2018) , di dalam air kelapa didapatkan bahan-bahan organik dan zat pemacu pertumbuhan yang mampu mempercepat pertumbuhan sel.

Ukuran daun pada media tanpa agar (media cair) lebih besar bila dibandingkan dengan media padat, dari beberapa penelitian dikatakan bahwa di media cair penyerapan nutrisi lebih mudah daripada dimedia padat.(Sawy *et al.*, 2015).

Pada minggu ke 5, beberapa daun pada perlakuan media yang hanya ditambah asam gibberelik 0.1 mg/l menguning, tetapi tidak demikian untuk plantlet yang ditumbuhkan dimedia dengan ditambahkan air kalapa 50 ml/l, maupun media yang ditambah air kelapa, arginin, putrecine dan asam folat. Menurut Wattimena (1988), air kelapa mengandung zat aktif sitokinin yang dapat menunda proses penuaan daun. Demikian pula penambahan Arginin 4 mg/l, putrecine HCl 1 mg/l dapat memperlambat proses penuaan (K₁ dan K₄).

Batang dari plantlet tanaman kentng berwarna hijau muda dengan bulu-bulu halus. Ukuran relatif sama untuk seluruh perlakuan baik untuk Varietas Granola maupun Atlantik. Hanya pada media cair (K₁,K₂,K₃) ukuran batang lebih besar dibandingkan dengan media padat(K₄, K₅, K₆).

Akar tumbuh sejalan dengan tumbuhnya tunas dimulai pada hari ke 4 setelah tanam, adanya tonjolan berwarna putih di eksplan, bertambah panjang akhirnya membentuk akar, dari akar tersebut tumbuh akar-akar cabang. Akar yang tumbuh diatas permukaan media terlihat bulu-bulu akar yang halus, berwarna putih, pendek dan rapat.

Pada eksplan yang ditanam pada media dasar ditambah air kelapa 50 ml/l maupun media dasar ditambah air kelapa 50 ml/l, arginin, putrecine HCl dan asam folat tampak lebih baik bila dibandingkan dengan media dasar yang hanya ditambah asam gibberelik. Hal ini sesuai dengan pendapat Dalimoenthe (1991), yang menyatakan bahwa air kelapa pada konsentrasi 2,5 – 10 % atau 25 – 100 ml/l baik untuk pertumbuhan dan berfungsi untuk memacu perakaran, dan air kelapa tersebut berasal dari kelapa muda, sedang atau tua.

Waktu Tumbuh Tunas

Pada setiap perlakuan komposisi media dan varietas tanaman kentang yang berbeda tidak berpengaruh terhadap waktu tumbuh tunas. Rata-rata waktu tumbuh tunas terjadi pada hari ke 3 dan ke 4 setelah tanam.

Perlakuan komposisi media yang digunakan mempunyai kemampuan yang sama terhadap waktu tumbuh tunas kentang. Diduga komposisi media yang digunakan dalam keadaan seimbang untuk varietas Granola maupun Atlantik. (Wattimena et al., 2011).

Tinggi Tunas

Data tinggi tanaman dua varietas kentang (tabel 2,3) pada komposisi media yang berbeda didapatkan dari pengamatan tiap interval 2 minggu sekali. Pada Pengamatan umur 3 MST dan 5 MST, hasil uji statistik berbeda untuk varietas Granola dan Atlantik.

Tabel 2. Pengaruh varietas terhadap rata-rata tinggi tunas pada umur 3 dan 5 MST .

	3 MST	5 MST
Granola (V1)	4,19 b	5,77 b
Atlantik (V2)	5,28 a	7,73 a

Ket. Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%

Pada tabel 2 varietas Atlantik mempunyai rata-rata tinggi tunas lebih besar dibandingkan dengan varietas Granola. Varietas kentang yang berbeda ini memberikan respon yang berbeda terhadap perlakuan. Seperti yang dikemukakan oleh Westcott et al. (1977), Badoni and Chamka (2010) bahwa respon tanaman atau bagian tanaman dari suatu kultivar (varietas) bervariasi terhadap zat pengatur tumbuh. Adanya variasi tersebut disebabkan fase pertumbuhan dan kemampuan tanaman untuk mengabsorpsi dan mentranslokasikan zat pengatur tumbuh, serta kemampuan substansi pertumbuhan endogen yang berbeda (Sandjaya & Krisantini, 1993 ; Terrer & Tomas, 2001) sehingga respon untuk pertambahan tinggi akan berbeda. Dan plantlet varietas Atlantik ternyata lebih baik dari varietas Granola.

Tabel 3. Pengaruh komposisi media tumbuh terhadap rata-rata tinggi tunas pada umur 3 dan 5 MST.

	3 MST	5 MST
K ₁	6,41 a	9,05 a
K ₂	4,75 c	6,05 c
K ₃	5,57 b	8,15 b
K ₄	3,73 e	5,97 d
K ₅	3,59 e	4,79 e
K ₆	4,36 d	6,49 c

Ket. Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%

Komposisi media dasar yang ditambah air kelapa 50 ml/l, arginin 4 mg/l, putrecine HCl 1 mg/l dan asam folat 1 mg/l tanpa agar (K₁) menghasilkan rata-rata tinggi tunas paling tinggi dibandingkan dengan tunas pada media perlakuan lainnya. Seperti dikemukakan oleh Wattimena (1988), bahwa pemberian sitokinin dengan fitohormon lainnya yang ada didalam air kelapa dapat memacu perkembangan tunas. Adanya penambahan arginin, putrecine HCl dan asam folat pada media akan

lebih memacu pertumbuhan tanaman . Pengaruh arginin dan putrecine HCl terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman antara lain mampu dalam menunda proses penuaan (senescens).

Media MS yang ditambah air kelapa, arginin , putrecin HCl dan asam folat tanpa penambahan agar menghasilkan tunas-tunas/plantlet tertinggi dikarenakan pada media tanpa agar (media cair) penyerapan nutrisi lebih baik daripada media padat dan mengakibatkan pertumbuhan plantlet akan lebih baik. (Awan et al., 2007)

Jumlah Nodus

Pada pengamatan jumlah nodus (tabel 4) tanaman kentang varietas Granola dan Atlantik adalah jumlah buku yang tumbuh dari plantlet (tanaman in vitro). Beberapa pengamatan komposisi media tidak berbeda nyata kecuali pada umur 5 minggu setelah tanam.

Tabel 4. Rata-rata jumlah nodus pada komposisi media yang berbeda umur 5 MST

Media	Rata-rata jumlah nodus
K ₁	7.65 b
K ₂	6.75 c
K ₃	7.88 a
K ₄	6.55 c
K ₅	6.35 d
K ₆	6.40 d

Ket. Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan taraf 5%

Tabel 4, diatas terlihat bahwa komposisi media dasar yang ditambah air kelapa 50 ml/l, arginin, putrecine HCl dan asam folat tanpa agar (K₁) menghasilkan jumlah nodus terbanyak. Hal tersebut disebabkan oleh adanya air kelapa yang mengandung zat-zat aktif untuk memacu pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman. Menurut Wattimena et al. (1988), bahwa pemberian sitokinin dengan fitohormon lain yang terkandung di air kelapa dapat memacu perkembangan tanaman.

Penambahan arginin , putrecin HCl dan asam folat pada media lebih memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sedangkan asam folat itu sendiri termasuk kedalam golongan vitamin yang diperlukan untuk katalisator dalam proses metabolisme sel. Arginin serta putrecin HCl dapat menunda proses penuaan (senecens), dengan meningkatkan sintesa protein dan asam nukleat. Dalam penelitian ini plantlet kentang varietas Granola dan Atlantik yang ditumbuhkan pada media dengan diberi supplement fitohormon, vitamin serta komposisi media cair mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman /plantlet kedua varietas kentang lebih baik. (Gopal & Garg, 2011).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa;

1. Komposisi media dasar MS (1962) yang ditambah air kelapa 50 ml/l, arginin 4 mg/l, asam gibberelik 0.1 mg/l, putrecine HCl 1 mg/l dan asam folat 1 mg/l dapat memacu pertumbuhan tunas dan meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman dari eksplan stek kentang in vitro varietas Granola dan Atlantik.
2. Komposisi media MS (1962) cair/tanpa agar yang ditambah air kelapa 50 ml/l, arginin 4 mg/l, putrecin HCl 1 mg/l dan asam folat 1 mg/l pertumbuhan eksplan selalu lebih baik dari media padat atau media MS hanya ditambah air kelapa 50 ml/l .

DAFTAR PUSTAKA

- Awan, A. R., Mughal S. M., Iftiehar, Y. & Khan, H. Z. (2007). In Vitro Elimination of Potato (*Solanum tuberosum* L) Virus by Meristem Tip Culture. *Ind Agr. Sci.* 81; 554-549.
- Badoni A and Chamka J.S.2010. In vitro sterilization protocol for micropropagation of *Solanum tuberosum* L cv. Kufri Himalini . *Acad. Arena* 2 (4) pp 24 – 27.
- Binhchang-Ngwa, L., Njuaem, D. K., Ambang, E., Fornkwa, V. Y., Wiryenkefea, N., Dzelimnyuy N. N., Fotso & Theophile, F. (2018). An Alternative Tissue Culture Media for Potato (*Solanum tuberosum* L) Micro Propagation. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 39(1).
- Dalimoenthe, S. (1991). Pemanfaatan Air Kelapa Sebagai Zat Pengatur Tumbuh Perangsang Perakaran Pada Stek Teh (*Camellia sinensis*). Kolokium Mingguan Puslitbun. Gamburg.
- Gamborg, O. L. & Skyluk, P. (1981). Nutrition Media And Characteristic of Plant Cell and Tissue Culture Dalam Thorpe (1981). *Plant Tissue Culture Method and Application in Agriculture*. New York. Acad. Press. N.Y. p : 21 - 44
- George, E. F. & P. D. Sheringgton. (1993). *Plant Propagation by Tissue Culture. Handbook and Directory Of Commercial Laboratories*. Exegenetic Ltd. Edington, p 295 – 302.
- _____, Hall M. A. & de Klerk G. J. (2008). The Component Of Plant Tissue Culture Media I, Macro and Micro Nutrient in (eds) George E.F. , Hall M.A. and de Kerk G.J. *Plant Propagation by Tissue Culture The Back Gouns*. vol I 3rd ed. Netherlands p. 274- 338.
- Gopal J. & Garg I. D. (2011). An Efficient Protocol of Chemotherapy for Elimination of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Virus by Meristem Tip. *Ind. Agr. Sci.* 554 – 549.
- Gunawan, L.W. (1987). *Teknik Kultur Jaringan*. Lab. Kultur Jaringan . Pusat antar Universitas. Bioteknologi . IPB. Bogor.
- Karjadi, A. K. & Dwiastuti. (1987). Modifikasi Media Stek Pucuk Kentang in Vitro untuk Perbanyak Cepat . *Bull. Penel. Hort.* 15 ; 30 -36.
- Khalil, M. M., Abd. El M. H. & Sany M. M. (2016). Growth Improvement of Potato Plants Produced from Tissue Culture. *Midle East J. Agric. Res.* 5 (04) ; p. 666- 671
- Mellor, F. C. & Smith S. R. (1967). Eradication of virus x, Thermotherapy,. *Phytopathology* 57; 674 – 679.
- Morel, G. (1964). Tissue culture – a New Means of Clonal Propagation in Orchids. *Am. Orchid Soc. Bull.* 33; 473 – 478.
- Quak, F. (1961). Treatment and Substance Virus Multiplication in Meristem Culture to Obtain Virus Free Plant. *Ad. Hort. Sci.* 141 – 144.
- Sanjaya, L. & Krisantini. (1993). Pengaruh Asam Gibberelat Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Geranium (*pelargonium hortosum*). *Bull. Penell. Hort.* 25; 68-75.
- Sawy E. A. Matter, M. A. & Nancy, D. G. (2015). Effect of Gelling Agent on In Vito Tuberization of Potato . *American- Eurasian. J. Agric and Enviroment Sci* . 15 (10). 1934 – 1939.
- Soedjono, S. & Kamidjono. (1992). Penggunaan Medium Pupuk Daun dan Konsentrasi Air Kelapa Bagi Pertumbuhan Protocorm Anggrek Dendrobium Ekapol Panda in Vitro. *J. Hort.* 2 ; 27 – 30.
- Terrer, C. & Tomas. (2001). Determination of Macronutrients to be Included In Vitro Media According to Leaf Consentration. *J. Hort. Biotech.* 76; 484 – 488.
- Wattimena, G. A. (1988). *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman* . Pusat antar Univ. IPB Bogor.
- _____, 1986. *Kultur Jaringan Tanaman Kentang*. Makalah dalam Training Course on Potato Seed Technology. Dir. Bina Prod. Hort. – FAO, 27 Oktober – 8 Nopember 1986.
- _____, Nurhayati M. A., Armini M. M., Purwito, A., Purwoko B, S. & Khumaida, N. (2011). *Bioteknologi dalam Pemuliaan Tanaman* . IPB Press; 45 -62.
- Westcott, R; J.G.G. Henshew and W.N. Roca . 1977. Tissue Culture Storage And Potato Germplasm Culture. Initiation and Plant Regeneration . *Plant Sci. letters* 9; 309 – 315.
- Widiastoety, D. & Santi, A. (1994). Pengaruh Air Kelapa Terhadap Pembentukan Protocorm Like Bodies (Plb) Dari Anggrek Vandal Dalam Medium Cair. *J.Hort.* 4; 71 – 74.
- Zamora, A. B., Paet, C.N. & Altoveros, E. C. (1994). Micropropagation and virus elimination procedures in potato for conservation, dissemination and production in humid tropic. IPB – Univ of The Phill – Los Banos. SAPP RAD, 203 pp.

**RESPON PLASMA NUTFAH UBI JALAR (*Ipomoea batatas*) TERHADAP
PROSES STERILISASI EKSPLAN UNTUK KONSERVASI *IN-VITRO***

Muhamad Sabda, Nurwita Dewi

Balai Besar Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 1611
Telp. (0251)8337975; Faks. (0251) 8338820
e-mail: sabdanajah@gmail.com

Abstrak. Kegiatan pelestarian Plasma nutfah berupa koleksi sangat penting dan harus selalu dilakukan dalam setiap tahunnya, dalam bentuk konservasi dilapangan. Konservasi *in vitro* saat ini sudah menjadi kebutuhan dalam strategi pemeliharaan diversitas tanaman dalam bentuk koleksi aktif (*active collections*) dan koleksi dasar (*base collections*), terutama untuk spesies yang perbanyakannya dilakukan secara vegetatif, seperti tanaman ubi-ubian. Sterilisasi merupakan langkah awal suatu proses untuk membunuh bakteri dan cendawan yang melekat pada eksplan, sehingga jika ditumbuhkan di dalam suatu medium tidak ada lagi jasad renik yang dapat berkembang biak. Keberhasilan dalam sterilisasi eksplan merupakan hal yang sangat menunjang dalam keberhasilan kegiatan konservasi *in-vitro*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan sterilisasi pada 100 aksesi ubi jalar, serta mengkonservasi 100 aksesi plasma nutfah ubi jalar secara *in-vitro*. 100 aksesi eksplan ubi jalar yang disterisasi seluruhnya dapat berhasil steril, meskipun ada yang keberhasilan tanaman steril atau hidup dibawah 50 %. Perlu modifikasi dalam penambahan konsentrasi bahan sterilan, juga periode atau waktu perendaman, agar persentase kontaminasinya berkurang. Tanaman yang telah steril dapat hidup dalam media kultur *in-vitro*, kemudian dipelihara pertumbuhannya sebagai koleksi hidup untuk terjaminnya plasma nutfah yang lestari.

Kata kunci: aksesi, koleksi, kontaminasi, media

PENDAHULUAN

Daerah sentrum primer asal tanaman ubi jalar adalah Amerika Tengah, dan menyebar ke Asia Tenggara baru pada abad ke-16 (Bapennas, 2000). Khasiat ubi jalar diantaranya adalah dapat sebagai sumber utama karbohidrat yang baik untuk penderita diabetes karena kandungan gulanya sederhana. Ubi jalar merah juga sangat kaya akan pro vitamin A atau retinol, dalam 100 gr ubi jalar merah terkandung 2310 mcg (setara dengan satu tablet vitamin A). Bila dibandingkan bayam dan kangkung, kandungan vitamin A ubi jalar merah masih setingkat lebih tinggi. Keistimewaan ubi ini juga terletak pada kandungan seratnya yang sangat tinggi. Bagus untuk mencegah kanker saluran pencernaan dan mengikat zat karsinogen penyebab kanker di dalam tubuh (Mashaw, 2009). Ubi jalar adalah bagian plasma nutfah sebagai sumber gen yang ketersediaannya sangat diperlukan dalam rangka mendukung pembentukan varietas unggul.

Kegiatan pelestarian Plasma nutfah berupa koleksi sangat penting dan harus selalu dilakukan dalam setiap tahunnya, dalam bentuk konservasi dilapangan. Kelemahan konservasi *ex situ* di lapang, yaitu terjadinya kehilangan plasma nutfah akibat serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), seperti hama dan penyakit, selain cekaman lingkungan abiotik (Towill, 2005). Oleh karena itu konservasi secara *in-vitro* ini menjadi salah satu pilihan untuk mengantisipasi apabila terjadi kehilangan aksesi di koleksi lapang. Teknologi konservasi *in vitro* saat ini sudah menjadi kebutuhan dalam strategi pemeliharaan diversitas tanaman dalam bentuk koleksi aktif (*active collections*) dan koleksi dasar (*base collections*), terutama untuk spesies yang perbanyakannya dilakukan secara vegetatif, seperti tanaman ubi-ubian (Dewi, et al., 2014. Keller et al.,2006).

Keuntungan konservasi *in-vitro* ini antara lain kemudahan dalam penyimpanan, menghemat pemakaian lahan, tenaga, biaya; erosi genetik dapat dicegah; mempermudah pengiriman; bebas dari gangguan hama penyakit, dan gangguan alam lainnya (Leunufna, 2007). Penyelamatan hilangnya beberapa aksesi SDG lokal talas telah dilaporkan berhasil melalui konservasi *in vitro* (Sabda dan Dewi, 2016). Salah satu kegiatan koleksi di BB-Biogen pada Ubi jalar adalah kegiatan konservasi *in-vitro*. Sterilisasi merupakan kegiatan yang menunjang dalam keberhasilan kegiatan konservasi *in-vitro*,

karena tanpa keberhasilan sterilisasi eksplan, maka kegiatan konservasi *in-vitro* tidak akan dapat dilakukan.

Sterilisasi eksplan adalah proses menghilangkan infestasi kontaminan dari permukaan eksplan. Dalam proses ini, yang dibersihkan adalah debu, cendawan dan bakteri, atau kontaminan yang berasal dari bagian permukaan eksplan (Yusnita, 2003). Sterilisasi merupakan langkah awal suatu proses untuk membunuh bakteri dan cendawan yang melekat pada eksplan, sehingga jika ditumbuhkan di dalam suatu medium tidak ada lagi jasad renik yang dapat berkembang biak (Yuono, 2012). Menurut Pranapati (2010), dan Sandra (2014), ada tiga metode sterilisasi adalah ; (1) Sterilisasi ringan, Eksplan direndam dalam cairan pemutih pakaian 20% selama 10 menit, lalu bilas dengan air steril, kemudian direndam pemutih pakaian 15 % selama 10 menit, lalu bilas. Terakhir eksplan direndam pakaian 10 % selama 10 menit, lalu bilas 3 kali. (2) Sterilisasi sedang, Eksplan direndam dalam HgCl 0.1-0.5 mg/l selama 7 menit, lalu bilas dengan air steril. Setelah itu rendam dengan pemutih pakaian 15% selama 10 menit, bilas. Terakhir eksplan direndam pakaian 10 % selama 10 menit, lalu bilas 3 kali. (3) Sterilisasi keras. Sterilisasi sedang, Eksplan direndam dalam HgCl 0.1-0.5 mg/l selama 10 menit, lalu bilas dengan air steril. Setelah itu rendam dengan pemutih pakaian 90% selama 15 menit, bilas. Terakhir eksplan direndam pakaian 20 % selama 10 menit, lalu bilas 3 kali.

Hingga saat ini, dari 1200-an aksesori ubi jalar yang dikoleksi dilapangan, sudah sekitar 30% (400 aksesori) yang sudah dikonservasi *in-vitro*. Dengan kegiatan ini diharapkan jumlah koleksi *in-vitro* akan bertambah, oleh sebab itu keberhasilan dalam sterilisasi eksplan merupakan hal yang sangat menunjang dalam keberhasilan kegiatan konservasi *in-vitro*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilannya pada 100 aksesori eksplan ubi jalar, serta mengkonservasi 100 aksesori plasma nutfah ubi jalar secara *in-vitro*.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di Laboratorium konservasi *in-vitro* tanaman, kelompok peneliti Pengelolaan Sumberdaya Genetik, BB-Biogen, Bogor. Bahan tanam berupa stek ubi jalar atau eksplan sebanyak 100 aksesori yang diambil dari tanaman koleksi lapang BB-Biogen.

Pada masing-masing perlakuan nomor / aksesori ditanam 2 ulangan, yang masing-masing ulangannya terdapat 10 eksplan, jadi setiap nomor / aksesori ubi jalar ditanam 20 stek eksplan, total dari 100 aksesori berjumlah 2000 eksplan. Eksplan yang digunakan adalah dari batang tanaman induk yang sehat, yaitu pada buku ke-4 sampai buku ke-8. Rancangan percobaan yang di gunakan adalah Rancangan Acak Lengkap 2 ulangan, sepuluh eksplan per ulangan. Sebagai sterilan di gunakan benomyl 1 gr per 150 ml akuades, alkohol 75 %, dan bayclin 30 % dan 20 %, sebagai media tanam di gunakan media MS.



Gambar 1. Penampilan Eksplan Ubi Jalar

Prosedur kerja adalah sebagai berikut: (1) Eksplan yang diambil dicuci dibawah air keran yang mengalir untuk membersihkan kotoran yang melekat dipermukaan terluar eksplan, seperti debu, tanah dan lain-lain. (2) Eksplan dipotong-potong per-buku menjadi bagian yang kecil sekitar 1 – 1.5 cm. (3) Eksplan diberi sedikit detergen dan kembali dicuci dibawah air keran yang mengalir. (4) eksplan

direndam dengan larutan fungisida selama 30 menit sambil dikocok atau digoyang. (5) Sterilisasi selanjutnya dilakukan didalam laminar air flow, yaitu; perendaman dengan Alkohol konsentrasi 75% dengan lama perendaman 10 menit kemudian bilas dengan aquades steril, perendaman menggunakan pemutih pakaian yang mengandung bahan aktif 5, 25% NaOCl, dengan dua taraf konsentrasi 30% dan 20%, masing-masing 10 menit dan 15 menit kemudian bilas tiga kali, dilanjutkan dengan perendaman larutan anti septik selama 15 menit, dan tanam kedalam media MS. Eksplan yang telah di tanam, dinkubasi dalam keadaan terang dengan intensitas cahaya 300 -800 lux, selama 12 jam pada suhu $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Parameter yang diamati adalah persentase eksplan steril dan hidup 2 minggu setelah tanam (MST). Data persentase ini dianalisis secara statistik untuk mengetahui keragaman tingkat keberhasilan kegiatan sterilisasi.

Persentase eksplan steril/hidup di hitung dengan rumus :

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah eksplan yang steril / hidup (per aksesi)}}{\text{Jumlah Eksplan}} \times 100 \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode sterilisasi yang digunakan dalam kegiatan ini adalah sterilisasi menggunakan alkohol 70%, Klorox 30 dan 20% (Dewi dan Sabda, 2005). Prinsip dasar sterilisasi eksplan adalah mensterilkan eksplan dari berbagai mikroorganisme, tetapi eksplannya tidak ikut mati, eksplan yang telah steril dapat hidup dalam media *in-vitro*. Jenis aksesi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap hasil sterilisasi. Hasil respon dari aksesi yang disterilasi ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Eksplan Steril Hasil dari Sterilisasi 100 Aksesi Ubi Jalar

Persentase Eksplan Steril	Jumlah Aksesi	Nama Aksesi/kultivar	Jumlah Aksesi dalamKelompok
75 %	4	Gowi Labogale, Botol, Bekau Kinyetrit, Unknown (B 0186)	Steril > 74% = 4 Aksesi
70%	6	B 0164, IB 0003, Nuk, B 0365, S 0027, No.8	Steril 50% -70% = 23 Aksesi
60% – 65%	6	Aug Wahani, Hudul, Gowi Zini-zini, Gowi Bunga-5, Lirti-2, No.474	
50% – 60%	11	B0075, B0132, Gowi Bola, B 0394, Pelo Padang, Gowi Soyolehe, B 0074, Gowi Naa-naa-1, B 0134, B 0090, B 0378	
35% - 45%	18	Kangkung, B 0164, B 0337, Gowi Adulo-5, Dimpong, Gowi Silada-1, Putih, Bekau Jeb, dll	Steril < 50% = 73 aksesi
20% - 30%	39	Keriting, B 0225, Apiun Merah, Bis 192, Bekau Nenei, Undree-2, Sidi Kalang, Pngalengan, Gowi Salidi-1, dll	
15%	9	B 0570, Telo Ketel, Milk Putih, Ciceh-16, Aug Meimar, B 0484, Lidang, S 0036, N10 2032 V305	
10%	7	Sablah Putih, Bis 183(OP)-SR, Gowi Lada-4, No.20, Gowi Hulo, Tis 3290, Tamborin Merah	

Hasil strelisasi eksplan ubijalar (Gambar 2) menunjukkan seluruh aksesi dapat berhasil steril, meskipun tingkat keberhasiannya didominasi oleh kontaminasi diatas 50%. Hasil kontaminasi diatas 50% ditunjukkan oleh 73 aksesi, keberhasilan steril 50% - 70% ada 23 aksesi, dan hanya 4 aksesi yang tingkat keberhasilan eksplan steril 75% (Tabel 2), aksesi dengan keberhasilan 75% adalah Unknown (B0186), Gowi Labogale, Botol, dan Bekau Kinyetrit (Tabel 2). Tingginya keberhasilan dari aksesi tersebut dikarenakan keadaan aksesi eksplan, diantaranya; eksplan tampak lebih bersih, permukaan

batang nya tidak terdapat bulu-bulu yang memungkinkan sumber kontaminan menempel ditempat tersebut.

Kontaminasi yang terjadi saat sterilisasi banyak disebabkan oleh jamur, hal ini bersumber dari debu, kotoran ataupun cendawan dan bakteri sebagai sumber kontaminan yang masih terbawa atau menempel pada permukaan batang ubi jalar yang berbulu. Tingginya kontaminasi salah satunya disebabkan aksesori tersebut memiliki karakter batang yang berbulu banyak (Gambar 3). Salah satu faktor pembatas dalam keberhasilan kultur *in-vitro* adalah kontaminasi yang dapat terjadi setiap saat dalam masa kultur, kontaminasi dapat berasal dari eksplan baik eksternal maupun internal ataupun pelaksanaan yang kurang teliti (Toni & Rina, 1996).

Sterilisasi dari beberapa aksesori menjadi sangat sulit berhasil, penyebabnya antara lain karena eksplan yang diambil dari lingkungan luar atau lapangan. Meskipun beberapa usaha sterilisasi telah dilakukan sesuai prosedur dan dengan ketelitian juga kehati-hatian kontaminasi masih tetap ada (Widianingrum, 2000). Pada beberapa jenis aksesori diduga kontaminasi berasal dari jaringan tanaman terutama bakteri. Kontaminan internal ini sangat sulit diatasi karena sterilisasi permukaan tidak akan berhasil menghilangkan sumber kontaminan yang ada didalam.

Tabel 2. Hasil Sterilisasi 100 Aksesori Eksplan Ubi jalar

No	Persentase Eksplan Steril	Persentase kontam/mati	Jumlah aksesori
1	> 75%	< 25%	4
2	50% – 75%	25% – 50%	23
3	21% – 50%	50% – 79%	57
4	< 20 %	>80%	16
Total Aksesori			100

Tabel 3. Pengelompokan Nilai Mean Hasil eksplan Steril dari 100 aksesori Ubi jalar

Grup	Mean	Jumlah Aksesori
A	5650 – 3050	20
B	2600 – 2050	9
C	1250 – 900	16
D	775 – 650	18
E	500 – 100	37
Jumlah		100

Persentase steril berdasarkan hasil pengamatan, kemudian diuji tukey dari nilai meannya, dari 100 aksesori terbagi dalam 5 grup/kelompok (Tabel 3). Grup A terdapat 20 aksesori, grup B ada 9 aksesori, grup C ada 16 aksesori, dan grup D ada 18 aksesori, serta grup E ada 37 aksesori. Sumber eksplan yang sering terkena guyuran hujan di lahan koleksi lapang ternyata berpengaruh dalam membantu memecah koloni sumber kontaminan yang ada pada batang (eksplan) ubi jalar, sehingga hasil eksplan yang steril dapat lebih baik. Kontaminasi jenis jamur sering terlihat ketika sterilisasi dilakukan di musim kemarau, sedangkan jenis bakteri muncul ketika hujan. Menurut Pierik (1987), keberhasilan eksplan berinisiasi (hidup) dalam kultur *in-vitro* salah satunya ditentukan oleh fisiologi tanaman, letak eksplan dari tanaman, serta musim ketika pengambilan eksplan.



Gambar 2. Eksplan Ubi Jalar yang berhasil Steril / Hidup



Gambar 3. Penampilan bahan tanam ubi jalar (berbulu dan tidak)

Sterisasi merupakan hal penting dalam tahapan awal konservasi *in-vitro* karena bila gagal akan menyebabkan jasad renik yang terbawa pada eksplan akan tumbuh menutupi eksplan dan media sehingga dapat menghancurkan jaringan yang ditanam. Karena adanya jasad renik tersebut akan mengubah lingkungan sekitarnya sehingga hilangnya zat makanan di dalam media dan dilepaskan produk metabolit tambahan kedalam media sehingga dapat menghancurkan eksplan yang ditanam (Anonim, 2015). Aksesori plasma nutfah ubi jalar yang disterilisasi telah dikonservasi secara *in-vitro* dan disub-kulturkan ke media penyimpanan normal (gambar 4).



Gambar 4. Plasma Nutfah Ubi Jalar Yang Telah di Konservasi *In-vitro*

KESIMPULAN

Setiap aksesori ubi jalar memberikan respon berbeda terhadap persentase eksplan steril. 100 aksesori eksplan ubi jalar yang disterisasi seluruhnya dapat berhasil steril, meskipun keberhasilan tanaman steril dan tumbuh hidup dibawah 50 %. Pada eksplan yang batangnya memiliki permukaan yang banyak terdapat bulu berdampak tingginya kontaminasi. Perlu modifikasi dalam penambahan konsentrasi bahan sterilan, juga waktu perendaman, agar persentase kontaminasinya berkurang. Tanaman yang telah steril dapat hidup dalam media kultur *in-vitro*, kemudian dipelihara pertumbuhannya sebagai koleksi hidup untuk terjaminnya plasma nutfah yang lestari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2015). Penyebab Terjadinya kontaminasi <http://necchatree16.com/index.php/2015/10/20/terjadinya-kontaminasi-sterilisasi-eksplan/>. Di akses Juli 2016
- Dewi, N., Dewi, I. S. & Roostika, I. (2014). Pemanfaatan Teknik Kultur In Vitro untuk Konservasi Plasma Nutfah Ubi-ubian. *Jurnal Agrobiogen*, 10(1):34-44.
- Dewi, N. & Sabda, M. (2005). *Pelestarian In-vitro pada Plasma Nutfah Ubi Jalar, Ubi Kayu, dan Talas*. Kumpulan Makalah. Seminar Hasil Penelitian BB-Biogen Tahun 2004
- BAPPENAS. (2000). *Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. Jakarta
- Keller, E. R., Senula, J. A., Leunufna, S. & Grube, M. (2006). Slow Growth Storage And Cryopreservation-Tools To Facilitate Germplasm Maintenance Of Vegetatively Propagated Crops In Living Plant Collections. *Int. J. Refrig.* 29:411-417.
- Leunufna, S. (2007). Kriopreservasi Untuk Konservasi Plasma Nutfah: Peluang Pemanfaatannya Di Indonesia. *Jurnal Agrobiogen*, 3(2):80-88.
- Mashaw. (2009). <http://banabakery.wordpress.com/2009/01/01/ubi-jalar-dan-kandungan-gizinya-yang-mencengangkan/>. Di akses Juli 2016
- Pierik R, L, M. (1987). *In-Vitro Culture of High Plants*. Martinus Nijhoff Publisher. Boston
- Pranapati, R. H. (2010). *Cara Sterilisasi Tanaman (Eksplan) Kultur Jaringan*. Eshaflora. Bogor
- Sabda, M dan Dewi, N. (2016). Konservasi *In Vitro* Talas Mendukung Penyelamatan Hilangnya Aksesori Talas Lokal di Penyimpanan Lapang. *Warta Plasma Nutfah Indonesia*. No.28:8-9
- Sandra, E. (2014). *Cara Sterilisasi Tanaman (Eksplan) Kultur Jaringan*. Eshaflora. Bogor
- Toni, H, dan Rina L. H. (1996). *Petunjuk Teknis Kegiatan Kultur Jaringan Dalam Informasi Teknis Visi dan Misi BP3BTH Yokyakarta*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pemuliaan Benih Tanaman Hutan. Yokyakarta.
- Towill, L. E. (2005). *Germplasm preservation*. p. 277-284. In. R.N. Trigiano and D.J. Gray (eds.) *Plant Development and Biotechnology*. CRC Press. Boca Raton, USA
- Widaningrum WE. (2000). *Teknis Sterilisasi Dalam Kultur Jaringan Eksplan Tunas Aksilar Bamboo Tali (Gigantochloa apus Kurz)*. Bogor
- Yuono, T. (2012). <http://teguh-yuono.blogspot.co.id/2012/05/bioteknologi-pertanian-sterilisasi.html>
- Yusnita. (2010). *Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Agromedia Pustaka

PENGARUH KONSENTRASI PUPUK PELENGKAP CAIR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL BEBERAPA GENOTIP KRISAN HASIL POLIPLIOTIDI

Ai Komariah¹, Roni Assafaat Hadi¹, Ujang Enoh Mulyadi²

¹Universitas Winaya Mukti; Jln. Raya Tanjungsari-Sumedang Km 29, Tanjungsari, Sumedang
Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Unwim, Tanjungsari, Sumedang

²Alumni Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Unwim, Tanjungsari, Sumedang

e-mail : ai.komariah@unwim.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pupuk pelengkap cair terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa genotip krisan hasil poliploid. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti, dari bulan Juni sampai dengan bulan September 2018 dengan ketinggian tempat 878 meter di atas permukaan laut (m dpl). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terbagi (Split Plot Design) yang terdiri dari 2 faktor dan 2 ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi PPC (P) ditempatkan sebagai petak utama yang terdiri dari 5 taraf yaitu: $p_0 = \text{Tanpa PPC}$, $p_1 = \text{PPC } 1 \text{ ml L}^{-1} \text{ larutan}$, $p_2 = \text{PPC } 2 \text{ ml L}^{-1} \text{ larutan}$, $p_3 = \text{PPC } 3 \text{ ml L}^{-1} \text{ larutan}$, $p_4 = \text{PPC } 4 \text{ ml L}^{-1} \text{ larutan}$. Faktor kedua adalah genotip krisan hasil poliploid (G) ditempatkan sebagai anak petak yang terdiri atas 4 taraf yaitu: $g_0 = \text{KRA}_0$, $g_1 = \text{KRA}_1$, $g_2 = \text{KRA}_2$, dan $g_3 = \text{KRA}_3$. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara konsentrasi pupuk pelengkap cair sebanyak 3 ml L⁻¹ terhadap genotip krisan hasil poliploid KRA₁ yang memberikan pertumbuhan dan hasil genotip krisan hasil poliploid terbaik.

Kata Kunci: Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair, Krisan, Poliploid

Abstract. This study aims to determine the effect of liquid supplementary fertilizer concentration on the growth and yield of several polyploidy chrysanthemum genotypes. This research was conducted in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, University of Winaya Mukti, from June to September 2018 with an altitude of 878 meters above sea level. The experimental design used was a Split Plot Design consists of 2 factors and 2 replications. The first factor is the concentration of Liquid Supplementary Fertilizer Concentration (as LSFC) (P) placed as the main plot consists of 5 levels, namely: $p_0 = \text{Without LSFC}$, $p_1 = 1 \text{ ml L}^{-1} \text{ solution LSFC}$, $p_2 = 2 \text{ ml L}^{-1} \text{ solution LSFC}$, $p_3 = 3 \text{ ml L}^{-1} \text{ solution LSFC}$, $p_4 = 4 \text{ ml L}^{-1} \text{ solution LSFC}$. The second factor is the polyploidy chrysanthemum genotype (G) placed as a subplot consists of 4 levels, namely: $g_0 = \text{KRA}_0$, $g_1 = \text{KRA}_1$, $g_2 = \text{KRA}_2$, and $g_3 = \text{KRA}_3$. The results of this experiment showed that there was an interaction between the concentration of liquid supplementary fertilizer as much as 3 ml L⁻¹ against the chrysanthemum genotype of KRA₁ polyploidy which gave the growth and yield of chrysanthemum genotypes the best polyploidy results.

Keywords: Liquid Supplementary Fertilizer Concentration, Chrysanthemum, Polyploidy

PENDAHULUAN

Tanaman hias adalah segala jenis tanaman yang memiliki nilai hias (bunga, batang, tajuk, cabang, daun, akar, aroma dan sebagainya) yang menimbulkan kesan indah (artistik) atau kesan seni. Tanaman hias terdiri dari tanaman hias pot, tanaman hias potong, tanaman hias daun dan tanaman hias lansekap. Tanaman hias sebagai penyejuk jiwa, mendatangkan rasa tenang maupun mendatangkan keuntungan materi bagi yang mengusahakannya. Tanaman hias memiliki potensi yang sangat besar dalam membentuk kehalusan budi, menjaga kenyamanan lingkungan, menjaga kelestarian alam, kestabilan jiwa manusia, meningkatkan pendapatan petani dan memperluas lapangan pekerjaan (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Sumatera Barat, 2014).

Salah satu tanaman hias yang banyak diminati oleh masyarakat adalah krisan. Krisan (*Chrysanthemum* sp) adalah tanaman bunga hias berupa herba dengan sebutan lain seruni atau bunga emas (*Golden Flower*). Tanaman krisan memiliki bentuk dan warna yang beragam serta unik dan menarik sehingga banyak diminati oleh masyarakat. Selain sebagai penghias, juga sebagai tanaman

pengusir nyamuk dan tanaman obat (Badan Pusat Statistik, 2014). Mengingat betapa besarnya peluang usaha untuk membudidayakan krisan, perlu adanya varian baru yang dapat mencegah kejenuhan pasar maka dilakukan teknik poliploidi. Menurut Suryo (1995) salah satu usaha pemuliaan tanaman untuk menghasilkan bunga krisan unggul yaitu menggunakan teknik poliploidisasi dengan zat mutagenik kolkisin. Kolkisin merupakan suatu alkaloid yang berasal dari umbi dan biji tanaman *Colchicum autumnale*. Menurut Brewbaker (1983) dikutip Ajjiah dan Bermawie (2003), kolkisin berpengaruh menghentikan aktivitas benang-benang pengikat kromosom (*spindel*) sehingga kromosom yang telah membelah tidak memisahkan diri dalam anafase pada pembelahan sel. Dengan terhentinya proses pemisahan kromosom pada metafase mengakibatkan penambahan jumlah kromosom dalam sel sehingga tanaman poliploid lebih kekar dan memiliki akar, batang, daun, bunga dan buah lebih besar dibanding tanaman diploid (Suryo, 1995).

Pupuk organik cair adalah jenis pupuk berbentuk cair tidak padat mudah sekali larut pada tanah dan membawa unsur-unsur penting untuk pertumbuhan tanaman. Pupuk organik cair mempunyai banyak kelebihan diantaranya, pupuk tersebut mengandung zat tertentu seperti mikroorganisme jarang terdapat dalam pupuk organik padat dalam bentuk kering (Syefani & Lilia dikutip Mufida, 2013). Salah satu pupuk cair yang dapat digunakan yaitu Pupuk Pelengkap Cair (PPC). Pupuk pelengkap cair adalah pupuk cair yang berfungsi sebagai pupuk pelengkap yang memberi nutrisi lebih pada daun dan batang (Shafwandi, 2011).

Menurut Widiastoety et al. (1993), pemberian pupuk akan lebih efektif bila diberikan melalui daun dari pada media. Bagian tersebut mampu menyerap pupuk sekitar 90%, dan akar hanya mampu menyerap sekitar 10%.

BAHAN DAN METODOLOGI

Percobaan eksperimental telah dilaksanakan di Rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang dengan ketinggian tempat 874 m dpl. Pelaksanaan percobaan ini dilakukan pada bulan Juli sampai dengan bulan September 2018.

Peralatan yang digunakan pada percobaan ini adalah gelas ukur, pipet, sprayer, kamera, alat tulis, papan dada, penggaris, termometer, baki, silet, ember, kawat, lap, spidol, bambu, label, golok, gergaji, plastik, jangka sorong. Bahan-bahan yang dipergunakan untuk percobaan ini adalah *planlet* krisan hasil poliploidi (KRA_0 , KRA_1 , KRA_2 , KRA_3), *polybag* dengan ukuran 20 cm x 25 cm, arang sekam, pupuk Bio Sugih, *Root Up*, benang, air, fungisida, bakterisida, insektisida, akarisisida, kertas atau koran, lap.

Rancangan lingkungan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Petak Terpisah (*Split Plot Design*) yang terdiri dari 2 faktor dan 2 ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair (P) dan faktor kedua adalah genotip krisan hasil poliploidi (G). Pelaksanaan penelitian meliputi persiapan media dan benih krisan hasil poliploidi, aklimatisasi, pemindahan benih krisan ke *polybag*, penyemprotan PPC, pemeliharaan (penyulaman, pengendalian hama dan penyakit, penyiraman), dan pengamatan.

Pengamatan penunjang adalah pengamatan yang datanya tidak dianalisis secara statistik, yang berguna untuk mendukung pengamatan utama yang terjadi di rumah kaca meliputi temperatur, serangan hama dan penyakit, bentuk daun, bentuk mahkota. Pengamatan utama yaitu pengamatan yang datanya dianalisis secara statistik. Respons tanaman yaitu suatu reaksi yang dimunculkan oleh tanaman akibat adanya perlakuan yang diberikan dan untuk mengetahui pengaruh pemberian perlakuan maka harus dilakukan pengamatan, pengamatan utama meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah buku, panjang tangkai, diameter bunga, jumlah bunga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tinggi Tanaman

Konsentrasi pupuk pelengkap cair tidak terjadi interaksi terhadap tinggi tanaman krisan hasil poliploidi pada umur 2 MST, 4 MST, 6 MST, 8 MST, dan 10 MST, tetapi pada umur 12 MST terjadi interaksi antara konsentrasi pupuk pelengkap cair terhadap tinggi tanaman krisan hasil poliploidi (Tabel 1 dan Tabel 2).

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui pada konsentrasi pupuk pelengkap cair yang berbeda menunjukkan berbeda tidak nyata terhadap tinggi tanaman umur 2 MST, 4 MST, 6 MST, 8 MST, dan 10 MST. Pada genotip krisan hasil poliploid yang berbeda menunjukkan berbeda tidak nyata terhadap tinggi tanaman pada setiap umur pengamatan. Menurut Humpreys (1978) *dikutip* Ruminta, *dkk* (2017) unsur nitrogen yang tersedia akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan vegetatif terlebih dahulu yaitu penambahan tinggi dan penambahan jumlah daun, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman pada setiap perlakuan akan relatif sama. Unsur P juga berperan dalam proses pembelahan sel membentuk organ tanaman, sehingga berperan dalam penambahan tinggi tanaman (Puspawati *et al.*, 2016). Selain pemberian konsentrasi PPC, pertumbuhan dan perkembangan tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman. Menurut Hindarti (2002) mengemukakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara lama perendaman dan konsentrasi kolkhisin pada jumlah kromosom, lebar daun, tinggi tanaman, bobot segar, diameter umbi, volume umbi, bobot siung, dan kandungan protein, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah siung bawang putih. Pada pengamatan 12 MST, perlakuan 3 ml⁻¹ larutan PPC memberikan pengaruh terbaik terhadap genotip krisan hasil poliploid KRA₀ merupakan genotip yang memiliki tinggi tanaman paling tinggi.

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair dan Berbagai Genotip Krisan Hasil Poliploid terhadap Tinggi Tanaman Umur 2 MST, 4 MST, 6 MST, 8 MST, 10 MST.

Perlakuan	Tinggi Tanaman				
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST
pupuk (P)					
p ₀ (tanpa PPC)	1,39 a	2,63 a	3,78 a	5,84 a	7,18 a
p ₁ (PPC 1 ml L ⁻¹)	1,52 a	3,73 a	5,56 a	8,54 a	12,70 a
p ₂ (PPC 2 ml L ⁻¹)	1,06 a	3,02 a	5,30 a	9,25 a	12,06 a
p ₃ (PPC 3 ml L ⁻¹)	1,10 a	3,48 a	5,88 a	11,25 a	14,99 a
p ₄ (PPC 4 ml L ⁻¹)	1,61 a	3,92 a	7,11 a	11,36 a	14,73 a
genotip (G)					
g ₀ (KRA ₀)	1,22 a	3,34 a	5,49 a	10,66 a	13,33 a
g ₁ (KRA ₁)	1,63 a	3,28 a	4,99 a	7,54 a	11,10 a
g ₂ (KRA ₂)	1,18 a	3,16 a	5,66 a	9,50 a	13,33 a
g ₃ (KRA ₃)	1,31 a	3,66 a	5,97 a	9,30 a	11,58 a

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Beda Nyata Terkecil pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi pupuk pelengkap cair dan beberapa genotip krisan hasil poliploid. Genotip krisan hasil poliploid KRA₀ yang diberi PPC 3 ml L⁻¹ memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman umur 12 MST dibanding perlakuan lainnya.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair dan Berbagai Genotip Krisan Hasil Poliploid terhadap Tinggi Tanaman Umur 12 MST.

Perlakuan	g ₀ (KRA ₀)	g ₁ (KRA ₁)	g ₂ (KRA ₂)	g ₃ (KRA ₃)
p ₀ (tanpa PPC)	14,58 C	a 4,13 A	A 12,45 C	a 8,25 B
p ₁ (PPC 1 ml L ⁻¹)	14,35 A	a 16,05 AB	B 16,03 A	a 18,83 B
p ₂ (PPC 2 ml L ⁻¹)	18,98 B	b 12,50 A	B 14,25 A	a 12,33 A
p ₃ (PPC 3 ml L ⁻¹)	20,25 B	b 17,78 B	B 17,90 B	a 7,98 A
p ₄ (PPC 4 ml L ⁻¹)	17,03 A	ab 19,58 A	B 17,23 A	a 17,83 A

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang ditandai huruf kecil (arah vertikal) dan huruf kapital (arah horizontal) yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Beda Nyata Terkecil pada taraf nyata 5%.

2. Diameter Batang

Konsentrasi pupuk pelengkap cair terjadi interaksi terhadap diameter batang beberapa genotip krisan hasil poliploidi umur 2 MST, sedang pada umur pengamatan lainnya tidak terjadi interaksi antara konsentrasi pupuk pelengkap cair dan beberapa genotip krisan hasil poliploid (Tabel 3 dan Tabel 4).

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi pupuk pelengkap cair dan beberapa genotip krisan hasil poliploidi. Genotip krisan hasil poliploidi KRA₃ yang diberi 3 ml.L⁻¹ larutan PPC memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap diameter batang umur 2 MST dibanding perlakuan lainnya.

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair Dan Berbagai Genotip Krisan Hasil Poliploidi terhadap Diameter Batang Umur 2 MST.

Perlakuan	g ₀ (KRA ₀)	g ₁ (KRA ₁)	g ₂ (KRA ₂)	g ₃ (KRA ₃)
p ₀ (tanpa PPC)	0,06 a A	0,07 b A	0,10 c A	0,13 d A
p ₁ (PPC 1 ml L ⁻¹)	0,24 d A	0,10 c A	0,09 b A	0,25 c A
p ₂ (PPC 2 ml L ⁻¹)	0,16 c A	0,05 a A	0,16 c A	0,11 a A
p ₃ (PPC 3 ml L ⁻¹)	0,16 c AB	0,17 d B	0,05 a A	0,80 d C
p ₄ (PPC 4 ml L ⁻¹)	0,13 b A	0,09 c A	0,09 b A	0,11 a A

Keterangan: Angka rata-rata perlakuan yang ditandai huruf kecil (arah vertikal) dan huruf kapital (arah horizontal) yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Beda Nyata Terkecil pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4, konsentrasi 3 ml.L⁻¹ larutan PPC berbeda nyata dengan perlakuan lainnya pada diameter batang umur 10 MST dan konsentrasi 4 ml.L⁻¹ larutan PPC pada umur 12 MST sedangkan untuk seluruh genotip krisan hasil poliploidi berbeda tidak nyata.

Tabel 4. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair dan Berbagai Genotip Krisan Hasil Poliploidi terhadap Diameter Batang Umur 4 MST, 6 MST, 8 MST, 10 MST, 12 MST.

Perlakuan	Diameter Batang				
	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST	12 MST
pupuk (P)					
p ₀ (tanpa PPC)	0,22 a	0,37 a	0,53 a	0,53 a	0,71 a
p ₁ (PPC 1 ml L ⁻¹)	0,30 a	0,50 a	0,78 a	0,78 ab	1,08 ab
p ₂ (PPC 2 ml L ⁻¹)	0,19 a	0,44 a	0,84 a	0,95 ab	1,17 ab
p ₃ (PPC 3 ml L ⁻¹)	0,35 a	0,64 a	1,09 a	1,20 b	1,30 ab
p ₄ (PPC 4 ml L ⁻¹)	0,22 a	0,55 a	1,02 a	1,15 b	1,42 b
genotip (G)					
g ₀ (KRA ₀)	0,28 a	0,53 a	0,98 a	1,07 a	1,27 a
g ₁ (KRA ₁)	0,23 a	0,45 a	0,78 a	0,90 a	1,16 a
g ₂ (KRA ₂)	0,21 a	0,47 a	0,86 a	0,89 a	1,10 a
g ₃ (KRA ₃)	0,30 a	0,54 a	0,79 a	0,82 a	1,02 a

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Beda Terkecil pada taraf nyata 5%.

Perlakuan konsentrasi pupuk pelengkap cair (PPC) terhadap diameter batang menunjukkan adanya interaksi pada umur 2 MST (Tabel 3). Unsur hara N, P, K merupakan unsur hara makro yang banyak diserap tanaman terutama pada fase vegetatif. Hal ini sesuai dengan pernyataan menurut Hidayati (2009), pupuk N, P, K sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman terutama dalam merangsang pembentukan tinggi tanaman dan pembesaran diameter batang. Diameter batang juga dapat dipengaruhi oleh tanaman itu sendiri atau genetik dari tanamannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sandra (2003) salah satu teknik membuat anggrek raksasa atau lebih besar dari keadaan

normalnya adalah dengan melipatgandakan kromosom (poliploid). Pelipatgandaan kromosom dapat dibantu dengan kolkhisin. Pada perlakuan PPC 3 ml⁻¹ larutan memberikan hasil terbaik terhadap genotip krisan hasil poliploidi KRA₃. Genotip krisan hasil poliploidi KRA₃ merupakan genotip yang memiliki diameter paling besar hal ini dapat terjadi akibat dari pemberian kolkhisin. Menurut Griesbach (1985) *dikutip* Rahayu (2015) poliploidi juga dapat menghasilkan tanaman dengan daun yang lebih tebal, warna daun yang lebih hijau, serta diameter batang dan akar yang lebih besar.

Efek mandiri menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk pelengkap cair memberikan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap beberapa genotip krisan hasil poliploidi (Tabel 4). Pada batang dikotil terdapat pertumbuhan sekunder. Pertumbuhan ini dilakukan oleh kambium yang mengadakan dilatasi ke arah membujur, mendatar dan menjari sehingga diameter batang menjadi lebih tebal (Mulyani S, 2006). Hal tersebut tidak terlepas dari terpenuhinya kebutuhan unsur hara pada tanaman dengan baik sehingga dapat terjadinya penambahan diameter batang.

3. Jumlah Daun

Konsentrasi pupuk pelengkap cair dan berbagai genotip krisan hasil poliploidi tidak terjadi interaksi terhadap jumlah daun pada seluruh umur pengamatan (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair dan Berbagai Genotip Krisan Hasil Poliploidi terhadap Jumlah Daun Umur 2 MST, 4 MST, 6 MST, 8 MST, 10 MST, 12 MST.

Perlakuan	Jumlah daun					
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST	12 MST
pupuk (P)						
p ₀ (tanpa PPC)	2,44 a	3,25 a	6,88 a	10,06 a	7,04 a	9,38 a
p ₁ (PPC 1 ml L ⁻¹)	2,06 a	3,19 a	8,00 a	12,13 a	12,81 a	15,44 a
p ₂ (PPC 2 ml L ⁻¹)	2,69 a	4,19 a	6,88 a	9,13 a	8,50 a	12,94 a
p ₃ (PPC 3 ml L ⁻¹)	1,97 a	3,48 a	8,18 a	10,81 a	8,54 a	12,28 a
p ₄ (PPC 4 ml L ⁻¹)	1,31 a	3,81 a	9,00 a	14,94 a	17,38 a	20,88 a
genotip (G)						
g ₀ (KRA ₀)	1,55 a	2,65 a	7,45 a	11,6 a	13,73 b	14,75 b
g ₁ (KRA ₁)	2,20 a	3,50 a	8,00 a	11,4 a	10,80 ab	17,60 b
g ₂ (KRA ₂)	2,60 a	4,95 a	9,10 a	13,2 a	10,90 ab	16,05 b
g ₃ (KRA ₃)	2,02 a	3,23 a	6,59 a	9,45 a	8,22 a	8,32 a

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut Uji Beda Terkecil pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 5, konsentrasi PPC menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap jumlah daun pada seluruh pengamatan, sedang untuk genotip krisan hasil poliploidi KRA₀ umur 10 MST menunjukkan berbeda nyata. Pada umur 12 MST genotip krisan hasil poliploidi KRA₁ menunjukkan berbeda nyata dengan genotip lainnya. Efek mandiri menunjukkan konsentrasi pupuk pelengkap cair berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun, kemungkinan hal ini disebabkan karena pengaruh luar yaitu kondisi lingkungan, salah satu kondisi lingkungan yang dapat menyebabkan tanaman terganggu dalam pertumbuhannya adalah faktor cahaya. Kekurangan cahaya matahari akan menghambat proses fotosintesis, Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi tinggi dan banyaknya daun pada suatu tanaman (Wahyono dan Rahayu, 2014). Menurut Lakitan (1996) faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan daun antara lain intensitas cahaya, suhu udara, ketersediaan air dan unsur hara. Pada genotip krisan hasil poliploidi KRA₀ (kontrol) adalah genotip yang menunjukkan jumlah daun paling banyak, karena genotip yang diberi kolkhisin pertumbuhannya lambat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rodiansah (2007) bahwa perlakuan kolkhisin pada tanaman stevia secara *in vitro* menghambat pertumbuhan vegetatif serta dapat menghasilkan 14% planlet yang memiliki jumlah kromosom lebih dari normal dan 54,2% yang kurang dari normal.

4. Jumlah Buku

Konsentrasi pupuk pelengkap cair dan beberapa genotip krisan hasil poliploidi tidak terjadi interaksi terhadap pengamatan jumlah buku tanaman krisan pada umur 2 MST, 4 MST, 6 MST, dan 8 MST, sedang pada pengamatan umur 10 MST dan 12 MST terjadi interaksi antara kedua faktor perlakuan tersebut (Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8).

Tabel 6. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair dan Berbagai Genotip Krisan Hasil Poliploidi terhadap Jumlah Buku Umur 2 MST, 4 MST, 6 MST, 8 MST.

Perlakuan	Jumlah buku			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
pupuk (P)				
p ₀ (tanpa PPC)	2,50 a	4,50 a	6,38 a	8,81 a
p ₁ (PPC 1 ml L ⁻¹)	2,50 a	5,19 a	7,94 b	12,13 a
p ₂ (PPC 2 ml L ⁻¹)	1,94 a	4,63 a	7,31 b	10,63 a
p ₃ (PPC 3 ml L ⁻¹)	1,45 a	4,71 a	7,51 b	10,76 a
p ₄ (PPC 4 ml L ⁻¹)	1,63 a	4,31 a	8,56 c	12,38 a
genotip (G)				
g ₀ (KRA ₀)	1,95 a	4,35 a	7,35 ab	11,00 b
g ₁ (KRA ₁)	2,30 a	4,75 a	8,20 b	11,56 b
g ₂ (KRA ₂)	1,80 a	5,55 a	8,40 b	12,10 b
g ₃ (KRA ₃)	1,96 a	4,02 a	6,21 a	9,01 a

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Beda Terkecil pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 6, konsentrasi 4 ml L⁻¹ larutan PPC berbeda nyata terhadap jumlah buku umur 6 MST, sedang pada seluruh pengamatan menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata. Genotip krisan hasil poliploidi KRA₂ menunjukkan berbeda nyata pada umur 6 MST dan 8 MST.

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi pupuk pelengkap cair dan beberapa genotip krisan hasil poliploidi. Genotip krisan hasil poliploidi KRA₁ yang diberi 4 ml L⁻¹ larutan PPC memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap jumlah buku umur 10 MST dibanding perlakuan lainnya.

Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi pupuk pelengkap cair dan beberapa genotip krisan hasil poliploidi. Genotip krisan hasil poliploidi KRA₁ yang diberi PPC 4 ml L⁻¹ larutan memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap jumlah buku umur 12 MST dibanding perlakuan lainnya.

Tabel 7. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair dan Berbagai Genotip Krisan Hasil Poliploidi terhadap Jumlah Buku Umur 10 MST.

Perlakuan	g ₀ (KRA ₀)		g ₁ (KRA ₁)		g ₂ (KRA ₂)		g ₃ (KRA ₃)	
p ₀ (tanpa PPC)	11,25	a	10,25	a	15,50	a	10,25	a
	A		A		B		A	
p ₁ (PPC 1 ml L ⁻¹)	14,00	a	15,25	ab	13,00	a	19,25	b
	A		B		A		C	
p ₂ (PPC 2 ml L ⁻¹)	16,50	a	12,00	ab	17,50	b	9,25	a
	C		B		C		A	
p ₃ (PPC 3 ml L ⁻¹)	15,50	a	13,00	ab	12,50	a	10,30	a
	C		B		B		A	
p ₄ (PPC 4 ml L ⁻¹)	15,75	a	21,00	b	15,00	a	13,50	a
	A		B		A		A	

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang ditandai huruf kecil (arah vertikal) dan huruf kapital (arah horizontal) yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji beda nyata terkecil pada taraf 5%.

Tabel 8. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair dan Berbagai Genotip Krisan Hasil Poliploidi terhadap Jumlah Buku Umur 12 MST.

Perlakuan	g ₀ (KRA ₀)	g ₁ (KRA ₁)	g ₂ (KRA ₂)	g ₃ (KRA ₃)
p ₀ (tanpa PPC)	15,25 B	a AB	10,50 AB	a C
p ₁ (PPC 1 ml L ⁻¹)	17,75 AB	a AB	18,25 A	ab B
p ₂ (PPC 2 ml L ⁻¹)	15,25 B	a B	17,75 B	ab A
p ₃ (PPC 3 ml L ⁻¹)	17,25 B	a B	17,75 B	ab A
p ₄ (PPC 4 ml L ⁻¹)	15,50 A	a B	29,25 B	ab A

Keterangan : Angka rata-rata perlakuan yang ditandai huruf kecil (arah vertikal) dan huruf kapital (arah horizontal) yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji beda nyata terkecil pada taraf 5%.

Buku merupakan tempat tumbuhnya daun dan tunas lateral, jumlah buku dapat mempengaruhi terhadap banyaknya setek yang akan dihasilkan dari genotip krisan tersebut yang akan dijadikan indukan. Efek mandiri pada parameter pengamatan jumlah buku bahwa pemberian pupuk pelengkap cair dapat memberikan pengaruh terhadap jumlah buku dari beberapa genotip krisan hasil poliploidi (Tabel 6). Pada perlakuan konsentrasi 4 ml⁻¹ larutan PPC memberikan pengaruh terbaik pada umur 6 MST, sedang pada genotip krisan hasil poliploidi KRA₁ dan KRA₂ memberikan jumlah daun paling banyak.

Hasil analisis konsentrasi pupuk pelengkap cair terhadap beberapa genotip krisan hasil poliploidi menunjukkan adanya interaksi pada parameter pengamatan jumlah buku umur 10 MST dan 12 MST. Hal ini mungkin awal dari pertumbuhan jumlah buku. Pada hasil pengamatan 10 MST pemberian konsentrasi pupuk pelengkap cair yang terbaik yaitu 4 ml⁻¹ larutan PPC dan genotip krisan hasil poliploidi terbaik yaitu KRA₁ dengan jumlah buku terbanyak dan pada pengamatan 12 MST pemberian konsentrasi pupuk pelengkap cair terbaik yaitu 4 ml⁻¹ larutan PPC dan genotip krisan terbaik yaitu KRA₁ dengan jumlah buku terbanyak. Pertumbuhan vegetatif tanaman salah satunya yaitu pertumbuhan jumlah buku dapat dipengaruhi oleh unsur hara nitrogen. Menurut Gardner *et al.* (1985) dikutip Napitupulu dan Winarto (2010) nitrogen merupakan komponen struktural dari sejumlah senyawa organik penting, seperti asam amino, protein, nukleoprotein, berbagai enzim, purin, dan pirimidin yang sangat dibutuhkan untuk pembesaran dan pembelahan sel, sehingga pemberian nitrogen optimum dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Daun mengalami peningkatan dengan meningkatnya konsentrasi N.

Menurut Aminifard *dkk.* (2010) pertumbuhan vegetatif tanaman sangat membutuhkan unsur hara, terutama nitrogen (N). Selain tersedianya N faktor genetik mempengaruhi pertumbuhan suatu tanaman karena perubahan yang terjadi pada tanaman akibat pemberian kolkhisin dapat bervariasi (Rose dikutip Nilahayati, 2007). Dapat diduga bahwa jumlah buku dapat dipengaruhi oleh pemberian kolkhisin.

5. Panjang Tangkai Bunga, Diameter Bunga dan Jumlah Bunga

Konsentrasi pupuk pelengkap cair dan beberapa genotip krisan hasil poliploidi tidak terjadi interaksi terhadap panjang tangkai bunga, diameter bunga dan jumlah bunga pada pengamatan umur 12 MST (Tabel 9).

Berdasarkan Tabel 9, pada seluruh konsentrasi PPC dan beberapa genotip krisan hasil poliploidi menunjukkan berbeda tidak nyata terhadap panjang tangkai bunga, diameter bunga dan jumlah bunga pada umur 12 MST. Efek mandiri menunjukkan konsentrasi pupuk pelengkap cair tidak berpengaruh terhadap panjang tangkai genotip krisan hasil poliploidi, dan genotip krisan tidak menunjukkan adanya perbedaan. Hal ini diduga karena faktor pencahayaan yang kurang sehingga tanaman krisan cepat berbunga dan memiliki tangkai yang pendek. Sesuai dengan pernyataan Mufarrikha *et al.* (2014) penambahan cahaya yang baik dilakukan selama 4 jam sehari, karena penambahan cahaya 4-5 jam dapat meningkatkan panjang tangkai tanaman krisan dibandingkan

penambahan selama 2-3 jam sehari. Penambahan cahaya mampu mempertahankan fase vegetatif supaya Panjang tangkai mampu dicapai. Menurut Indrianingsih (2011) perbedaan lama penambahan cahaya tidak mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman, lingkaran batang berat basah dan berat kering, tetapi penambahan cahaya dapat mempertahankan fase vegetatif krisan.

Tabel 9. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Pelengkap Cair dan Berbagai Genotip Krisan Hasil Poliploidi terhadap Panjang Tangkai Bunga, Diameter Bunga dan Jumlah Bunga Umur 12 MST

Perlakuan	Panjang Tangkai Bunga		Diameter Bunga		Jumlah Bunga	
pupuk (P)						
p ₀ (tanpa PPC)	2,28	a	1,64	A	1,50	a
p ₁ (PPC 1 ml L ⁻¹)	5,04	a	4,71	A	2,13	a
p ₂ (PPC 2 ml L ⁻¹)	4,41	a	4,13	A	1,85	a
p ₃ (PPC 3 ml L ⁻¹)	6,49	a	5,33	A	2,27	a
p ₄ (PPC 4 ml L ⁻¹)	5,75	a	5,52	A	2,66	a
genotip (G)						
g ₀ (KRA ₀)	5,74	a	4,57	A	2,36	a
g ₁ (KRA ₁)	3,23	a	3,36	A	2,12	a
g ₂ (KRA ₂)	5,38	a	5,01	A	2,01	a
g ₃ (KRA ₃)	4,84	a	4,13	A	1,83	a

Keterangan: Angka rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Beda Terkecil pada taraf nyata 5%.

Genotip krisan hasil poliploidi menghasilkan bunga dengan tipe spray artinya bunga yang dihasilkan lebih dari satu. Efek mandiri menunjukkan konsentrasi pupuk pelengkap cair tidak berpengaruh terhadap jumlah bunga, dan genotip krisan hasil poliploidi tidak menunjukkan adanya perbedaan hal ini diduga pada saat perendaman dengan kolkhisin tidak terlalu lama. Penelitian yang dilakukan Zuhrah, *et al.* (2010) menunjukkan bahwa konsentrasi dan perendaman kolkhisin tidak berpengaruh terhadap perubahan morfologi jumlah kuntum bunga perbatang pada tanaman sedap malam.

Efek mandiri menunjukkan konsentrasi pupuk pelengkap cair tidak berpengaruh terhadap diameter bunga, dan genotip krisan hasil poliploidi tidak menunjukkan adanya perbedaan. Hal ini diduga pada saat perendaman dengan kolkhisin tidak terlalu lama. Penelitian yang dilakukan Zuhrah, *et al.* (2010) menunjukkan perlakuan konsentrasi kolkhisin 300 ppm dan lama perendaman selama 9 jam menghasilkan diameter kuntum bunga yang paling besar dibanding dengan perlakuan termasuk tanpa kolkhisin (kontrol). Jika lama perendaman ditambah kemungkinan bunga yang dihasilkan tanaman krisan ini akan berdiameter lebih besar di banding dengan kontrol.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan mengenai pengaruh konsentrasi pupuk pelengkap cair (PPC) terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa genotip krisan hasil poliploidi dapat disimpulkan:

1. Terjadi interaksi antara pemberian konsentrasi pupuk pelengkap cair (PPC) dengan beberapa genotip krisan hasil poliploidi terhadap tinggi tanaman umur 12 MST, diameter batang umur 2 MST, serta jumlah buku umur 10 MST dan 12 MST.
2. Perlakuan 3 ml L⁻¹ PPC larutan memberikan pengaruh yang terbaik pada pertumbuhan dan hasil genotip krisan hasil poliploidi.
3. Genotip krisan hasil poliploidi KRA₁ memberikan respons terbaik dibanding genotip krisan Hasil poliploidi lainnya

2. Saran

Untuk mendapatkan hasil terbaik mengenai pengaruh konsentrasi pupuk pelengkap cair terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa genotip krisan hasil poliploid, disarankan menggunakan pupuk pelengkap cair 3 ml L⁻¹ larutan PPC dan genotip krisan hasil poliploid KRA₁.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajjah, N., dan Bermawie. N. 2003. Pengaruh Kolkisin Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Tipe Kencur (*Kaempferia galanga* Linn.).
- Aminifard, M.H., H. Aroiee, H. Fatemi, A. Ameri, S. Karimpour. 2010. *Responses of eggplant (Solanum melongena L.) to different rates of nitrogen under field conditions. J. Central. European Agric.* 11:453-458.
- Badan Pusat Statistik. 2014. <http://www.bps.go.id/site/pilihdata>.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Sumatera Barat. 2014. Pengembangan Tanaman Hias.
- Haryadi, S.S. 1989. Pengantar Agronomi. Gramedia. Jakarta.
- Hidayati, N. 2009. Efektivitas Pupuk Hayati Pada Berbagai Lama Simpan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza sativa*) Dan Jagung (*Zea mays*). Skripsi. Departemen biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hindarti, N.W. 2002. Lama Perendaman dan Konsentrasi Kolkisin pada Poliploidisasi Bawang Putih. (Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta).
- Indrianingsih, C. 2011. Pengaruh perbedaan Lama Penambahan Cahaya terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Krisan. Jurusan Biologi Universitas Diponegoro, Semarang.
- Mufarrikha L, Ninuk H, Eko W. 2014. Respon Dua Kultivar Tanaman Krisan (*Chrysanthemum morifolium*) Pada Berbagai Lama Penambahan Cahaya Buatan. *J. Protan* vol. 2 no. 1.
- Mufida, L. 2013. Pengaruh Penggunaan Konsentrasi FPE (*Fermented Plant Extrac*) Kulit Pisang Terhadap Jumlah Daun. Kadar Klorofil dan Kadar Kalium pada Tanaman Seledri (*Apiung raveolensi*). IKIP PGRI Semarang. Semarang. 126 hlm.
- Mulyani, S. 2006. Anatomi Tumbuhan. Kanisius. Jakarta.
- Napitupulu, D. dan L. Winarto. 2010. Pengaruh Pemberian Pupuk N dan K terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah.
- Nilahayati. 2007. Keragaman Semaklonal pada Krisan (*Dendrathera grandiflora* Tzvelev) secara *In Vitro* dengan menggunakan Kolkisin. *Jurnal Agrista* Vol.11 No.1.
- Puspawati, S, W Sutari, dan Kusumiyati. 2016. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) dan dosis pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L.var Rugosa Bonaf) kultivar Talenta. *Jurnal Kultivasi.* 15(3): 208-216.
- Rahayu, E. M. D, Sukma. D., Syukur. M., Sandra. A. A, dan Irawati. 2015. Induksi Poliploid Menggunakan Kolkisin Secara *In Vivo* Pada Bibit Anggrek Bulan (*Phalaenopsis Amabilis* (L.) Blume).
- Rodiansah, A. 2007. Induksi Mutasi Kromosom dengan Kolkisin pada Tanaman Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni M) klon Zweeteners Secara *In Vitro*. Skripsi. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ruminta, Yuwariah, R. dan Sabrina, R. 2017. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) terhadap Jarak Tanam dan Pupuk Pelengkap Cair.
- Sandra, E. 2003. Membuat Anggrek Rajin Berbunga. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Shafwandi. 2011. PPC (Pupuk Pelengkap Cair). <http://pustaka-pertanian.blogspot.com/2011/12/mol-micro-organisme-local.html>. Diakses pada 3 Mei 2018.
- Suryo. 1995. Sitogenetika. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wahyono, N. D. dan Sri Rahayu. 2014. Aplikasi Pupuk Biourine Pada Beberapa Varitas Kacang Hijau (*Vigna radiata* L) Terhadap Produksi Kacang Hijau. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, Vol.14 No.1 Hal. 110116.
- Widiastoety, D., Subiyanto dan Farid, A. Bahar. 1993. Pengaruh Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek (*Vanda diana*). *Buletin Penelitian Tanaman Hias* 1 (1):13-18.
- Zuhrah, A., Nurul, A dan Tatik, W. 2010. Respon Morfologi Tanaman Sedap Malam (*Polianthes tuberosa* L. cv. Roro Anteng) terhadap Pemberian *Colchicine*.

PERBANDINGAN MORFOLOGI SPERMATOZOA SAPI PASUNDAN MENGGUNAKAN PEWARNAAN EOSIN-NIGROSIN DAN WILLIAMS

Neni Fitriyani¹, Wilmientje M. Nalley², A Baharun³, R Iis Arifiantini⁴

Dokter Hewan Praktisi di Zoom Vet Team, Bandung
Fakultas Peternakan Universitas Nusa Cendana, Jl Adisucipto Penfui Kupang, NTT
Prodi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Djuanda, Bogor
Divisi Reproduksi dan Kebidanan, Departemen Klinik Reproduksi dan Patologi, Fakultas Kedokteran
Hewan Institut Pertanian Bogor
e-mail: iis.arifiantinipurna@gmail.com

Abstrak. Sapi Pasundan adalah salah satu sapi lokal dari Jawa Barat, Indonesia mulai ditetapkan pada tahun 2014. Sapi pasundan memiliki potensi tinggi sebagai sapi potong. Morfologi spermatozoa adalah faktor penting untuk menentukan tingkat keberhasilan dalam membuahi sel telur. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kelainan sperma pada semen banteng pasundan, jenis kelainan sperma, dan membandingkan penggunaan pewarnaan Williams dan Eosin-nigrosin untuk menentukan kelainan sperma. Semen dikumpulkan dari tiga ekor sapi jantan dewasa secara seksual milik Pusat Pembiakan Sapi Potong di Ciamis Jawa Barat. Segera setelah pengumpulan, semen dievaluasi secara makro dan mikroskopis. Penilaian morfologi sperma menggunakan pewarnaan Williams dilakukan dengan meletakkan satu tetes semen dengan 4 tetes larutan saline, aduk hingga tercoreng menjadi kaca geser yang hangat, pewarnaan dengan williams dilakukan di Unit Rehabilitasi Reproduksi di Bogor. Morfologi sperma menggunakan eosin nigrosin, melakukan dengan meletakkan satu guci semen dan campur dengan 4 tetes eosin nigrosin, aduk rata dan oleskan pada slide kedua dan keringkan dengan menempatkan di atas piring pemanasan. Kedua sampel diperiksa menggunakan mikroskop medan terang dengan 400 pembesaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, rata-rata kelainan sperma banteng pasundan adalah $9,0 \pm 4,8\%$, jenis kelainan sperma tertinggi dalam penelitian ini adalah ekor yang ditekuk dan penilaian morfologis lebih baik menggunakan pewarnaan Williams daripada pewarnaan eosin-nigrosin.

Kata kunci: Keyword: Sapi pasundan, morfologi sperma, pewarnaan Williams, eosin-nigrosin

Abstract. Pasundan bull is one of native cattle from West Java, Indonesia which was initiated at 2014. Pasundan bull has high potential as beef cattle. Sperm morphology is an important factor to determine the success rate of spermatozoa to fertilize the ovum. The research was to evaluate sperm abnormality in pasundan bulls semen, the types of sperm abnormality, and to compare the used of Williams and Eosin-nigrosin stain to determine sperm abnormality. Semen was collected from three sexually mature bulls belong to Beef Cattle Breeding Center at Ciamis West Java. Immediately after collection the semen was evaluate macro and microscopically. Sperm morphology assesment using Williams stain conducted by a putting one drop of semen with 4 drops of saline solution, mix well then smear into warm slide glass, staining with williams conducted at Unit Rehabilitation of Reproduction at Bogor. Sperm morphology using eosin nigrosin, conducting by putting one drof of semen and mix with 4 drops of eosin nigrosin, mix well and smear in the second slide and dry by placing in on a warming plate. of Both sample were examine using a bright field microscope with 400 magnification. The results showed that, the average of sperm abnormality of pasundan bull was $9.0 \pm 4.8\%$, the hihgest types of sperm abnormality in this study was bowed tail and morphological assessments were better using Williams stain than eosin-nigrosin stain.

Keywords: Pasundan bull, sperm morphology, Williams stain, eosin-nigrosin stain.

PENDAHULUAN

Sumber daya alam dan genetik ternak yang dimiliki Indonesia sangat beragam dan mempunyai potensi tinggi untuk dikembangkan. Salah satu genetik ternak asli Indonesia yaitu sapi Pasundan yang berasal dari daerah Jawa Barat. Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor

1051/kpts/SR.120/10/2014, sapi Pasundan adalah sapi lokal hasil program perkawinan silang antara sapi Peranakan Ongole (PO), sapi bali dan sapi madura. Karakteristik yang dimiliki oleh sapi pasundan antara lain mudah beradaptasi terhadap lingkungan, mudah dipelihara, relatif tahan terhadap penyakit tropis dan parasit serta mempunyai kemampuan reproduksi yang baik. Sapi pasundan selain itu, memiliki potensi sebagai sapi potong karena berat karkasnya mengandung proporsi tulang yang lebih sedikit, sehingga, perlu adanya upaya pelestarian sapi ini.

Salah satu upaya dalam melestarikan genetik ternak dapat dilakukan melalui pelestarian plasma nutfah (Thalib et al., 2001). Pelestarian plasma nutfah dilakukan melalui penentuan potensi reproduksi yang dimiliki seekor jantan dengan metode yang sudah dikembangkan yaitu metode *Breeding Soundness Evaluation* (BSE) atau *Bull Breeding Soundness Evaluation* (BBSE). Kategori yang diuji pada metode BBSE antara lain organ reproduksi umum, indeks lingkaran skrotum berdasarkan umur, molalitas spermatozoa dan morfologi spermatozoa (Purwantara et al. 2010). Morfologi spermatozoa kurang mendapatkan perhatian di Indonesia, tidak seperti di Amerika, Swedia dan Belanda, morfologi spermatozoa menjadi faktor pengali dalam pembuatan semen cair dan semen beku (Arifiantini et al., 2006).

Pengamatan morfologi spermatozoa sangatlah penting karena spermatozoa yang abnormal dapat memengaruhi fertilitas spermatozoa. Spermatozoa yang abnormal akan mengakibatkan gagalnya spermatozoa dalam mencapai tempat terjadinya fertilisasi, atau karena ketidakmampuan untuk membuahi sel telur. Abnormalitas pada spermatozoa dapat dibagi dalam beberapa tipe yaitu abnormalitas primer, sekunder, mayor dan minor. Menurut Chenoweth (2005), abnormalitas spermatozoa primer terjadi selama proses spermatogenesis sedangkan abnormalitas spermatozoa sekunder terjadi selama spermiogenesis. Abnormalitas mayor telah dibuktikan dapat mengganggu fertilitas, sedangkan abnormalitas minor dianggap sebagai hal kecil yang mengganggu fertilitas.

Teknik dalam menentukan abnormalitas pada spermatozoa dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan pewarnaan aniline blue, eosin 2%, Eosin-nigrosin dan carbofuchsin (Williams stain). Morfologi spermatozoa sapi telah dilakukan oleh beberapa peneliti, di antaranya pada sapi bali (Arifiantini et al., 2006), Friesian Holstein (Purwantara et al., 2010) dan sapi potong (Arifiantini et al. 2010). Mengingat sapi pasundan merupakan sapi hasil *cross breed* yang harus dilestarikan dan pentingnya pengujian morfologi spermatozoa maka penelitian ini bertujuan untuk menguji morfologi spermatozoa, mempelajari jenis abnormalitas spermatozoa, serta membandingkan morfologi spermatozoa dengan pewarnaan Eosin-nigrosin dan Williams pada sapi Pasundan.

BAHAN DAN METODE

Koleksi semen sapi dilakukan di Balai Pengembangan Pembibitan (BPPT) Sapi Potong Ciamis, Jawa Barat. Pewarnaan dan pengamatan morfologi dilakukan di Unit Rehabilitasi Reproduksi, Divisi Reproduksi dan Kebidanan, Departemen Klinik, Reproduksi dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.

Penyiapan Pewarna

Pewarnaan Eosin-nigrosin

Larutan pewarna eosin-nigrosin terdiri dari nigrosin 20 g dan sodium sitrat 1,5 g dalam 300 ml *distilled water*, *distirrer* dan dihangatkan sampai larut, kemudian ditambahkan eosin Yellow 3,3 g dalam larutan nigrosin. pH disesuaikan sampai 6,8-7,0. Larutan dibiarkan beberapa hari dan disaring sebelum digunakan (Barth & Oko, 1989).

Pewarnaan Williams

Pewarna williams dibuat dengan membuat larutan I, dengan mencampur 10 g basic Fuchsin dalam 100 ml alkohol 95%. Kemudian dibuat Basic Fuchsin dalam larutan phenol dengan cara mencampur 10 ml larutan no 1 dan 170 ml larutan phenol 5%. Membuat larutan II yaitu *saturated bluish eosin alcohol* 95%. Pewarna williams dibuat dengan mencampur dua bagian dari larutan no 3 dan satu bagian dari larutan no 2, biarkan selama 14 hari dan disaring sebelum digunakan.

Sampel Semen

Sampel semen yang digunakan dalam penelitian berasal dari tiga ekor sapi pasundan jantan dewasa terseleksi berumur antara 3 sampai 5 tahun dengan bobot badan (300 kg sampai 350 kg) dan memiliki reproduksi yang normal. Setiap sapi dibuat lima kali ulangan sampel, untuk kedua pewarnaan. Sapi tersebut dikandangkan secara individual yang dilengkapi dengan tempat makan dan minum. Pemberian pakan hijauan segar sebanyak dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari sebanyak 10% dan ditambah konsentrat sebanyak 1% per ekor dari bobot badan per hari, serta air minum diberikan secara *ad libitum*. Pakan yang diberikan berupa rumput gajah (*Pennisetum purpureum*).

Koleksi Semen

Semen dikoleksi setiap jam 07.00 WIB, dua kali seminggu, setiap hari Selasa dan hari Kamis menggunakan vagina buatan.

Pewarnaan Spermatozoa

a. Eosin nigrosin.

Pembuatan preparat ulas dilakukan dengan cara mencampur semen segar dan eosin-nigrosin dengan perbandingan 1:4. Selanjutnya dibuat preparat ulas tipis pada gelas objek dan dikeringkan di atas meja pemanas (*heating table*). Sample disimpan pada slide box yang kedap udara sampai waktu penghitungan

b. Pewarnaan Williams

Pewarnaan Williams dikenal juga dengan sebutan pewarnaan Carbofuschin. Metode kerja dari pewarnaan Williams (Arifiantini et al., 2006) yaitu preparat ulas dibuat menggunakan semen segar (*fresh semen*) dan dikeringkan kemudian disimpan. Preparat ulas tersebut kemudian difiksasi menggunakan Bunsen, direndam dalam alkohol absolut selama empat menit dan dikering-anginkan. Preparat yang sudah kering direndam dalam *chloramin solution* 0,5% selama 1-2 menit. Preparat selanjutnya dicuci dalam *distilated water*, dan dicuci lagi dengan alkohol 95%. Preparat selanjutnya diwarnai dengan pewarnaan Williams dengan cara direndam selama 8-10 menit. Hasil pewarnaan dibersihkan dengan cara dibilas dengan air mengalir dan dikeringkan.

Pengamatan Morfologi Spermatozoa

Pengamatan morfologi spermatozoa dilakukan pada preparat yang telah diwarnai dengan pewarnaan Eosin-Nigrosin dan pewarnaan Williams. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler (Olympus CH 20) dengan perbesaran 400 kali. Morfologi diamati pada 10 lapang pandang atau 200 sel sperma pada tiap preparat. Setiap jenis abnormalitas didokumentasikan.

Analisis Data

Data penelitian dirancang, dikelompokkan dan dirata-ratakan menggunakan *Microsoft Excel*. Selain itu, dilakukan *Pair T-test* menggunakan Program SPSS 20 untuk melihat perbedaan abnormalitas spermatozoa menggunakan pewarnaan Williams dan pewarnaan Eosin-Nigrosin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lokasi Penelitian

Balai Pengembangan Perbibitan Ternak (BPPT) Sapi Potong Ciamis secara geografis terletak tujuh kilometer dari Kota Ciamis tepatnya di Dusun Kidul, Desa Cijeunjing, Kecamatan Cijeunjing. Menurut Baharun (2015), suhu udara di daerah tersebut cukup panas, berkisar antara 28-32°C dengan kelembaban udara 62%-71% dan curah hujan berkisar 22414 mm per tahun.

Sapi Pasundan yang terdapat di BPPT Sapi Potong Ciamis berjumlah lima ekor pejantan, tetapi hanya tiga ekor pejantan yang dapat dikoleksi semennya. Di BPPT Sapi Potong Ciamis, selain melakukan upaya pembibitan ternak, juga dilengkapi dengan satu laboratorium untuk pengolahan semen beku sapi Pasundan. Laboratorium tersebut memiliki fasilitas yang cukup memadai dan dilengkapi alat canggih seperti Androvision untuk menentukan motilitas spermatozoa dan SDM 6 untuk menentukan konsentrasi spermatozoa.

Jenis Abnormalitas Spermatozoa Sapi Pasundan

Morfologi spermatozoa merupakan hal yang sangat penting dilakukan dalam menentukan jenis-jenis abnormalitas yang ditemukan pada sampel. Pengamatan morfologi spermatozoa diamati dari kepala sampai ke ekor. Jenis abnormalitas pada kepala yang dapat ditemukan yaitu *knobbed head*, *pyriform* atau *pearshape*, *macrocephalic*, *microcephalic*. Sedangkan, jenis abnormalitas yang ditemukan pada ekor spermatozoa antara lain *abaksial*, *absent head*, *bent*, *bowed tail*, *coiled tail*, *detached head*, *detached tail*, *fracture midpiece*, dan *loop* (Gambar 1).



Gambar 1 Bentuk normal dan abnormalitas spermatozoa sapi Pasundan pada perbesaran 40 kali menggunakan pewarnaan Eosin-Nigrosin dan Williams: a) Normal, b) Abaksial, c) *Absent head*, d) *Bent*, e) *Bowed tail*, f) *Coiled tail*, g) *Deatched head*, h) *Detached tail*, i) *Fracture midpiece*, j) *Knobbed head*, k) *Loop*, l) *Narrow*, m) *Macrocephalic*, n) *Microcephalic*, o) *Pyriform*.

Jenis spermatozoa yang abnormal juga dapat dilihat dari masing-masing pejantan. Setiap pejantan memiliki jenis abnormalitas yang berbeda (Tabel 1). Jenis abnormalitas tertinggi pada pejantan R05 yaitu *bowed tail* dengan rerata sebesar $3.2 \pm 3.1\%$. Pada pejantan lain kelainan jenis ini juga cukup tinggi berkisar antara $1.4 \pm 1.4\%$ - $2.5 \pm 3.0\%$. Berdasarkan hasil, jika diamati secara keseluruhan pada tiga pejantan persentase *bowed tail* merupakan jenis abnormalitas tertinggi. *Bowed tail* merupakan bagian dari kelainan *midpiece* dimana ekor melengkung seperti membentuk huruf U atau berbentuk seperti pelangi. Jenis abnormalitas ini sering ditemukan pada preparasi preparat yang salah atau abnormalitas saat ejakulasi. *Bowed tail* tidak menyebabkan penurunan fertilitas (Barth & Oko, 1989).

Jenis abnormalitas yang ditemukan tinggi pada pejantan R04 adalah *detached head* dengan rerata sebesar $2.6 \pm 1.6\%$. Pada pejantan lain jenis abnormalitas ini tidak terlalu tinggi berkisar antara $0.9 \pm 1.2\%$ sampai $2.0 \pm 1.8\%$. Kelainan *detached head* merupakan kelainan dimana kepala spermatozoa terputus dengan ekor, biasanya jenis kelainan ini tidak banyak ditemukan dalam ejakulat. *Detached head* berhubungan erat dengan faktor herediter (Barth & Oko, 1989).

Pergeseran ekor spermatozoa yang seharusnya berada pada tengah dari kepala menjadi berada dipinggir merupakan salah satu jenis abnormalitas spermatozoa yang disebut abaksial. Abaksial merupakan jenis abnormalitas tertinggi pada pejantan R03 dengan rerata $1.9 \pm 2.8\%$. Pejantan lain seperti R04 ditemukan jenis abnormalitas ini dengan persentase yang sedikit yaitu $0.8 \pm 0.9\%$. Sedangkan, pejantan R05 tidak ditemukan abnormalitas jenis ini. Abaksial dapat disebabkan oleh kenainan genetik yang herediter (Barth & Oko, 1989).

Coled tail merupakan bentuk abnormalitas spermatozoa dimana bagian ujung ekor membentuk lingkaran bulat seperti cincin. Menurut Barth & Oko (1989), abnormalitas ini disebabkan oleh preparasi yang kurang tepat dan kelainan dalam proses pematangan spermatozoa. Hasil penelitian menunjukkan pejantan R05 dan R04 memiliki persentase yang cukup tinggi antara $1.0 \pm 1.0\%$ - $2.5 \pm 3.7\%$. Sedangkan, pada pejantan R03 tidak ditemukan abnormalitas jenis ini. *Bent principal pieces* merupakan abnormalitas spermatozoa yang terjadi pada ekor yang ditandai dengan ekor yang membengkok (*bent*) dan ekor yang membentuk lingkaran oval pada ujung ekor (*loop*). Abnormalitas *bent* tertinggi ditemukan pada pejantan R05 dengan persentase sebesar $0.5 \pm 1.1\%$. Abnormalitas *loop* pada hasil penelitian ini cukup tinggi pada masing-masing pejantan R05, R04 dan R03 berkisar antara $0.3 \pm 0.6\%$ - $1.3 \pm 1.1\%$. Menurut Barth & Oko (1989), abnormalitas *bent principal pieces* disebabkan spermatozoa normal terpapar oleh larutan hipotonis, kesalahan ketika preparasi preparat dan proses abnormal saat ejakulasi.

Tabel 1. Jenis abnormalitas spermatozoa sapi Pasundan menggunakan pewarnaan Williams (Rerata \pm SD)

Jenis Abnormalitas	Persentase jenis abnormalitas (%)		
	R05	R04	R03
Abaksial	0.0 \pm 0.0	0.8 \pm 0.9	1.9\pm2.8
<i>Absent head</i>	0.0 \pm 0.0	0.9 \pm 0.9	0.7 \pm 1.0
<i>Bent</i>	0.5 \pm 1.1	0.0 \pm 0.0	0.1 \pm 0.2
<i>Bowed tail</i>	3.2\pm3.1	2.5 \pm 3.0	1.4 \pm 1.4
<i>Coiled tail</i>	2.5 \pm 3.7	1.0 \pm 1.0	0.0 \pm 0.0
<i>Detached head</i>	2.0 \pm 1.8	2.6\pm1.6	0.9 \pm 1.2
<i>Fracture midpiece</i>	0.3 \pm 0.8	0.6 \pm 0.6	0.3 \pm 0.7
<i>Knobbed head</i>	0.2 \pm 0.5	0.4 \pm 0.9	0.0 \pm 0.0
<i>Loop</i>	1.1 \pm 1.4	1.3 \pm 1.1	0.3 \pm 0.6
<i>Narrow</i>	0.0 \pm 0.0	0.0 \pm 0.0	0.4 \pm 0.6
<i>Macrocephalic</i>	0.0 \pm 0.0	0.6 \pm 0.9	0.0 \pm 0.0
<i>Microcephalic</i>	0.0 \pm 0.0	0.1 \pm 0.2	0.0 \pm 0.0
<i>Pyriform</i>	0.1 \pm 0.3	0.1 \pm 0.2	0.4 \pm 0.9

Keterangan : R05, R04, R03 menunjukkan identitas pejantan, SD (standar deviasi)

Jenis abnormalitas lain yang memiliki efek pada kerusakan pada ekor adalah *absent head* dan *fracture midpiece*. *Absent head* yaitu abnormalitas dimana pada preparat hanya terlihat ekor spermatozoa saja tanpa kepala. Sedangkan pada *fracture midpiece* terlihat ekor spermatozoa tidak panjang seperti seharusnya, ekor spermatozoa mengalami patah pada pertengahan ekor. Kedua abnormalitas ini disebabkan oleh kesalahan pada saat preparasi sample. Menurut Barth dan Oko (1989), *fracture midpiece* tidak memengaruhi motilitas dan fertilitas. Berdasarkan hasil penelitian abnormalitas *fracture midpiece* terjadi pada ketiga pejantan, namun jumlahnya tidak tinggi yaitu antara $0.3 \pm 0.7\%$ - $0.6 \pm 0.6\%$. Sedangkan abnormalitas *absent head* tidak ditemukan pada pejantan R05, namun pada pejantan R03 dan R04 ditemukan jumlah yang cukup tinggi yaitu $0.7 \pm 1.0\%$ - $0.9 \pm 0.9\%$.

Pyriform merupakan jenis abnormalitas yang mengakibatkan kepala spermatozoa mengalami penyempitan pada bagian *post acrosom* sehingga bentuk kepala spermatozoa mirip seperti buah pear maka dinamakan juga sebagai *pearshape*. Kejadian abnormalitas ini pada hasil penelitian tidak terlalu tinggi. Setiap pejantan ditemukan abnormalitas jenis ini dengan persentase antara $0.1 \pm 0.2\%$ - $0.4 \pm 0.9\%$. *Pyriform* bersifat genetik, spermatozoa yang mengalami abnormalitas ini tidak dapat membuahi sel ovum karena ketidakmampuan menembus zona pelusida (Barth & Oko, 1989).

Knobbed head merupakan jenis abnormalitas spermatozoa dimana bagian ujung kepalanya tidak rata, terdapat lekukan ke arah dalam. *Knobbed head* dapat disebabkan oleh genetik, lingkungan dan stress yang tinggi pada sapi (Barth & Oko, 1989). Hasil penelitian mendapatkan adanya

abnormalitas jenis ini pada pejantan R05 dan R04 sebesar $0.2\pm 0.5\%$ - $0.4\pm 0.9\%$, tetapi pada R03 tidak ditemukan jenis abnormalitas ini.

Abnormalitas jenis *narrow* hampir menyerupai abnormalitas *pyriform*, perbedaannya pada jenis *narrow* kepala spermatozoa mengalami penyempitan baik pada daerah *acrosome* dan *post acrosome*. Penyempitan tersebut diakibatkan perkembangan yang tidak sempurna ketika proses spermatogenesis. Spermatozoa dengan abnormalitas memengaruhi fertilitas (Barth & Oko, 1989). Pada penelitian ini, *narrow* hanya ditemukan pada pejantan R03 sebesar $0.4\pm 0.6\%$.

Jenis abnormalitas *macrocephalic* dan *microcephalic* termasuk dalam abnormalitas *variable size*. Spermatozoa dengan abnormalitas *macrocephalic* memiliki ukuran kepala yang lebih besar dari spermatozoa normal. Sedangkan spermatozoa dengan abnormalitas *microcephalic* memiliki ukuran kepala yang lebih kecil. Menurut Barth & Oko (1989), abnormalitas ini terjadi akibat pengurangan atau penambahan kromatin inti yang menghasilkan kehilangan atau kelebihan kromosom inti. Selain itu, jenis abnormalitas sangat berhubungan dengan genetik. Pada hasil penelitian hanya pejantan R04 yang memiliki kedua jenis abnormalitas ini dengan jumlah sebesar $0.6\pm 0.9\%$ (*macrocephalic*) dan $0.1\pm 0.2\%$ (*microcephalic*).

Tingkat Abnormalitas Spermatozoa Sapi Pasundan

Tingkat abnormalitas spermatozoa antar pejantan berbeda. Berdasarkan hasil penelitian R05, R04, dan R03 secara berurutan memiliki rerata $90.0\pm 6.0\%$, $89.1\pm 4.3\%$, dan $93.9\pm 2.9\%$. Sedangkan persentase spermatozoa abnormal pada pejantan R05, R04, R03 secara berurutan memiliki rerata $10.0\pm 6.0\%$, $10.9\pm 4.3\%$, dan $6.1\pm 2.9\%$ (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa pejantan R03 memiliki persentase spermatozoa abnormal paling rendah. Walaupun tingkat abnormalitas dari ketiga sampel berbeda namun secara keseluruhan semua jantan memiliki persentase abnormalitas $<20\%$.

Tabel 2 Tingkat abnormalitas spermatozoa sapi Pasundan menggunakan pewarnaan Williams (Rerata \pm SD)

No.	Sample	Persentase Abnormalitas (%)	
		Normal	Abnormal
1	R05	90.0 ± 6.0	10.0 ± 6.0
2	R04	89.1 ± 4.3	10.9 ± 4.3
3	R03	93.9 ± 2.9	6.1 ± 2.9

Keterangan: R05, R04, R03 menunjukkan identitas pejantan

Morfologi Spermatozoa Sapi Pasundan

Hasil pengujian morfologi spermatozoa pada tiga pejantan sapi Pasundan, hasil yang dapat yaitu terdapat perbedaan persentase abnormalitas antara pewarnaan Eosin-nigrosin dan Williams (Tabel 3)

Tabel 3 Uji banding pengujian morfologi spermatozoa pada sapi pasundan menggunakan pewarnaan Williams dan Eosin-Nigrosin

n=15	Abnormal spermatozoa (%)	
	Williams	Eosin-nigrosin
Rerata \pm SD	9.0 ± 4.8^a	5.6 ± 3.6^b

Keterangan: (superskrip) berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p<0.05$); SD (standar deviasi).

Rerata persentase spermatozoa abnormal dari 15 sampel menggunakan pewarnaan Williams sebesar $9.0\pm 4.8\%$ dan menggunakan pewarnaan Eosin-nigrosin sebesar $5.6\pm 3.6\%$. Hasil tersebut menunjukkan spermatozoa abnormal lebih tinggi pada pewarnaan Williams dibandingkan pewarnaan Eosin-nigrosin. Pengamatan morfologi spermatozoa menggunakan Pewarnaan Williams lebih mudah diamati karena dalam proses pewarnaan terdapat tahap pencucian preparat yang telah difiksasi menggunakan larutan kloramin 0.5% yang berfungsi menghilangkan lendir sisa dari plasma semen (Arifiantini et al. 2006). Selain dapat membuat preparat lebih jelas dalam pengamatan morfologi spermatozoa, pewarnaan Williams mempunyai kelebihan lain yaitu praktis dalam prosedurnya. Hal ini karena proses pembuatan, pewarnaan dan pengamatan dapat dilakukan dalam waktu yang berbeda (Purwantara et al., 2010; Riyadhi et al., 2010).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase spermatozoa abnormal baik pada pewarnaan Williams dan Eosin-Nigrosin tidak lebih dari 20% (Tabel 1). Berdasarkan hasil tersebut, semen pada sapi pasundan memiliki kualitas baik. Abnormalitas yang melebihi 20% dapat menurunkan fertilitas Axl et al. (2000) dan menghambat berhasilnya program inseminasi buatan (Saacke, 2008). Berbeda dengan Makhzoomi et al. (2007) yang menyatakan abnormalitas spermatozoa lebih dari 10% dapat berpengaruh terhadap fertilitas.

Berdasarkan hasil penelitian abnormalitas spermatozoa menggunakan pewarnaan Williams hanya sebesar $9.0 \pm 4.8\%$. Perbedaan hasil pengamatan abnormalitas spermatozoa antar peneliti pada sapi dipengaruhi oleh teknik pengumpulan, penanganan semen, *breed* dan kualitas hewan (Toelihere 1993). Abnormalitas spermatozoa pada penelitian ini hampir sama dengan abnormalitas spermatozoa pada sapi Bali sebesar 9.38% (Arifiantini et al., 2006). Jika dilihat dari jenis abnormalitasnya, sapi Bali pada penelitian tersebut memiliki jenis abnormalitas tertinggi pada jenis *coiled tail*, sedangkan pada penelitian ini jenis abnormalitas tertinggi yaitu *bowed tail*. Hal ini dapat disebabkan oleh habitatnya, sapi Bali yang digunakan untuk penelitian tersebut berada di daerah tinggi yang memiliki suhu dingin sedangkan sapi Pasundan ditanamkan pada daerah yang bersuhu panas. Perbandingan abnormalitas spermatozoa antara sapi pasundan dengan sapi eksotik seperti sapi Limousin tidak berbeda jauh yaitu sebesar $10.40 \pm 0.73\%$ (Nugroho et al., 2014). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka terlihat bahwa sapi Pasundan sebagai sapi lokal hasil persilangan yang sudah memiliki kemampuan adaptasi yang baik, walaupun habitatnya di daerah yang panas namun memiliki morfologi spermatozoa yang baik.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa persentase abnormalitas sapi pasundan adalah $9.0 \pm 4.8\%$. Jenis abnormalitas yang paling banyak ditemukan adalah *bowed tail*. Pengamatan morfologi spermatozoa menggunakan pewarnaan Williams lebih mudah diamati dibandingkan dengan Eosin-nigrosin.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifiantini RI, B. Purwantara, M. Riyadhi. 2010. Occurance of Sperm Abnormality of Beef Cattle at Several Artificial Insemination Centers in Indonesia. *J. Anim. Produc.* 12 (1) :44-49
- Arifiantini, R.I, Wresdiyati, T & Retnani, E.F. 2006. Kaji Banding Morfometri Spermatozoa Sapi Bali (*Bos sondaicus*) Menggunakan Pewarnaan Williams, Eosin, Eosin Nigrosin dan Formol-saline. *Jurnal Sain Veteriner* 24(1):65-70.
- Arifiantini, R.I & Ferdian, F. 2006. Tinjauan Aspek Morfologi dan Morfometri Spermatozoa Kerbau Rawa (*Bubalus bubalis*) yang dikoleksi dengan teknik masase. *Jurnal Veteriner* 7: 83-91.
- Arifiantini, R.I, Wresdiyati T & Retnani EF. 2006. Pengujian Morfologi Spermatozoa Sapi Bali (*Bos Sondaicus*) Menggunakan Pewarnaan Williams. *Journal Indonesian Tropical Animal Agriculture* 31(2):105-110.
- Axl RL, Dally M, Didion BA, Lenz RW, Love CC, Varner DD, Hafez B & Bellin ME. 2000. Semen Evaluation. *Reproduction in Farm Animal* ed By Hafez ESE 7th. Lippincott Wilianms and Wilkins. Maryland. USA.
- Chenoweth, P.J. 2005. Genetic Sperm Defect. *Theriogenology*. 64(3): 457-468.
- Kementerian Pertanian. 2014. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 1051 Tahun 2014 tentang Penetapan Rumpun Sapi Pasundan. Jakarta: Kementan.
- Makhzoomi, A, Lundeheim, N, Haard, M, & Rodriguez-Martinez, H. 2007. Spem Morphology and Fertility of Progeny Tested-AI Swedish Dairy bull. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 8:975-980.
- Nugroho, Y., Susilawati, T & Wahjuningsih S. 2014. Kualitas Semen Sapi Limousin Pendinginan Menggunakan Pengencer cep-2 dengan Penambahan Berbagai Konsentersasi Kuning Telur dan Sari Buah Jambu Biji (*Psidium guajava*). *Jurnal Ternak Tropika*. 15(1): 31-42.
- Purwantara, B, Arifiantini, R.I & Riyadhi, M. 2010. Sperm Morphological Assessment of Friesian Holstein Semen Collected from Three Aritificial Insemination Center in Indonesia. *Journal Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 35(2):90-94.

- Riyadhi, M., Arifiantini, R.I & Purwantara, B. 2010. Kajian Morfologi Sapi Simental di Beberapa Balai Inseminasi Buatan di Indonesia. *Jurnal Hemerazoa (Indonnesia Journal of Veterinary Science and Medicine)*. 1(2): 1-8
- Saacke, R.G. 2008. Sperm Morphology: Its revelance to compensable and uncomensable traits in semen. *Theriogenology*. 70:473-478.
- Thalib, A., P. Sitepu, & R.H. Matondang. 2001. Pengaruh Flushing terhadap Performans Sapi Dara Turunan Brahman. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor.
- Toelihere, M.R. 1993. *Inseminasi Buatan pada Ternak*. Bandung: Angkasa.

KUALITAS SEMEN SAPI BALI DALAM PENGECER AIR KELAPA – EKSTRAK DAUN KELOR

Wilmientje Marlene Nalley*, Yando Seran, Thomas Mata Hine

*Fakultas Peternakan Universitas Nusa Cendana, Jl Adisucipto Penfui
Kotak Pos 104 Kupang 85001 NTT
e-mail: *nalleywm@yahoo.co.id*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kualitas semen beku sapi bali dalam pengencer air kelapa - ekstrak daun kelor (AKEDK) yang ditambahkan gliserol dalam berbagai konsentrasi. Semen yang memiliki motilitas $\geq 70\%$, konsentrasi $\geq 1000 \times 10^6$ sel/ml, gerakan massa $\geq ++$ dengan sperma hidup $\geq 70\%$ dan abnormal $< 15\%$ diencerkan menggunakan pengencer AKEDK dengan tiga konsentrasi gliserol yaitu 3% (G_1), 5% (G_2) dan 7% (G_3), dikemas menggunakan straw minitub 0.25 ml. Semen yang telah dikemas diekuilibrasikan selama 4 jam pada suhu 3-5°C, dibekukan dalam uap N₂ cair pada suhu $\pm 130^\circ\text{C}$ selama 10 menit selanjutnya straw disimpan dalam kontainer nitrogen cair (suhu -196°). Kualitas semen beku post-thawing dievaluasi setelah disimpan selama 24 jam. Semen beku di-thawing pada suhu 37° C selama 30 detik, semen dikeluarkan dari straw dan dimasukkan dalam mikrotub dan diinkubasi dalam waterbath suhu 37°C. Variable yang diamati meliputi motilitas dan daya tahan hidup sperma setiap 0,5 jam sampai motilitas 40%. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analysis of variance dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan persentase gliserol tidak berpengaruh ($p > 0,05$) terhadap motilitas, khusus pada lama penyimpanan 0, 0,5 1, dan 2 jam, tetapi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap variabel penelitian tersebut khususnya pada lama penyimpanan 1,5 jam. Konsentrasi gliserol juga berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap daya tahan hidup sperma, dengan konsentrasi terbaik adalah 5%. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa konsentrasi gliserol 5% dalam pengencer AKEDK adalah optimal untuk mempertahankan kualitas sperma beku sapi Bali

Kata Kunci: semen beku, sapi bali, air kelapa, ekstrak daun kelor, glicerol

PENDAHULUAN

Program pemerintah pada umumnya menerapkan metoda inseminasi buatan (IB) agar dapat meningkatkan nilai guna pejantan. Inseminasi pada ternak menggunakan semen beku (*frozen semen*) maupun semen cair (*chilled semen*). Persyaratan semen beku yang digunakan harus sesuai Standarisasi Nasional Indonesia dan tertuang dalam standar mutu produksi semen beku sapi sesuai dengan SNI 4869.1: 2017, yakni motilitas pasca *thawing* harus lebih dari 40% dengan gerakan individu 2-3 (SNI, 2017). Pelaksanaan IB di lapangan masih memiliki hambatan seperti keterlambatan pengadaan nitrogen cair, *post thawing motility* rendah kurang dari 30-35% (Ma' sum et al., 1993; Yusran et al., 2001).

Kemampuan Sifat fisik dan kimiawi pengencer sangat memengaruhi spermatozoa untuk bertahan hidup lebih lama medium pengencer. Kemudahan untuk memperoleh pengencer kimia sangat terbatas dengan memerlukan biaya yang relatif mahal. Oleh karena itu digunakan pengencer yang mudah diperoleh yaitu air kelapa. Air kelapa mengandung karbohidrat (Hine et al. 2014) merupakan sumber energi bagi spermatozoa. Komposisi nutrisi air kelapa belum optimal dalam menunjang kehidupan spermatozoa selama preservasi, untuk itu perlu ditambahkan bahan lain yang menunjang kehidupannya. Daun kelor merupakan salah satu tanaman yang memiliki kandungan nutrisi, yang lengkap seperti protein, vitamin A, B, C, yang cukup tinggi yakni 177,94 mg (Ramdhan dan Yanis, 2016). Kuning telur berfungsi sebagai lisetin dan lipoprotein yang berperan dalam melindungi sperma dari efek pendinginan (Nalley dan Arifiantini, 2010; Rajabi-Toustani et al., 2014).

Pengolahan semen beku merupakan suatu proses penghentian sementara kehidupan sel tanpa mematikan sel itu sendiri, reaksi metaboliknya berhenti mendekati titik nol (Susilawati, 2000). Terdapat dua fenomena dalam pembekuan semen yaitu pengaruh *cold shock* terhadap sel yang

dibekukan dan perubahan-perubahan intraseluler akibat pengeluaran air, yang berhubungan dengan kristal-kristal es.

Oleh sebab itu perlu ditambahkan gliserol yang berfungsi sebagai agen pelindung (*protective agent*) terhadap efek-efek mematikan selama proses pembekuan. Gliserol dapat memodifikasi kristal-kristal es yang terbentuk dalam medium sewaktu pembekuan sehingga mampu menghambat kerusakan membran sel secara mekanis pada waktu penurunan suhu (*cooling rate*) (Tappa et al. 2006; Wahjuningsih & Ciptadi, 2013). Gliserol akan memberikan perlindungan yang efektif terhadap spermatozoa bila konsentrasinya dalam pengencer optimal, dan bila tidak optimal akan menimbulkan gangguan pada spermatozoa berupa penurunan kualitas spermatozoa. Informasi tentang konsentrasi gliserol dalam pengencer air kelapa dan ekstrak daun kelor belum ada, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menguji kualitas semen beku sapi bali dalam pengencer air kelapa - ekstrak daun kelor (AKEDK) yang ditambahkan gliserol dalam berbagai konsentrasi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi Yayasan Williams dan Laura Desa Tilong, Kabupaten Kupang-Nusa Tenggara Timur dan Laboratorium Reproduksi dan Kesehatan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Nusa Cendana. Ternak percobaan yang digunakan adalah 2 ekor sapi Bali jantan yang berumur 2,5 - 3,5 tahun, dengan bobot badan \pm 200 kg, pakan yang diberikan sebanyak 10% dari berat badan berupa hijauan segar, silase, jerami padi, dan penambahan konsentrat sebanyak 500 gr/ekor/hari. Air minum diberikan secara *adlibitum*. Bahan yang digunakan dalam penelitian (Tabel 1) ini adalah semen sapi Bali, pengencer semen air kelapa muda (AK), ekstrak daun kelor (EDK), kuning telur (KT), antibiotik dan gliserol. Bahan evaluasi semen berupa pewarna eosin-negrosin, vaselin, NaCl fisiologis, alkohol 70%, aquabidest, nitrogen cair, larutan *hiposmotik swelling Tes*.

Tabel. 1. Pengencer Perlakuan

Bahan Pengencer	Perlakuan Gliserol		
	1	2	3
Air Kelapa (%)	80	80	80
Kuning Telur (%)	20	20	20
Daun Kelor (%)	5	5	5
Antibiotik			
- Steptomisin (mg/ml)	1000	1000	1000
- Penisilin (IU/ml)	1000	1000	1000
Glisrol (%)	3	5	7
Add Aquabidst (ml)	100	100	100

Peralatan yang digunakan dalam pengenceran semen berupa gelas elenmayer, gelas ukur, corong, *stirrer*, pipet, satu set alat penampungan semen. Peralatan untuk evaluasi semen berupa cover glass, objek glass, pH meter bunsen/kompur, *waterbath*, dan alat pembekuan semen berupa straw, pinset, *sterofom*, kontainer N2 cair.

Semen ditampung menggunakan metode vagina buatan, dievaluasi secara makroskopis mencakup volume, warna, konsistensi, dan pH. Evaluasi secara makroskopis berupa gerakan massa, konsentrasi, persentase motilitas, persentase hidup dan persentase abnormalitas. Semen dengan motilitas \geq 70%, konsentrasi \geq 1000 \times 10⁶ sel/ml, gerakan massa \geq ++ dengan persentase abnormal tidak lebih dari 20% digunakan dalam penelitian ini (Arifiantini et al., 2005).

Pengolahan Semen

Semen yang memenuhi syarat, diencerkan sesuai perlakuan, kemudian dievaluasi terhadap motilitas spermatozoa. Semen yang memiliki motilitas di atas 70% selanjutnya dikemas dalam *mini straw* 0.25 ml dan diekuilibrasikan selama 4 jam pada suhu 3-5°C. Ekuilibrasikan dibutuhkan agar spermatozoa dapat menyesuaikan diri dengan pengencer. Setelah diekuilibrasikan dievaluasi kembali terhadap motilitas spermatozoa. Pembekuan diawali dengan menempatkan *straw* pada rak pembekuan setinggi 10 cm di atas permukaan uap N2 cair dengan suhu \pm - 80°C selama 10 menit dalam *styrofoam* yang ditutup rapat, selanjutnya *straw* disimpan ke dalam N2 cair (-196°C) selama 24 jam. Untuk

mengetahui keberhasilan pembekuan semen, maka *straw* di *thawing* menggunakan air hangat (37°C) selama 30 detik, kemudian dimasukkan dalam mikrotub dan diinkubasi dalam *waterbath* suhu 37°C dan dievaluasi kualitas semen setiap 0,5 jam terhadap motilitasnya

Parameter penelitian ini adalah: 1) Motilitas spermatozoa diamati pergerakan *progresif* maju ke depan dibawah mikroskop pembesaran 10×10 dan cahaya dikurangi. Penilaian secara subyektif terhadap pergerakan spermatozoa pada sepuluh lapang pandang yang berbeda, nilai yang diberikan berkisar antara 0-100% dengan skala 5%. 2) Daya tahan hidup; penilaian daya tahan hidup spermatozoa dilakukan setiap 0,5 jam sampai motilitas 40% semen *post thawing*.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) sesuai petunjuk Steel and Torrie (1995) dengan tiga perlakuan gliserol 3, 5 dan 7 % dengan delapan kali ulangan dan evaluasi semen *post thawing* setiap 0,5 jam hingga motilitas 40%. Seluruh data yang diperoleh dianalisis menggunakan *analysis of variance* dan dilanjutkan dengan uji Duncan dengan bantuan *softwer SPSS 20.0 for windows*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Semen Segar

Kualitas semen segar sapi Bali ditampilkan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata volume semen yang diperoleh selama penelitian adalah 2, 375 ± 0,79 ml dengan kisaran antara 1,5 sampai 3,1 ml. Hal ini sesuai dengan pendapat Toelihere (1993) yaitu volume semen sapi bervariasi antara 1.0 sampai 15.0 ml. Volume semen akan bertambah banyak sesuai dengan umur, besar tubuh, perubahan kesehatan reproduksinya, daya kekuatan dan frekwensi penggunaannya (Partodihardjo 1982) bahwa semen yang diejakulasikan oleh pejantan dapat berbeda beda menurut umur pejantan, ras hewan, besar dan beratnya hewan, frekuensi penampungan semen dan beberapa faktor lain.

Tabel 2. Karakteristik semen segar sapi Bali

Karakteristik Semen	Nilai rerata
Makroskopis:	
Volume (ml)	2,375 ± 0,79
Warna	Cream
Konsistensi	sedang – kental
pH	6,4
Mikroskopis:	
Gerakan massa	++ dan +++
Konsentrasi (10 ⁶)	1.087,6
Motilitas (%)	80 ± 05
Viabilitas (%)	85,44 ± 4,82
Abnormalitas (%)	5,56 ± 0,51

Warna semen yang didapatkan selama penelitian dari 5 kali ejakulasi adalah cream. Hal ini sesuai dengan pendapat Partodihardjo (1982) bahwa semen sapi normal berwarna krem keputih-putihan. Konsistensi semen yang didapatkan selama penelitian ini adalah empat ejakulasi berkonsistensi sedang dan satu ejakulasi berkonsistensi kental. Menurut Salisbury & Van demark (1985), kekentalan dan sifat semen bergantung pada konsentrasi spermatozoa. Derajat keasaman (pH) semen pada lima kali ejakulasi adalah 6,4, pH yang demikian merupakan kondisi normal dari kondisi sapi. Hal ini sesuai dengan pendapat Feradis (2010) yaitu pH semen sapi berkisar antara 6,2 sampai 7,5 dengan rata-rata 6.8.

Hasil pengamatan pada lima ejakulat semen diperoleh empat ejakulat memiliki dengan gerakan massa baik (++) dan satu ejakulat memiliki gerakan massa sangat baik (+++). Spermatozoa dalam satu kelompok mempunyai kecenderungan untuk bergerak bersama-sama ke satu arah yang membentuk gelombang-gelombang yang tebal atau tipis, bergerak cepat atau lambat, tergantung dari konsentrasi spermatozoa hidup di dalamnya.

Konsentrasi spermatozoa yang didapatkan pada penelitian ini yaitu rata-rata 1.087,6 ± 265,46 x 10⁶ sel/ml. Menurut Feradis (2010), konsentrasi spermatozoa berkisar antara 300-2500 juta/ml dengan

rata-rata $1.000-1.800 \times 10^6$ sel/ml. Standar minimum bagi kualitas semen yang dipakai untuk inseminasi buatan adalah minimal mengandung 500 juta sel/ml. Salisbury dan Vandemark (1985) menyatakan konsentrasi spermatozoa sejalan dengan perkembangan seksual dan kedewasaan sapi jantan, kualitas makanan, pengaruh kesehatan reproduksi, besar testis, perbedaan umur, perbedaan musim dan letak geografis.

Hasil pengamatan semen segar secara mikroskopis diperoleh motilitas spermatozoa dengan rerata $80 \pm 05\%$. Hasil penelitian ini cukup baik karena sudah melebihi standar minimum kualitas semen yang dipakai untuk inseminasi buatan yaitu 70% spermatozoa yang hidup dan motil (Toelihere, 1993). Viabilitas yang diperoleh dari hasil evaluasi semen adalah rata-rata $84,44 \pm 4,82\%$. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah baik. Karena menurut Toelihere (1993), standar minimum kualitas semen untuk inseminasi buatan adalah mempunyai 70% spermatozoa yang hidup. Abnormalitas semen sapi bali setelah pengamatan mikroskopis menunjukkan nilai rata-rata $5,56 \pm 0,51\%$. Hasil ini menunjukkan bahwa semen segar sapi bali yang dijadikan sampel memiliki kualitas yang baik dikarenakan persentase abnormalitas rendah. Champbell et al. (2003), menyatakan bahwa semen yang berkualitas tinggi mengandung maksimal 15% spermatozoa abnormal. Hasil penelitian Makzhooni et al. (2007) menyebutkan bahwa tingkat abnormalitas primer spermatozoa $<10\%$ dapat berpengaruh terhadap fertilitas.

Pengaruh Perlakuan terhadap Motilitas Spermatozoa

Motilitas merupakan pergerakan progresif spermatozoa maju ke depan, hasil pengamatan motilitas spermatozoa *post thawing* untuk masing-masing perlakuan tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata motilitas spermatozoa dalam pengencer air kelapa - ekstrak daun kelor dengan penambahan berbagai konsentrasi gliserol

Lama Penyimpanan (Jam)	Gliserol 3%	Gliserol 5%	Gliserol 7%
0	$50,31 \pm 6,04_a$	$52,19 \pm 5,89_a$	$49,16 \pm 5,69_a$
0,5	$40,63 \pm 8,63_a$	$44,06 \pm 7,70_a$	$38,44 \pm 6,26_a$
1	$27,19 \pm 13,52_{ab}$	$36,56 \pm 9,63_a$	$23,91 \pm 5,24_b$
1,5	$21,25 \pm 9,45_{ab}$	$29,69 \pm 12,35_a$	$12,19 \pm 7,13_b$
2	$3,13 \pm 5,79_a$	$12,84 \pm 17,90_a$	$6,25 \pm 12,17_a$

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Rerata persentase motilitas spermatozoa terlihat bahwa hasil persentase motilitas terendah rata-rata $3,13 \pm 5,79\%$ pada perlakuan dengan penambahan gliserol 3% dengan waktu 2 jam, dan hasil tertinggi dengan rata-rata $52,19 \pm 5,89\%$ pada perlakuan dengan penambahan gliserol 5% dengan waktu 0 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lama penyimpanan 0 dan 0,5 jam, dan 2 jam, perlakuan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap motilitas spermatozoa.

Persentase motilitas spermatozoa *post thawing* pada perlakuan gliserol 5% lebih tinggi memperlihatkan bahwa penambahan gliserol 5% dalam bahan pengencer optimal menyediakan perlindungan untuk keberlangsungan hidup spermatozoa. Hasil ini sama dengan laporan Mumu. (2009); Rizal et al. (2000) dimana penggunaan gliserol 5% merupakan konsentrasi optimal, walau berbeda pengencer dan semen yang digunakan. Sedikit berbeda dengan hasil penelitian Tambing et al. (2000) di mana penggunaan gliserol konsentrasi 6% dalam pengencer Tris menunjukkan motilitas lebih baik dibandingkan konsentrasi 5 dan 7% pada semen kambing peranakan etawah. Sementara Leboeuf et al. (2000) memberi pernyataan mendukung hasil penelitian bahwa konsentrasi gliserol yang optimum adalah 4% - 7%.

Susilawati (2013) menyatakan bahwa peranan gliserol sebagai bahan krioprotektan dalam alur mekanisme reaksi preservasi sel adalah untuk menurunkan titik beku medium krioprotektan, perlindungan terhadap membrane sel, menekan laju pengaruh peningkatan konsentrasi, serta merubah bentuk dan ukuran kristal es. Kualitas spermatozoa dapat ditentukan jika konsentrasi gliserol yang diberikan optimal, jika tidak optimal maka akan terjadi gangguan pada spermatozoa.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Daya Tahan Hidup

Daya tahan hidup spermatozoa *post thawing* setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Terhadap Daya Tahan Hidup (DTH) spermatozoa (menit) dalam pengencer, air kelapa - ekstrak daun kelor dengan penambahan berbagai konsentrasi gliserol

Gliserol 3%	Gliserol 5%	Gliserol 7%
26,26 ± 19,23 ^b	52,50 ± 34,95 ^a	11,25 ± 15,53 ^b

(Superskrip) yang berbeda pada kolom yang sama berbeda sangat nyata ($P < 0,05$)

Table 3 menunjukkan bahwa rata rata DTH spermatozoa tertinggi terdapat pada perlakuan dengan penambahan gliserol 5% dengan rata rata 52,50±34,95% sedangkan rata rata DTH spermatozoa terendah terdapat pada perlakuan yang mengandung gliserol 7% dengan rata rata 11,25 ± 15,53%.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap DTH spermatozoa. Adanya penurunan persentase hidup spermatozoa selama penyimpanan, hal ini disebabkan karena semakin berkurangnya zat makanan sebagai sumber energi untuk proses metabolisme dan semakin menumpuknya asam laktat yang terbentuk akibat proses metabolisme tersebut, sehingga keseimbangan asam basa pengencer makin lama makin berkurang. Menurut Hafes (2000), bahwa hasil akhir metabolisme fruktosa adalah asam laktat yang dapat menyebabkan turunnya pH pengencer, penurunan pH ini akan menyebabkan kematian spermatozoa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kriopreservasi spermatozoa sapi Bali dalam pengencer air kelapa – ekstrak daun kelor dengan penambahan gliserol 5% menghasilkan kualitas spermatozoa *post thawing* yang lebih tinggi daripada gliserol 3 dan 7%, dengan daya tahan hidup spermatozoa yang layak untuk inseminasi pada gliserol 5% mencapai 52,50 menit lebih lama daripada gliserol 3 dan 7% yaitu masing-masing 26,26 dan 11,25 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifiantini, R.I., Yusuf, T.L & Graha, N. (2005). Longevitas dan *Recovery Rate* Pasca *Thawing* Semen Beku Sapi Fresian Holstein Menggunakan Bahan Pengencer Yang Berbeda. *Buletin Peternakan* 29(2): 53-61.
- Azizah & Arifiantini, R. I. (2009). Kualitas Semen Beku Kuda pada Pengencer Susu Skim dengan Konsentrasi Gliserol yang Berbeda. *Jurnal Veteriner* 10 (2): 63-70.
- Champbell, J. R., Keneali, M. D. & Champbell, K. L. (2003). *Animal sciences*. The Biology, Care N Production of Domesti Animal. McGraw Hill.
- Faradis. (2010). *Bioteknologi reproduksi pada ternak*. Alfabeta: Bandung
- Hafez E.S.E. (2000). Semen Evaluation. In: *Reproduction in Farm Animals*. 7th edition. Lippincott Wilianms and Wilkins. Maryland. USA.
- Leboeuf, B., Restall, B. & Salamon, S. (2000). Production and Storage of Goat Semen for Artificial Insemination. *Animal Reproductio Science*. 62: 113 – 141.
- Ma'sum K, Yusran, M.A., Musofie, A. & Affandhy, L. (1993). *Kualitas Semen Beku Sapi Madura Dalam Distribusinya di Pulau Madura*. *Pros. Pertemuan Pembahas Hasil Penelitian Seleksi Bibit Sapi Madura*. Sub Balitnak Grati: 43-48.
- Mclaughlin E, A. Ford, W. C. L. & Hull, M. G. R. (1992). Motility Characteristics and Membrane Integrity of Cryopreserved Human Spermatozoa. *Journal Reproduction* 95: 527-534.
- Makhzoomi, A., Lundeheim, N, Haard M. & Rodrigue-Martinez, H. (2007). Sperm Morphology and Fertility of Progeny-Tested Al Swedish Dairy Bull. *Journal. of Animal and Veterinary Advances* 8: 975-980.
- Muzakkir, D., Wahyuni, S., Akmal, M. & Sabri, M. (2017). Pengaruh Lama Ekuilibrasi Terhadap Kualitas Spermatozoa Sapi Aceh Setelah Pembekuan Menggunakan Pengencer Andromed. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 5(2): 115-128.

- Mumu, I.M. (2009). Viabilitas semen sapi simental yang dibekukan menggunakan krioprotektan gliserol. *Jurnal Agroland* 16(2):172-179.
- Nalley, W. M. & Arifiantini, R. I. (2010). Penggunaan Berbagai Jenis Kuning Telur Ayam Dalam Pengencer Tris Terhadap Kualitas Semen Cair Domba Lokal. *Proc. Seminar Nasional Peranan Teknologi Reproduksi Hewan dalam Rangka Swasembada Pangan Nasional*. Bogor.
- Pareira, G. R., Becker, E. G., Siquiera, L. C., Ferreira, R., Severo, C. K., Truzzi, V S., Oliveira, J. F. C. & Goncalves, P. B. D. (2010). Assesment of Bovine Spermatozoa Viability Using Different Cooling Protocols Prior to Cryopreservation. *Italian Journal of Animal Science* 9: 403- 40.
- Partodihardjo, S. (1982). Ilmu reproduksi hewan. Mutiara Sumber Widya, Jakarta.
- Riza, I, M., Toelihere, M. R., Yusuf, T. L., Purwantara & Situmorang, P. (2000). Kualitas semen beku domba garut dalam berbagai konsentrasi gliserol. *JITV*. 7 (3): 194-199.
- Rizal, M & Herdis. (2010). Peranan anti oksidan dalam meningkatkan kualitas semen beku. *Wartozoa* 20(3): 139-145.
- Salisbury, G.W, & Van Demark. (1985). *Fisiologis reproduksi dan insiminasi buatan pada sapi*. Gajah Mada. Universitas. Press. Yogyakarta.
- Solihati, N., Idi, R., Rasad, S.D., Rizal, M. & Fitriati, M. (2008). Kualitas Spermatozoa Cauda Epididimis Sapi Peranakan Ongole (PO) dalam Pengencer Susu, Tris Dan Sitrat Kuning Telur Pada Penyimpanan 4-5°C. *Animal Production* 10(1): 22-29.
- Steel, R.G.D & Torrie, J.H. (1995). *Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik*. Terjemahan. Judul asli: *principles and procedures of statistics*. Penerjemah : B. Sumantri, Gramedia pustaka, Jakarta.
- Susilawati, T. (2000). Teknologi Preservasi Dan Kriopreservasi Spermatozoa dan Ova. *Tesis*. Program Pasca Sarjana Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang.
- Susilawati, T. (2013). Pedoman Inseminasi Buatan pada Ternak. Universitas Brawijaya (UB) Press. Malang.
- Tambing S.N., Toelihere, M.R, Yusuf, T. L & Utama, I. K. (2000). Pengaruh gliserol dalam pengencer tris terhadap kualitas semen beku kambing peranakan etawa. *JITV* 5(2): 1-8
- Tappa, B., Said., S. & Kainn, E. M. (2006). Kerbau Toraya (*Babalus bubalis*) Berkembang di Luar Habitat Aslinya Tanah Toraja. *International seminar on "The Artificial Reproductive Biotechnologies for Buffaloes"* Bogor, Indonesia.
- Toelihere, M.R. (1993). *Inseminasi Buatan Pada Ternak*, Penerbit Angkasa, Bandung.
- Wahyuningsih, A., Saleh, D.M. & Sugiyatno, (2013). Pengaruh umur pejantan dan frekuensi penampungan terhadap volume dan motilitas semen segar sapi simental di Balai Inseminasi Buatan Lembang. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 1(3): 947-953.
- Yusran, M.A, L Affandhy & Suyatmo. (2001). Pengkajian keragaan, permasalahan dan alternatif solusi program IB sapi potong di Jawa Timur. *Pros. Seminar nasional teknologi peternakan dan veteriner 2001*. Puslitbangnak. Bogor. Hlm. 155-167.

OPTIMASI REGENERASI TUNAS *Nepenthes* spp. SECARA *IN VITRO* SERTA KAJIAN SITOLOGINYA

Fitri Damayanti ^{*1}, Ika Roostika², Muhammad Mansur³

¹Universitas Indraprasta PGRI, Jalan Raya Tengah No. 80, Jakarta Timur, 13760

²Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian,
Jalan Tentara Pelajar 3A Bogor 16111,

³PUSLIT Biologi LIPI Jalan Raya Bogor Km. 46 Cibinong
e-mail: ^{*1}fitridamayantineng@gmail.com

Abstrak. *Nepenthes* adalah salah satu tanaman dengan tingkat erosi genetik yang tinggi akibat dari penjarahan hutan dan eksploitasi yang berlebihan tanpa adanya upaya peremajaan. Dengan demikian, biodiversitas tanaman ini menjadi sempit seiring dengan punahnya spesies tertentu dari waktu ke waktu, sehingga perlu dilakukan upaya budidaya atau peremajaan. Perbanyakan vegetatif tanaman ini secara konvensional kurang efisien karena tingkat perbanyakannya rendah sehingga jumlah bibit yang dihasilkan terbatas dan harganya menjadi mahal. Selain itu, pengembangan tanaman ini sangat lambat sehingga perakitan varietas unggul baru sulit dilakukan secara konvensional. Teknologi alternatif perbanyakan yang dapat dilakukan adalah melalui metode *in vitro*. Melalui metode *in vitro* dapat dihasilkan biakan dalam jumlah banyak dan waktu yang singkat. Eksplan yang digunakan adalah tunas hasil perkecambahan biji *N. ampullaria* dan *N. gracilis*. Media terbaik untuk optimasi regenerasi tunas *in vitro* adalah media dasar MS dengan komposisi $\frac{1}{4}$ yang diperkaya dengan 0.1 mg/ L Thidiazuron. Analisis sitologi kedua spesies *Nepenthes* memperlihatkan keragaman genetik yang tinggi. *N. ampullaria* memiliki ukuran sel epidermis dan stomata yang lebih besar dari *N. gracilis*. *N. ampullaria* memiliki stomata hanya terdapat pada permukaan bawah daun sedangkan *N. gracilis* memiliki stomata pada permukaan atas dan bawah daun.

Kata Kunci: *Nepenthes* spp., induksi tunas, *in vitro*, sitologi

PENDAHULUAN

Nepenthes adalah salah satu tanaman hias yang unik. Tanaman ini memiliki kantong dengan bentuk, ukuran, dan warna yang menarik. Indonesia merupakan salah satu pusat penyebaran *Nepenthes* di dunia dengan pusat penyebaran terbesar di Borneo (Kalimantan, Serawak, Sabah, dan Brunei) (Mansur, 2006). *Nepenthes* merupakan salah satu tanaman yang memiliki tingkat erosi genetik yang tinggi dan termasuk dalam daftar CITES (*Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Flora and Fauna*) terdapat dalam apendiks I dan II yang tergolong hampir punah dan langka. Bahkan di Indonesia, tanaman ini termasuk salah satu tanaman yang dilindungi berdasarkan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 yang ditindaklanjuti dengan Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999.

Permintaan yang tinggi terhadap tanaman hias *Nepenthes* ternyata diiringi dengan berkurangnya populasi tanaman ini di alam. Hal ini terjadi karena *Nepenthes* dilakukan pemanenan secara langsung dari habitatnya di hutan-hutan seperti yang terjadi di wilayah Kalimantan Barat (Damayanti et al., 2011). Konsekuensinya, tanaman ini berada pada tingkat erosi genetik yang tinggi sehingga dapat menimbulkan kepunahan. Oleh karena itu, upaya pelestarian tanaman *Nepenthes* melalui mekanisme budidaya dan pemuliaan perlu dilakukan.

Perbanyakan tanaman *Nepenthes* secara konvensional kurang efisien karena tingkat perbanyakannya yang rendah dan memerlukan waktu yang relatif lama sehingga jumlah bibit yang dihasilkan terbatas dan harga yang mahal. Teknologi alternatif yang dapat diterapkan adalah teknik kultur jaringan atau *in vitro*. Melalui teknologi ini diharapkan dapat menghasilkan bibit *Nepenthes* dalam jumlah yang banyak dan waktu yang relatif singkat. Hal ini sesuai dengan Bojwani & Razdan (1996); George & Sherrington (1984) menyatakan bahwa melalui teknik *in vitro* dapat dilakukan perbaikan tanaman sehingga dihasilkan varietas-varietas baru yang lebih menarik. Jenis media dan ZPT yang digunakan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan perbanyakan tanaman secara *in vitro*

(Gamborg & Shyluk, 1981; Kuheva, 1981; Bojwani & Razdan, 1996; George & Sherrington, 1984). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan jenis media terbaik untuk regenerasi dan multiplikasi tunas *in vitro* tanaman Nepenthes.

Karakterisasi sitologi merupakan salah satu aspek biologi yang sangat berarti dalam program pemuliaan tanaman. Informasi sitologi tanaman Nepenthes belum banyak yang mengkaji. Karakter spesifik dari sitologi dapat digunakan sebagai pembeda antara spesies Nepenthes ditambah lagi tanaman ini memiliki jenis yang sangat beragam dan setiap daerah memiliki jenis Nepenthes yang khas. Selain itu, ciri sitologi dilaporkan juga berkaitan erat dengan keragaman genetik. Kajian sitologi ini sangat membantu dalam penerapan metode konservasi *in vitro* untuk melihat kestabilan genetik pasca konservasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan media optimasi regenerasi dan multiplikasi tunas *in vitro* yang terbaik dan karakterisasi sitologi yang dapat digunakan sebagai sumber informasi data untuk penelitian lainnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Indraprasta, Jakarta dan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen), Bogor. Kegiatan penelitian meliputi: 1. Induksi regenerasi dan multiplikasi tunas *in vitro* dan 2. Kajian sitologi sayatan paradermal daun Nepenthes.

Optimasi Regenerasi dan Multiplikasi Tunas *in Vitro*

Pada tahap ini eksplan yang digunakan adalah tunas hasil perkecambahan dari *N. ampullaria* dan *N. gracilis* yang ditanam pada media optimasi, yaitu: media dasar MS dengan komposisi $\frac{1}{4}$ (1/4 MS), modifikasi MS (Mdf), dan Knudson. Semua jenis media perlakuan diperkaya dengan 0.1 mg/L Thidiazuron. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap dengan lima ulangan. Peubah yang diamati adalah jumlah daun, jumlah kantong, jumlah tunas, dan tinggi tanaman.

Kajian Sitologi Sayatan Paradermal Daun *Nepenthes* spp

Bahan tanaman yang digunakan pada tahap ini adalah daun dari *N. ampullaria* dan *N. gracilis*. Pengamatan sitologi dilakukan dengan membuat sediaan mikroskopis berupa sayatan membujur (paradermal) dengan menggunakan metode utuh modifikasi dari Damayanti (2007). Daun Nepenthes difiksasi dalam alkohol 70% selama 25 menit kemudian direndam dalam larutan HNO₃ 20% selama 2 jam. Perendaman jaringan daun dalam HNO₃ bertujuan melepaskan lapisan epidermis dari jaringan mesofil. Lapisan epidermis yang diperoleh diletakkan pada gelas objek dan diwarnai dengan pewarna safranin 1% selama 10 menit, kemudian ditutup dengan gelas penutup. Preparat diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Karakter sitologi yang diamati adalah bentuk, kerapatan stomata, panjang dan lebar sel penjaga stomata, panjang dan lebar sel epidermis, luas serta indeks stomata. Data tersebut merupakan nilai rerata dari pengukuran lima bidang pandang yang dipilih secara acak masing-masing dengan lima ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi Regenerasi dan Multiplikasi Tunas *in Vitro*

Eksplan yang digunakan adalah tunas yang dihasilkan dari perlakuan perkecambahan biji. Media regenerasi yang digunakan sebelumnya adalah MS yang diperkaya dengan 0, 2, 5, dan 7 mg/L BAP dan 0.3 mg/L Thidiazuron tidak menghasilkan pertumbuhan tunas yang baik bahkan banyak tunas yang mengalami kematian. Hal ini diduga media MS terlalu kaya nutrisi untuk Nepenthes. Tanaman Nepenthes di alam adalah tanaman yang tidak dapat tumbuh dengan baik pada kondisi tanah yang kaya mineral justru sebaliknya pada daerah yang miskin hara tanaman ini mampu tumbuh dengan baik. Oleh karena itu, optimasi media dilakukan dengan menggunakan komposisi nutrisi yang jauh lebih rendah dari media regenerasi awal (lebih miskin hara). Media optimasi yang digunakan adalah: media dasar MS dengan komposisi $\frac{1}{4}$ (1/4 MS), modifikasi MS (Mdf), dan Knudson. Masing-masing media perlakuan diperkaya oleh 0.1 mg/L Thidiazuron.

Setelah lima minggu pada media optimasi terlihat bahwa media yang terbaik untuk optimasi regenerasi dan multiplikasi tunas adalah ¼ MS. Pada media ini semua eksplan mampu hidup dan memperlihatkan pertumbuhan rata-rata lebih tinggi bila dibandingkan jenis media lain (Tabel 1). Pertumbuhan *N. ampullaria* memperlihatkan pertumbuhan yang lebih baik dari *N. gracilis*. Setelah lima minggu eksplan pada media perlakuan optimasi dilakukan subkultur ke media optimasi terbaik yaitu ¼ MS untuk memperbaiki pertumbuhan tunas yang ditanam pada jenis media lain.

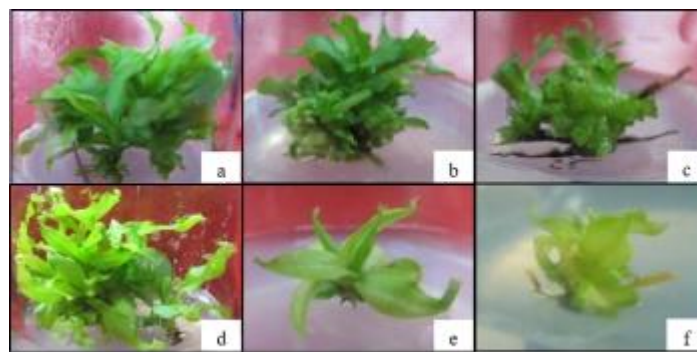
Tabel 1. Media optimasi untuk regenerasi dan multiplikasi tunas *N. ampullaria* dan *N. gracilis*

Spesies	Jenis Media	Jumlah Daun	Jumlah Kantong	Jumlah Tunas	Tinggi Tanaman (cm)	Akar (-/+)	Kalus (+/-)
<i>N. ampullaria</i>	¼ MS	26.60 a	24.00 a	5.40 a	4.40 a	+	+
	Mdf	11.60 b	0.00 b	3.50 a	0.98 b	+	+
	Knudson	11.80 b	2.40 b	5.10 a	1.62 c	+	+
<i>N. gracilis</i>	¼ MS	16.00 a	13.25 a	4.00 a	2.80 a	+	-
	Mdf	10.75 b	7.00 b	2.75 ab	1.00 b	+	+
	Knudson	6.00 c	0.00 c	1.50 b	0.76 b	+	+

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 1% (uji selang berganda Duncan)

Penampakan biakan tanaman pada media optimasi dapat dilihat pada Gambar 1. Pada media optimasi terbaik yaitu ¼ MS terlihat eksplan mampu bermultiplikasi, membentuk kantong, daun berwarna hijau tua, dan biakan mampu membentuk kalus. Pembentukan kalus terjadi karena adanya penambahan thidiazuron dalam media. Penambahan thidiazuron dalam media kultur dapat mendorong pertumbuhan sel, meningkatkan jumlah tunas *in vitro* dan pembentukan kalus serta merangsang embriogenesis somatik. Pada beberapa eksplan telah mampu membentuk akar, namun jumlah akar yang dihasilkan sangat sedikit seperti struktur tanamannya di alam. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi akar pada tanaman *Nepenthes* tidak terlalu berperan dalam memberikan stok hara bagi pertumbuhannya. Pada kondisi di alam yang berfungsi sebagai penyedia hara untuk tanaman adalah kantong oleh karena itu tanaman *Nepenthes* mampu hidup pada tempat-tempat yang miskin hara dan mempunyai kantong yang berkembang untuk menangkap serangga.

Eksplan yang ditanam pada media Knudson memperlihatkan pertumbuhan eksplan yang lebih rendah bahkan pada *N. gracilis* tidak mampu membentuk kantong. Tunas yang dihasilkan berwarna hijau muda kekuning-kuningan dengan ukuran daun yang lebih kecil. Sedangkan eksplan yang ditanam pada media Mdf memperlihatkan tunas dengan ukuran batang yang cenderung lebih besar namun pendek.



Gambar 1. Penampakan eksplan pada berbagai jenis media optimasi regenerasi. a. *N. mirabilis* pada media ¼ MS; b. *N. mirabilis* pada media Mdf; c. *N. mirabilis* pada media Knudson; d. *N. gracilis* pada media ¼ MS; e. *N. gracilis* pada media Mdf; dan f. *N. gracilis* pada media Knudson.

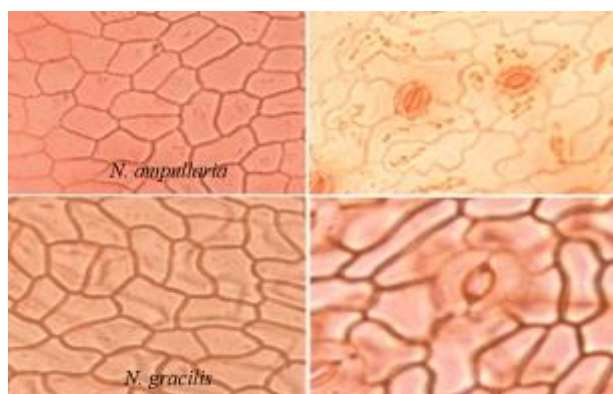
Kajian Sitologi

Pada sayatan paradermal daun, bentuk sel epidermis antara dua spesies *Nepenthes* (*N. ampullaria* dan *N. gracilis*) mempunyai bentuk yang hampir sama dan tersusun rapat (Gambar 2). Panjang dan lebar sel epidermis antara permukaan atas dan bawah memiliki ukuran yang berbeda. Sel

epidermis pada permukaan bawah memiliki ukuran cenderung lebih panjang dari pada permukaan atas. Ukuran panjang sel epidermis terpanjang dimiliki oleh sel *N. ampullaria* (Tabel 2).

Tabel 2. Kisaran nilai dan nilai rerata peubah sitologi dari dua spesies *Nepenthes*

No.	Peubah Anatomi	Spesies			
		<i>N. ampullaria</i>		<i>N. gracilis</i>	
		Kisaran Nilai	Nilai Rerata	Kisaran Nilai	Nilai Rerata
1.	Panjang sel apidermis atas (μm)	49,6-69,44	61,50 \pm 3,45	32,24-44,64	38,19 \pm 2,30
2.	Panjang sel epidermis bawah (μm)	59,52-69,44	63,49 \pm 2,01	29,76-49,6	36,70 \pm 3,45
3.	Lebar sel epidermis atas (μm)	19,84-29,76	25,30 \pm 2,27	12,4-19,84	16,37 \pm 1,26
4.	Lebar sel epidermis bawah (μm)	12,4-17,36	14,38 \pm 0,93	9,92-12,4	10,91 \pm 0,61
5.	Panjang stomata bawah (μm)	27,28-32,24	29,26 \pm 0,93	24,8-29,76	27,78 \pm 0,93
6.	Lebar stomata bawah (μm)	22,32-24,8	25,30 \pm 0,93	17,36-24,8	20,34 \pm 1,45
7.	Panjang stomata atas (μm)	-	-	24,8 – 27,28	26,78 \pm 1,11
8.	Lebar stomata atas (μm)	-	-	22,32-24,80	23,81 \pm 1,36
9.	Kerapatan stomata bawah (jml/ mm^2)	80,92-115,61	94,80	132,95-213,87	171,10
10.	Kerapatan stomata bawah (jml/ mm^2)	-	-	0-0,52	0,24
11.	Indeks stomata bawah	8,34%		15,43%	
12.	Indeks stomata atas	-		0,87%	
13.	Jumlah sel tetangga	3-4 sel tetangga		4 sel tetangga	



Gambar 2. Sayatan paradermal daun *Nepenthes*. *N. ampullaria* bertipe stomata aktinositik dan anisositik sedangkan *N. gracilis* bertipe stomata anomositik.

Sayatan paradermal daun *N. ampullaria* memperlihatkan stomata bersifat epistomatik, yaitu stomata hanya terdapat pada permukaan bawah (adaksial). *N. gracilis* memiliki stomata pada permukaan atas dan bawah daun atau bersifat amfistomatik namun dengan jumlah stomata lebih banyak terdapat pada permukaan atas daun. Susunan stomata pada *Nepenthes* tersusun tersebar dengan bentuk ginjal. Pada daun dengan sistem pertulangan menjala, stomata menyebar tidak teratur sedangkan pada daun dengan sistem pertulangan sejajar seperti pada *Gramineae*, stomata tersusun dalam barisan yang sejajar. Pada kebanyakan tumbuhan kecuali *Gramineae* dan *Cyperaceae* sel penjaga secara umum berbentuk ginjal. Berdasarkan jumlah dan letak sel tetangga, *N. ampullaria* memiliki dua jenis tipe stomata yaitu aktinositik dan anisositik (memiliki tiga sel tetangga dengan salah satu sel tetangga lebih kecil atau lebih besar dari dua sel tetangga lainnya). Sedangkan *N. gracilis* bertipe anomositik (bentuk sel tetangga sama dengan sel epidermis) dengan jumlah sel tetangga 4-6.

Ukuran stomata terpanjang dimiliki *N. ampullaria* dan ukuran stomata terpendek dimiliki *N. gracilis*. Kerapatan stomata terkecil dimiliki oleh *N. ampullaria* dengan indeks 8,34% pada permukaan bawah sedangkan pada permukaan atas tidak terdapat stomata. Hal yang sama ditemui pada *N. clipeata*, *N. veitchii*, *N. bicalcarata*, *N. hirsuta*, dan *N. neglecta* dimana kelima jenis *Nepenthes* ini tidak terdapat stomata pada permukaan atas daun (Damayanti et al. 2015a). *N. gracilis* memiliki stomata pada permukaan atas dengan jumlah yang sangat sedikit (0,83-0,87%). Hasil yang sama diperoleh

pada tanaman pisang (Damayanti, 2007) dimana indeks stomata pada permukaan atas lebih sedikit dari permukaan bawah. Ukuran panjang stomata dapat digunakan sebagai pembeda tingkat ploidi seperti pada *Acacia mearnsii* (Beck et al. 2002), dan tanaman chamomile (Lozykowska, 2003) tanaman pisang (Damayanti, 2007), atau pada tanaman *Nepenthes* hasil mutasi kimia (Damayanti et al. 2015b). Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa semakin panjang ukuran stomata semakin tinggi tingkat ploidinya. Kerapatan stomata juga berhubungan dengan tingkat ploidi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada BB-Biogen yang telah memberikan dukungan fasilitas untuk penelitian ini. Terimakasih kepada Bapak Ujang Hapid, Biologi-LIPI atas bantuannya dalam pengamatan sitologi *Nepenthes*.

DAFTAR PUSTAKA

- Beck, S. L., Dunlop, R. W & Fossey, A. (2002). Stomatal Length and Frequency as a Measure of Ploidy Level in Black Wattle, *Acacia mearnsii* (de Wild). *Botanical Journal of the Linnean Society* 144(2): 177-181.
- Bojwani, S. S & Razdan, M. K. (1996). *Plant Tissue Culture: Theory and Practice. a Revised Edition*. Amsterdam: Elsevier.
- Damayanti, F. (2007). Analisis Jumlah Kromosom dan Anatomi Stomata pada Beberapa Plasma Nutfah Pisang (*Musa* sp.) asal Kalimantan Timur. *Bioscientiae* 4(2): 53-61.
- Damayanti, F., Roostika, I & Mansur, M. (2011). Diversity of *Nepenthes* spp. in West Kalimantan. *International Journal of Biodiversity and Conservation* 3(13): 705-708.
- Damayanti, F., Roostika, I & Mansur, M. (2015a). Kajian Morfologi, Sitologi, dan Struktur Anatomi Daun *Nepenthes* spp. asal Kalimantan Barat. *Bioedukasi* 8(2): 5-11. DOI: 10.20961/bioedukasi-uns.8i2.3862.
- Damayanti, F., Roostika, I & Mansur, M. (2015b). Variasi Somaklonal Tanaman Kantong Semar (*N. Mirabilis* dan *N. Gracilis*) secara *In Vitro* dengan Mutagen Kimia Kolkisin. *Faktor Exacta* 8(3): 242-249.
- Gamborg, E. F & Shyluk, J. P. (1981). Nutrition, Media and Characteristic of Plant Cell and Tissue Cultures, p. 21-41. Dalam: Thorpe, T. A (ed.). *Plant Tissue Culture: Method and Applications in Agricultural*. New York: Academic Press.
- George, E. F & Sherrington, P. D. (1984). *Plant Propagation by Tissue Culture*. London: Exegetics Ltd.
- Kuheva. (1981). Cytokinin Action on Transcription and Translation in Plant, p. 219-228. Dalam: Guern, J & Peana, C (eds). *Metabolism and Moleculer Activities of Cytokinis*. Berlin: Springer Verlag.
- Lozykoska, K.S. (2003). Determination of the Ploidy Level in Chamomile (*Chamomill arecutia* (L.) Rausch.) Stains Rich in α -bisabolol. *J. Appl. Gent* 44(2): 151-155.
- Mansur, M. (2006). *Nepenthes-Kantong Semar yang Unik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Peraturan Pemerintah Nomor 7. (1999). *Jenis-Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi*. Jakarta.
- Undang-Undang Nomor 5. (1990). *Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya*. Jakarta.

PENURUNAN KONSENTRASI SGOT TIKUS WISTAR TERINDUKSI ALOKSAN PADA PEMBERIAN BEBERAPA DOSIS CURCUMIN

Firman Putra Perdana Siahaan¹, Donn Richard Ricky²

¹Laboratorium Sains Terapan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Advent Indonesia, Jl. Kolonel Masturi No. 288 Parongpong Bandung Barat 40559, Indonesia
e-mail: ²donn.ricky@gmail.com

Abstrak. Curcumin telah digunakan untuk memberikan pengaruh terhadap konsentrasi serum glutamate oxaloacetic transaminase (SGOT) pada tikus galur Wistar berjenis kelamin jantan diinduksi aloksan. Meningkatnya konsentrasi SGOT diakibatkan oleh rusaknya fungsi hati yang disebabkan oleh dampak terjadinya hiperglikemik. Tiga ragam dosis curcumin digunakan dalam penelitian ini yang diberikan secara oral pada beberapa kelompok tikus diabetes. Kelompok tikus kontrol-positif yang hanya diinduksikan aloksan digunakan sebagai kontrol. Setelah tiga ragam dosis curcumin diberikan selama lima hari perlakuan dan dilakukan analisis menggunakan uji statistik ANOVA, didapati bahwa tidak terdapat adanya penurunan konsentrasi SGOT yang signifikan pada darah tikus namun tetap teramati adanya perubahan yang terjadi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Dari tiga ragam dosis curcumin yang digunakan, didapati bahwa curcumin dengan dosis 500 mg/kgBB memiliki kemampuan paling baik dalam menurunkan konsentrasi SGOT dibandingkan dosis lainnya. Dari hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan curcumin dengan dosis 500 mg/kgBB adalah solusi yang lebih baik dalam mengatasi masalah rusaknya fisiologis hati penderita diabetes dibandingkan dosis lainnya.

Kata kunci: hiperglikemik, curcumin, SGOT.

PENDAHULUAN

SGOT atau *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase* adalah salah satu enzim transaminase yang dilepaskan saat terjadi infark miokardium. SGOT merupakan enzim transaminase yang pengeluarannya tidak begitu spesifik, namun selalu meningkat saat terjadi infark. SGOT ditemukan utamanya di otot jantung, hati, dan otot skelet (Kristen, 2009). Thorat et al. (2010) melaporkan bahwa kekurangan insulin dapat menyebabkan peningkatan terhadap konsentrasi SGOT. Apabila SGOT dalam darah meningkat, itu menjadi suatu pertanda bahwa telah terjadi kerusakan pada hati karena SGOT merupakan suatu enzim yang berfungsi sebagai salah satu *biomarker* yang biasa dijadikan sebagai indikator terhadap fungsi hati (Venkateshwarlu et al., 2013; Ganapaty et al., 2013; Sowjanya et al., 2013).

Kerusakan hati dan tingkat kerusakannya dapat dilihat dengan cara mengukur kadar SGOT yang ada di dalam darah. Dengan kata lain, kurangnya insulin juga merupakan salah satu masalah penyebab terjadinya kerusakan pada hati dan menyebabkan meningkatnya kadar SGOT. Pengobatan sintesis dan herbal pun banyak dilakukan. Namun banyak orang lebih memilih obat herbal dikarenakan obat-obatan herbal punya sedikit efek samping. Kunyit (*Curcuma longa*) merupakan tanaman alamiah yang tumbuh di Asia Tenggara, yang juga tumbuh di Indonesia sehingga kunyit bisa digunakan sebagai obat herbal (Basha et al., 2010).

Rajesh et al. (2010) juga melaporkan dalam penelitiannya bahwa *curcumin* dapat berguna untuk menurunkan konsentrasi SGOT. Anuradha dan Aukunuru (2010) memaparkan bahwa *curcumin* dapat digunakan untuk pengobatan hati. Hal yang sama dipaparkan oleh Pari et al., (2005) dengan memberikan ekstrak kasar dari 250 gram kunyit (*Curcuma longa*). Sedangkan Ghandi et al. (2011) melaporkan bahwa konsumsi *curcumin* 500 mg dengan dosis dua kali per hari secara oral dapat berkhasiat dalam menurunkan konsentrasi SGOT. Namun dosis yang dilaporkan masih perlu dipastikan. Dosis yang dianjurkan untuk pemberian *curcumin* untuk menurunkan konsentrasi SGOT, dicari.

Berdasarkan beberapa penemuan di atas maka dapat dilihat bahwa *curcumin* memiliki potensi untuk dapat dijadikan sebagai obat herbal dikarenakan banyaknya manfaat yang dapat diperoleh dari

curcumin. Namun karena percobaan pada manusia sangat beresiko, maka penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan tikus wistar karena tikus wistar memiliki metabolisme yang hampir sama dengan manusia. Oleh karena itu, penelitian ingin melihat penurunan konsentrasi SGOT tikus Wistar terinduksi aloksan pada pemberian beberapa dosis *curcumin*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Pada penelitian ini digunakan beberapa bahan yaitu *curcumin* (Merck) dengan ikatan rantai C₂₀H₂₁O₆, aquadest, aloksan monohidrat (Sigma Aldrich), sampel darah tikus yang akan diukur untuk mengetahui konsentrasi SGOT masing-masing hewan uji, dan reagen (ASAT-GOT) FS* untuk menentukan kadar SGOT yang akan diukur.

Alat

Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengambil darah berupa syringe dengan volume 1 cc, bisturi dan gunting. Kemudian penyediaan kandang yang berfungsi sebagai tempat tinggal dan juga tempat untuk menaruh makanan dan minuman tikus. Darah sampel diukur dengan menggunakan alat yang berguna untuk mengukur kadar SGOT yaitu Photometer ZENIX ZN-288 (SUMIFIN). Adapun timbangan yang digunakan untuk menimbang yaitu timbangan model digital dengan merek *Toledo*. Perlakuan pemberian *curcumin* diberikan dengan menggunakan sonde oral kecil. Gelas ukur, wadah *curcumin* dan wadah larutan aloksan pun digunakan untuk memperlancar pemberian perlakuan.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian yang akan digunakan adalah tikus putih galur Wistar yang telah diinduksi dengan aloksan monohidrat dengan memiliki kriteria inklusi: tikus sehat sebanyak 30 ekor, berat badan 150-250 gram, kadar glukosa darah setelah diinduksi aloksan adalah ≥ 200 mg/dL, kadar SGOT awal 141 ± 6 U/L, kadar SGOT darah puasa setelah diinduksi aloksan $> 141 \pm 6$ U/L, umur 3 bulan. Adapun kriteria eksklusinya adalah perubahan berat badan selama adaptasi $\geq 10\%$

Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah *curcumin* yang diberikan dengan beragam dosis secara peroral pada hewan coba tikus putih berjenis kelamin jantan galur Wistar yang telah diinduksi aloksan dengan dosis 3 ml/hari. *Curcumin* yang digunakan berasal dari Merck dengan konsentrasi *curcumin* 97%.

Prosedur dan Metode Penelitian

Dalam penelitian ini pengaruh dosis *curcumin* terhadap konsentrasi SGOT, diteliti. Dosis *curcumin* dibuat dan divariasikan di Laboratorium Sains Terapan Universitas Advent Indonesia. Hewan coba diaklimatisasikan terlebih dahulu selama satu minggu sebelum dilakukannya penelitian. Setelah diaklimatisasi, berat badan tikus ditimbang dan tikus dengan berat badan 150 – 250 gram dipakai sebagai sampel. Selanjutnya tikus yang terpilih dipuasakan selama 16 jam. Setelah puasa, konsentrasi glukosa dan SGOT darah tikus, diukur. Tikus yang memiliki konsentrasi glukosa >200 mg/dl (yang terkategori diabetes), dijadikan subyek.

Sampel dibagi ke dalam lima kelompok dengan jumlah enam ekor tikus per kelompok:

- Kelompok I

Pada kelompok perlakuan ini tikus diberi *curcumin* dengan dosis 300 mg/kgBB badan secara peroral.

- Kelompok II

Pada kelompok perlakuan ini tikus diberi *curcumin* dengan dosis 400 mg/kgBB secara peroral.

- Kelompok III

Pada kelompok perlakuan ini tikus diberi *curcumin* dengan dosis 500 mg/kgBB secara peroral.

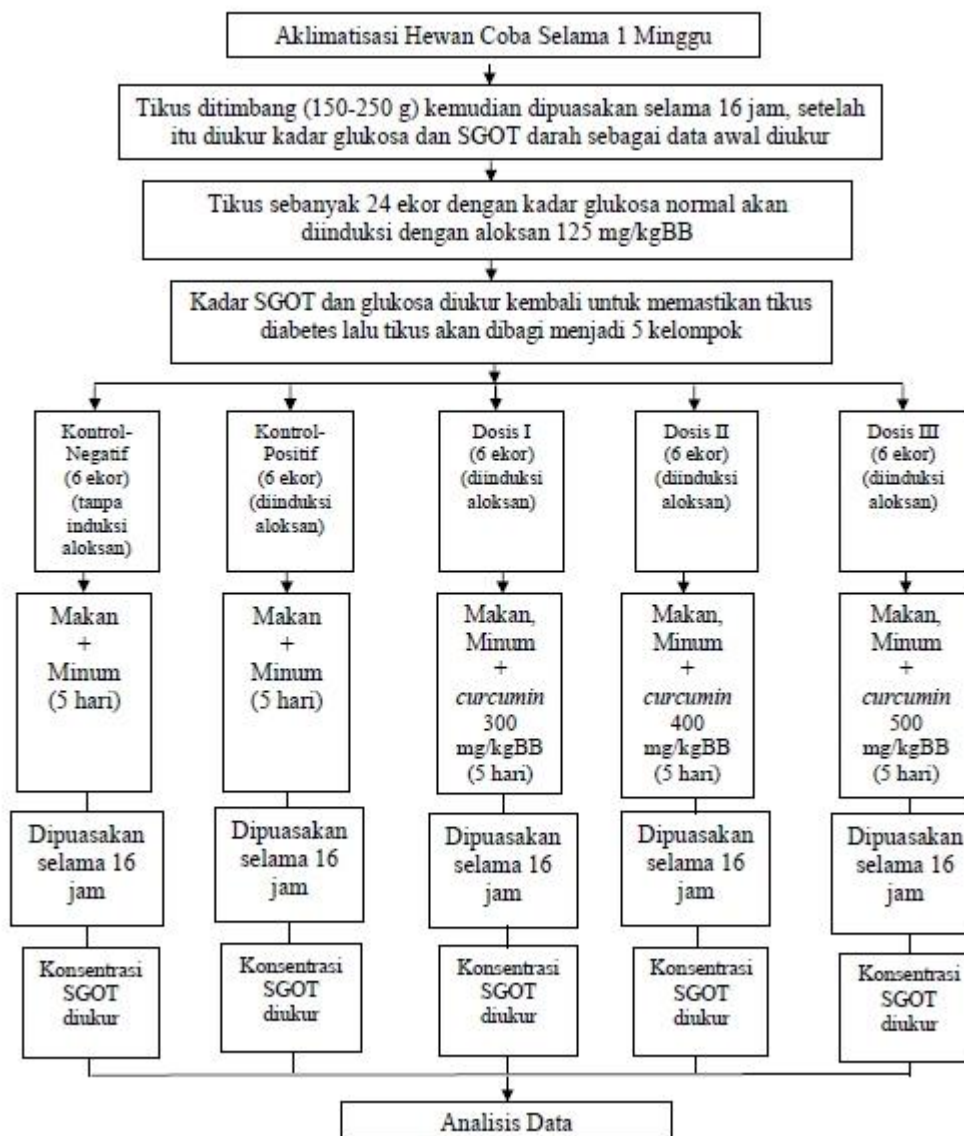
- Kelompok IV

Pada kelompok ini tikus negatif diabetes (kontrol-negatif) hanya diberi makan dan minum.

- Kelompok V

Pada kelompok ini tikus positif diabetes (kontrol-positif) hanya diberi makan dan minum.

Bagan alur yang dilakukan dalam penelitian ini diuraikan pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Kerja Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Induksi Tikus Wistar dengan Aloksan

Tabel 1 *Kadar SGOT darah tikus sebelum dan sesudah diinduksi aloksan monohidrat dengan dosis 125 mg/kgBB*

Kode Sampel	Kadar SGOT (U/L)	
	Sebelum diinduksi aloksan	Sesudah diinduksi aloksan
5.1	183	196
5.2	222	205
5.3	159	166
5.4	285	156
5.5	213	201
5.6	154	255
4.1	188	—
4.2	168	169
4.3	288	281
4.4	171	176
4.5	169	156
4.6	203	155
1.1	210	145
1.2	207	161
1.3	187	196
1.4	191	196
1.5	174	276
1.6	183	149
2.1	182	294
2.2	168	219
2.3	211	191
2.4	170	251
2.5	204	223
2.6	165	243
3.1	128	234
3.2	233	269
3.3	206	142
3.4	206	218
3.5	186	164
3.6	174	149
Rerata	192,9	201,2

Kadar SGOT darah yang mengindikasikan induksi aloksan, yang dipaparkan pada tabel 1, mengalami suatu peningkatan dari rerata 192,9 menjadi 201,2. Maka hal ini menunjukkan bahwa terdapat berbagai ragam respon tikus terhadap induksi aloksan yang menyebabkan stress oksidatif yang kemudian disfungsi organ, salah satunya adalah perbedaan laju disfungsi sel β pankreas dalam memproduksi insulin (Nayeemunnisa Ahmed, 2009).

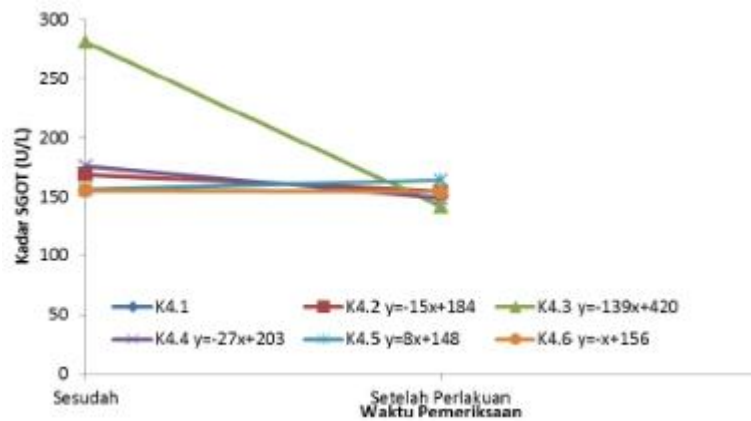
Ragam Dosis *Curcumin* dalam Menurunkan Kadar SGOT Darah Tikus

Tabel 2. *Nilai rata-rata kadar SGOT dalam darah pada setiap perlakuan*

Perlakuan	Kelompok Sampel	Kadar SGOT Rata-rata Setelah Induksi Aloksan		
		Sebelum Aloksan	Sesudah Aloksan	Setelah perlakuan
Makan dan minum, <i>curcumin</i> 300 mg/kgBB 3ml/hari.	K1	192	187,2	198,5
Makan dan minum, <i>curcumin</i> 400 mg/kgBB 3ml/hari.	K2	183,3	236,8	200,8
Makan dan minum, <i>curcumin</i> 500 mg/kgBB 3ml/hari.	K3	188,8	196	153,6
Makan dan minum (kontrol negatif).	K4	197,8	187,4	152,6
Makan dan minum (kontrol positif).	K5	202,7	196,5	182,5

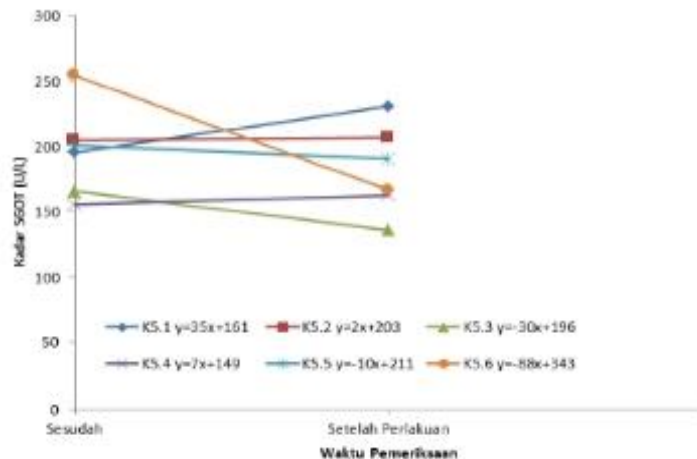
Pengaruh Dosis *Curcumin* Terhadap Penurunan Konsentrasi SGOT Darah.

Sampel curcumin sangatlah berbeda dari sampel lainnya sampel ini memiliki kadar SGOT yang tidak normal pada awal pemeriksaan. Namun pada akhirnya sampel ini dapat mengendalikan perubahan tersebut sehingga kadar SGOT dapat diturunkan kepada kadar normalnya. Kembali bahwa setiap sampel memiliki fisiologis dan pertahanan tubuh yang berbeda-beda. Diagram grafik perubahan pada kontrol-negatif dapat dilihat pada gambar 3.



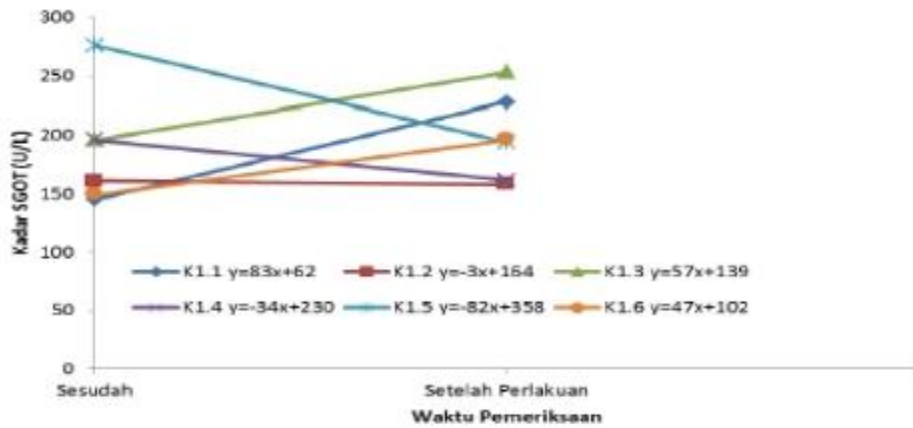
Gambar 3. Perubahan kandungan SGOT pada tikus Wistar tanpa perlakuan (kontrol-negatif)

Pada data kelompok kontrol-positif yang ditunjukkan di gambar 4 bahwa tidak semua sampel merespon penginduksian aloksan dengan baik sehingga mengakibatkan ada dua sampel (5.3 dan 5.4) tidak mengalami peningkatan kadar SGOT dan masih di dalam kadar normal SGOT. Berbeda dengan sampel lainnya yang mengalami peningkatan kadar SGOT setelah diinduksi aloksan.



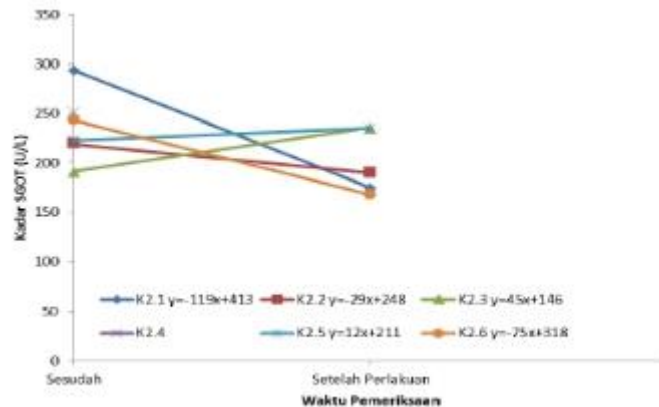
Gambar 4. Perubahan kandungan SGOT pada tikus Wistar tanpa perlakuan (kontrol-positif)

Pada kelompok sampel tikus Wistar yang diberi perlakuan dengan dosis 300 mg *curcumin*, terlihat bahwa lebih banyak sampel yang tidak merespon pemberian induksi aloksan (sampel 1.1, 1.2, dan 1.6) sehingga kadar SGOT sampel tersebut masih berada di batas kadar normal. Meskipun begitu, pemberian *curcumin* 300 mg tidak mampu menahan secara signifikan peningkatan yang terjadi pada beberapa sampel sehingga perubahan tersebut terus terjadi hingga hari terakhir. Hanya pada sampel 1.4 dan 1.5 yang mengalami penurunan secara signifikan sebagai akibat dari pemberian *curcumin*, sedangkan sampel 1.2 tidak mengalami perubahan atau penurunan yang signifikan. Kembali, bahwa perbedaan fisiologis tiap sampel mempengaruhi hasil dari perlakuan yang diberikan. Grafik perubahan pada kelompok sampel yang diberikan *curcumin* dengan dosis 300 mg dapat dilihat pada gambar 3.3.



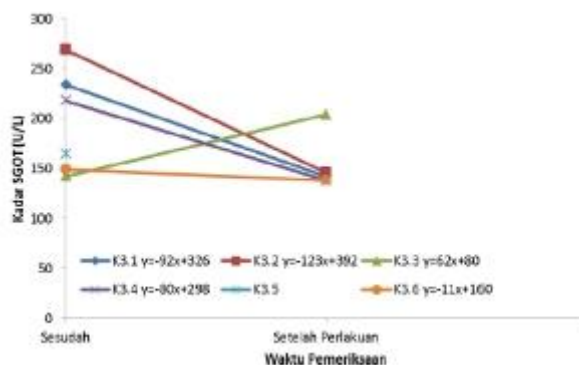
Gambar 5. Perubahan kandungan SGOT sebagai akibat pemberian curcumin dengan dosis 300 mg/kgBB pada tikus Wistar terinduksi aloksan.

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 6 menjelaskan pemberian perlakuan yang diberikan kepada kelompok ini hanya diterima oleh sampel 2.1, 2.2, dan 2.6 dengan adanya penurunan yang signifikan terhadap kadar SGOT. Sedangkan sampel 2.3 dan 2.5 tidak merespon curcumin yang diberikan sehingga kadar SGOT sampel terus mengalami peningkatan secara kontiniu hingga akhir dari perlakuan. Dosis ini mulai menunjukkan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan dosis *curcumin* 300 mg dengan memberikan perubahan penurunan yang signifikan terhadap sampel.



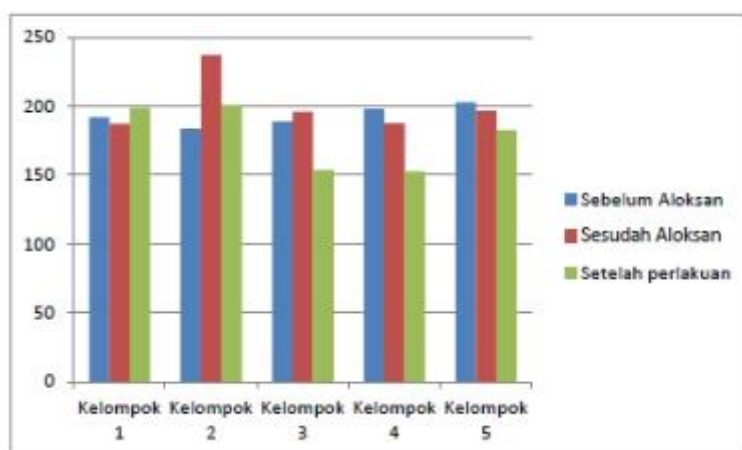
Gambar 6. Perubahan kandungan SGOT sebagai akibat pemberian curcumin dengan dosis 400 mg/kgBB pada tikus Wistar terinduksi aloksan

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 7 merupakan kelompok sampel yang diberikan perlakuan dengan pemberian dosis *curcumin* 500 mg/kgBB. Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa ada dua sampel (3.3 dan 3.6) yang tidak mengalami peningkatan setelah diinduksi oleh aloksan dan masih berada di batas normal. Hal ini berbeda dengan sampel lainnya yang mengalami peningkatan setelah penginduksian.



Gambar 7. Perubahan kandungan SGOT sebagai akibat pemberian curcumin dengan dosis 500 mg pada tikus Wistar terinduksi aloksan

Didapati bahwa kelompok 1 tidak merespon pemberian *curcumin* dengan dosis 300 mg/kgBB sehingga tetap mengalami peningkatan terhadap kadar SGOTnya. Sedangkan kelompok 2, yaitu kelompok yang diberi perlakuan *curcumin* dengan dosis 400 mg/kgBB merespon pemberian perlakuan dengan ditandai adanya penurunan terhadap kadar SGOT sebesar 36 U/L. Hal ini berbeda dengan kelompok 3 yang diberi perlakuan dengan pemberian dosis 500 mg/kgBB. Teramati bahwa kelompok ini merespon pemberian *curcumin* paling baik yang ditunjukkan dengan adanya penurunan paling besar yaitu sebanyak 42,4 U/L.



Gambar 8. Perubahan rata-rata kadar SGOT masing-masing kelompok

Kelompok sampel kontrol-positif pun ditunjukkan oleh hasil yang ada pada tabel bahwa kelompok ini memiliki nilai signifikansi lebih dari nilai toleransi yang diberikan. Hal ini menandakan bahwa semua sampel yang digunakan pada setiap kelompok berdistribusi normal. Nilai signifikansi dilihat berdasarkan dengan nilai yang terdapat pada tabel Kolmogorov-Smirnov

Tabel 3. Uji normalitas.

	Kolmogorov-Smimov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Dosis_300 mg/kgBB	0,216	6	0,200 [*]	0,951	6	0,747
Dosis_400 mg/kgBB	0,154	5	0,200 [*]	0,978	5	0,922
Dosis_500 mg/kgBB	0,263	5	0,200 [*]	0,921	5	0,536
Kontrol_Positif	0,205	6	0,200 [*]	0,927	6	0,553

Digunakan uji homogenitas pada tahap selanjutnya untuk mengetahui kehomogenan dari sampel yang ada. Apabila nilai sig. sampel lebih besar daripada nilai toleransi yang telah ditetapkan maka sampel dinyatakan memiliki homogenitas. Didapati bahwa kelompok sampel memiliki nilai $p=0,589$. Nilai ini lebih besar dari nilai toleransi yang telah ditetapkan yaitu $\alpha=0,05$. Berdasarkan hasil uji homogenitas yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sampel yang ada bersifat homogen. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances			
Gradien_Perubahan_Kadar_SGOT			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,717	4	22	,589

Hasil analisis statistik menggunakan ANOVA yang terdapat pada tabel di bawah menunjukkan bahwa nilai $F=0,811$ dan nilai $p=0,531$. Nilai p yang dihasilkan memiliki nilai yang lebih besar dari tingkat kesalahan yang telah ditetapkan (α) yaitu $0,05$. Hal ini menjelaskan hipotesis (H_0) pada uji ANOVA yang menyatakan bahwa “tidak terdapat perbedaan pada tiap kelompok perlakuan” diterima. Berdasarkan hasil tersebut dijelaskan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi SGOT, namun tetap terdapat adanya perubahan pada konsentrasi SGOT.

Tabel 5. Hasil uji ANOVA Penurunan Konsentrasi SGOT.

Gradien_Perubahan_Kadar_SGOT					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12086,933	4	3021,733	0,811	0,531
Within Groups	81931,733	22	3724,170		
Total	94018,667	26			

Dilihat berdasarkan hasil statistik *multiple comparisons* pada tabel 3.6, menunjukkan bahwa terdapat perubahan antara beberapa kelompok sampel, namun perubahan yang ada tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Pasangan kelompok yang memiliki perubahan tersebut, yaitu: (1) kelompok kontrol-positif dengan kelompok perlakuan yang diberi *curcumin* dengan dosis 400 mg/kgBB . Besar perbedaannya yaitu $-19,20000$ dan memiliki nilai p sebesar $1,000$; (2) kelompok kontrol-positif dengan kelompok perlakuan yang diberi *curcumin* dengan dosis 500 mg/kgBB . Perbedaannya sebesar $-34,80000$ dengan nilai $p=1,000$. Sedangkan kelompok lainnya tidak menunjukkan adanya perubahan yang terjadi. Kelompok kontrol-positif dan kelompok perlakuan yang diberi *curcumin* dengan dosis 300 mg/kgBB adalah pasangan kelompok yang tidak menunjukkan adanya perubahan. Besar perbedaannya yaitu $-19,20000$ dan memiliki nilai p sebesar $1,000$.

Tabel 6. Hasil analisis data dengan Multiple Comparisons (Bonferroni) Penurunan Konsentrasi SGOT.

(I) Kelompok_Perlakuan	(J) Kelompok_Perlakuan	Mean Difference (I- J)	Sig.
Bonferroni Dosis 300 mg/kgBB	Dosis 400 mg/kgBB	44,53333	1,000
	Dosis 500 mg/kgBB	60,13333	1,000
	Kontrol-Negatif	46,13333	1,000
	Kontrol-Positif	25,33333	1,000
Dosis 400 mg/kgBB	Dosis 300 mg/kgBB	-44,53333	1,000
	Dosis 500 mg/kgBB	15,60000	1,000
	Kontrol-Negatif	1,60000	1,000
	Kontrol-Positif	-19,20000	1,000
Dosis 500 mg/kgBB	Dosis 300 mg/kgBB	-60,13333	1,000
	Dosis 400 mg/kgBB	-15,60000	1,000
	Kontrol-Negatif	-14,00000	1,000
	Kontrol-Positif	-34,80000	1,000
Kontrol-Negatif	Dosis 300 mg/kgBB	-46,13333	1,000
	Dosis 400 mg/kgBB	-1,60000	1,000
	Dosis 500 mg/kgBB	14,00000	1,000
	Kontrol-Positif	-20,80000	1,000
Kontrol-Positif	Dosis 300 mg/kgBB	-25,33333	1,000
	Dosis 400 mg/kgBB	19,20000	1,000
	Dosis 500 mg/kgBB	34,80000	1,000
	Kontrol-Negatif	20,80000	1,000

Kelompok kontrol-positif dan kelompok perlakuan yang diberi *curcumin* dengan dosis 300 mg/kgBB yang tidak mengalami perubahan menunjukkan bahwa pemberian *curcumin* dengan dosis rendah pada tikus tidak memberikan perubahan pada SGOT tikus. Hasil yang didapat ini hampir sama dengan penelitian yang dilaporkan oleh Anand et al. (2007) bahwa *curcumin* yang berukuran makro memiliki bioavailabilitas sangat buruk sehingga mengakibatkan aktivitas *curcumin* terjadi hanya pada sebagian konsentrasi yang ada.

Menurunnya proses glukoneogenesis merupakan hasil dari mekanisme yang dihasilkan *curcumin* dalam menurunkan konsentrasi SGOT (Sivabalan & Anuradha, 2010). Mekanisme lain *curcumin* dalam menurunkan konsentrasi SGOT adalah dengan merangsang sel β pada pankreas agar disekresikannya insulin (Wickenberg et al., 2010) serta meningkatkan kesensitifan insulin sehingga glukosa yang ada dalam darah dapat digunakan dan tidak mengalami proses penumpukan (Khaled & Mahfous, 2011).

Curcumin mengandung fenolik yang memiliki efek sebagai antioksidan dan dapat mempercepat suatu perbaikan pada kerusakan jaringan parenkim dan hepatosit sehingga mampu menurunkan konsentrasi SGOT (Kaur et al., 2012; Hussein & Abu-Zinadah, 2010).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis statistik diperoleh bahwa tidak ada penurunan signifikan yang terjadi, namun tetap terdapat adanya perubahan yaitu pada kelompok sampel yang diberi perlakuan dengan menggunakan *curcumin* berdosisi 500 mg/kgBB. Perubahan tersebut ditunjukkan dengan adanya penurunan terhadap konsentrasi SGOT tikus Wistar terinduksi aloksan namun tidak signifikan. *Curcumin* dengan dosis 500 mg/kgBB memiliki kemampuan yang lebih terlihat dalam menurunkan konsentrasi SGOT pada tikus Wistar terinduksi aloksan bila dibandingkan dengan *curcumin* dosis 400 mg/kgBB dan 300 mg/kgBB di mana dosis tersebut kurang memberikan efek farmakologi terhadap SGOT.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, B. B., Kumar, A., Aggarwal, M. S. & Shishodia, S. (2005). Curcumin Derived from Turmeric (*Curcuma longa*): a Spice for All Seasons. *Phytopharmaceuticals in Cancer Chemoprevention*, 23, 350- 379.
- Aggarwall, B. B., Bhatt, I. D., Ichikawa, H., Kwang, S. A., Sethi, G., Sandur, S. K., Natarajan, C., Seeram, N. & Shishodia, S. (2006). 10 Curcumin – Biological Ana Madicinal Properties. Hal. 297.
- Anand, P., Kunnumakkara, A. B., Newman, R. A. & Aggarwal, B. B. (2007). Bioavaibility of Curcumin: Problems and Promises. *Molecule Pharmaceutic*, 4 (5),. 807-818.
- Anuradha, C. A. & Aukunuru, J. (2010). Preparation Characterisation and In sio valuation of Bis-demethoxy Curcumin Analogue (BDMCA) Nanoparticle. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 9 (1), 51-58.
- Basha, S. S., Guru, S. M., Mannur, I. S., Sree, V. P., Pushpa, L. B., Radha, M. Y. R. & Bhaskar, M. (2010). Pharmaceutical Application Of Curcuma Longa On Alloxan Induced Type 1 Diabetes And Antioxidant Cascade In Liver Of Male Albino Rats. *Asian Journal Experiment Biology Science* 1 (3), 627-632.
- Chang, C. L. T., Lin, Y., Bartolome, A. P., Yi, C. C., Shao, C. C. & Wen, C. Y. (2013). *Herbal Therapies for Type 2 Diabetes Mellitus: Chemistry, Biology, Ana Potential Application of Selected Plants and Compounds*. Evidence- Based Complementary and Alternative Medicine Vol. 2013 Hal. 1-33.
- Chattopadhyay, I., Biswas, K., Bandyopadhyay, U. & Banerjee, R. K. (2004). Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications. *Current Science* , 87 (1), 44-53.
- Datta, S., Dhar, S., Nayak, S. S. & Dinda, S. C. (2013). Hepatoprotective Activity Of Cyperus Articulatus Linn. Against Paracetamol Induced Hepatotoxicity Ni Rats. *Journal Chemistry Pharmaceutical Research*, 5 (1), 314-319.
- Dudas, J., Fullara, A., Romania, A., Pritza, C., Kovalszkyb, I., Schartingera, V. H., Sprinzla, G. M. & Riechelmanna H. (2012). Curcumin Targets Fibroblast–Tumor All Interactions in Oral Squamous Cell Carcinoma. *Experimental Cell Research* Hal. 1-10.
- Felig, P., Wahren, J., Sherwin, R. & Palaiologos, G. (1977). Amino Acid and Protein Metabolism in Diabetes Mellitus. *Arch International Medicine*, 137, 507-513.
- Ferreira, P. G, Silva, A. C, Aguas, A. P., Pereira, A. S. & Grande, N. R. (2013). Detailed arrangement of the bronchial arteries in the Wistar rat: A study pusing vascular injection and scanning electron microscopy. *European Journal of Anatomy*, 5 (2), 67-76.
- Ganapaty, S., Ramaiah, M., Ysaswini, K., Nuthakki, V. K. & Harikrishnareddy, D. (2013). Quantitative Phytochemical Estimation and Evaluation of Hepatoprotective Activity of Methanolic Extract of *Dendrobium ovatum* (L.) Kraenzl. Whole Plant against CCl4 Induced Hepatotoxicity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2 (3), 120-123.
- Gandhi, P., Khan, Z. & Chakraverty, N. (2011). Soluble Curcumin: A Promising Oral Supplement For Health Management. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1 (2), 1-7.
- Gbenou, J. D., Ahounou, J. F., Akakpo, H. B., Laleye, A., Yayi, E., Gbaguidi, F., Moussa, L. B., Darboux, R., Dansou, P., Moudachirou, M. & Kotchoni, S. O. (2012). Phytochemical Composition of Cymbopogon Citratus and Eucalyptus Citriodora Essential Oils and Their Anti-Inflammatory And Analgesik Properties on Wistar Rats. *Molecule Biology Reports*.
- Ghorbani P dan Gaeini AA. 2013. The Effect Of One Bout High Intensity Interval Training On Liver Enzymes Level In Elite Soccer Players. *Global Journal Of Science, Engineering And Technology* No. 5 Hal. 192-202.
- Hussein, H. K. & Abu-Zinadah, O. A. (2010). Antioxidant Effect of Curcumin Extract in Induced Diabetic Wistar Rats. *International Journal of Zoological research*. ISSN 1811-9778.
- Jain, A., Jain, I. P., Singh, S. P. & Agrawal, A. (2013). To Evaluate Hepatoprotective Activity Of Roots Of Cynodon Dactylon -An Experimental Study. *Asian Journal Pharmaceutical Clinic Research*, 6 (2), 109-112.
- Kaur, Pal, I. & Kakkar, V. (2012). Antidepressant Activity of Curcumin Loaded Solid Lipid Nanoparticles (C-SLNs) In Mice. *American Journal Pharmaceutical Technology Research*, 2 (3), 729-736.

- Khaled, M. & Mahfous, M. (2011). Curcumin Improves Insulin Sensitivity And Ameliorates Serum Pro-inflammatory Cytokines Levels In Diabetes Rat Model Irrespective of Type of Diabetes. *Journal of American Science*, 7 (5), 794-799.
- Kristen, J. O. (2009). Acute coronary syndrome. *Ajonline*. 19(5): 42-52.
- Lenzen, S. (2008). The mechanisms of alloxan- and streptozotocin-induced diabetes. *Diabetologia* 2008(51), 216–226.
- Louvet, C., Szot, G. L., Lang, J., Lee, M. R., Martinier, N., Bollag, G., Zhu, S., Weiss, A. & Bluestone, J. A. (2008). Tyrosine kinase inhibitors reverse type 1 diabetes in nonobese diabetic mice. *PNAS*, 105(48), 18895–18900.
- Mahfouz, M. K. M. (2011). Curcumin Improves Insulin Sensitivity and Ameliorates Serum Pro-inflammatory Cytokines Levels in Diabetes Rat Model Irrespective of Type of Diabetes. *Journal of American Science*, 7(6), 794-799.
- Memon, M. S., Arain, Z. I., Naz, F., Zaki, M., Kumar, S. & Burney, A. A. (2013). Prevalence of Type 2 Diabetes Mellitus in Hepatitis C Virus Infected Population: A Southeast Asian Study. Hindawi Publishing Corporation. *Journal of Diabetes Research*, 2013, 1-7.
- Mishra, B. & Pancholi, S. S. (2013). Investigation of a new antidiabetic combination based on *Gymnema sylvestre* and *Momordica charantia* along with Pioglitazone in major diabetic complications. *Molecular & Clinical Pharmacology*, 4, 11-25.
- Mishra, S. (2012). Serum And Hepatocyte Enzyme. *Journal Of Scientific & Innovative Research*, 1 (3), 1-4.
- Mukhtar, H. M., Wadhan, P. & Singh, V. (2013). Hypoglycaemic Activity of Flower Heads of *Artemisia Maritima* in Normal and Alloxan-induced Diabetic Rats. *Journal of Natural Remedies*, 13(1), 9-14.
- Ahmed, A. (2009). Alloxan Diabetes-Induced Oxidative Stress And Impairment Of Oxidative Defense System In Rat Brain: Neuroprotective Effects of *Cichorium intybus*. *International Journal Diabetes & Metabolism*, 17, 105-109.
- Pandey, A., Gupta, R. A. & Srivastava, R. (2011). Curcumin-The Yellow Magic. *Asian Journal of Applied Sciences*, 4(4), 343-354.
- Pari, L. & Amali, R. D. (2005). Protective of Tetrahydrocurcumin (THC) an Active Principle of Turmeric on Chloroquine Induced Hepatotoxicity in Rats. *Journal Pharmaceutical Science*, 8, 115-123.
- Rajesh, P., Balasubramaniam, V., Ramesh, N., Rajes, V., Kannan, A. (2010). A Biochemical Approach on *Curcuma longa* Linn. (Turmeric) Against Alcoholic Liver Diseases by Using Swiss Albino Mice and SDS-PAGE Analysis. *International Journal Medical Research*, 1, 6-17.
- Sharma, B., Siddiqui, M. S., Kumar, S. S., Ram, G. & Chaudhary, M. (2013). Liver Protective Effects of Aqueous Extract of *Syzygium cumini* in Swiss Albino 46 Mice on Alloxan Induced Diabetes Mellitus. *Journal of Pharmacy Research*, 6(8), 853–858.
- Sivabalan, S. & Anuradha, C. V. (2010). A Comparative Study on the Antioxidant And Glucose-lowering Effect of Curcumin and Bisdemethoxycurcumin Analog through in vitro Assays. *International Journal of Pharmacology*, Hal. 1-6.
- Sowjanya, G., Swarnalatha, D., Shivakala, T. & Mobeena, S. K. (2013). Hepatoprotective Activity -A Review. *International Journal of Phytopharmacy Review Article*. 3(2), 37-49.
- Thompson, A. & Kanamarlapudi, V. (2013). Type 2 Diabetes Mellitus and Glucagon Like Peptide-1 Receptor Signalling. *Clinical Experiment Pharmacology*, 3(4), 1-18.
- Thorat, R., Vyawahare, N., Velis, H. & Chaudhari S. (2010). Antidiabetic Activity of HF on Alloxan Induced Diabetic Rats. *Pharmacologyonline*, 2, 1089-1099.
- Venkateswarlu, E., Bhava, B. S. S., Arvind, P., Reddy, P. R., Dileep, P. & Mahathi K. (2013). Evaluation of Anti-Diabetic and Hypolipidemic Activity of *Pseudarthria viscida* (Whole Plant) in Streptozotocin-Nicotinamide Induced Type II Diabetic Rats. *Global Journal of Pharmacology*, 7(2), 192-197.
- Wickenberg, J., Ingemansson, S. L. & Hlebowicz J. (2010). Effects of Curcuma Long (turmeric) on Postprandial Plasma Glucose and Insulin in Healthy Subjects. *Nutrition Journal*. 9(43). Hal. 1-5.

Wurtz, P., Soininen, P., Kangas, A. J., Rönnemaa, T., Lehtimäki, T., Kähönen, M., Viikari, J. S., Raitakari, O. T. & Korpela, M. A. (2013). Branched-Chain And Aromatic Amino Acids Are Predictors of Insulin Resistance In Young Adults. *Diabetes Care*, 36, 648-655.

UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK JAHE MERAH (*Zingiber officinale* var *Rubrum*) DENGAN METODE 1,1-DIFENIL-2-PIKRILHIDRAZIL (DPPH)

Titin Sulastri, Marvel Reuben Suwitono

Fakultas MIPA, Universitas Advent Indonesia

Abstrak. Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) merupakan bahan rempah yang memiliki senyawa antioksidan alami. Antioksidan merupakan senyawa penting dalam menjaga kesehatan tubuh karena berfungsi sebagai penangkap radikal bebas yang banyak terbentuk dalam tubuh yang dapat menimbulkan penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak jahe merah segar dan bubuk kering. Pengujian fitokimia pada jahe merah menunjukkan adanya senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, kuinon, saponin, tanin, fenolat dan monoterpenoid, namun tidak menunjukkan adanya triterpenoid. Maserasi dilakukan pada simplisia dengan pelarut metanol, diklormetan dan heksana, yang digojog selama 3x24 jam, dimana setiap hari maserat dikumpulkan. Pemekatan ekstrak dilakukan dengan penguap vakum putar. Rendemen ekstrak metanol jahe merah segar dan bubuk yang diperoleh berturut-turut adalah 2,06% dan 8,4%, ekstrak diklormetan jahe merah segar dan bubuk berturut-turut adalah 5,67% dan 3,67%, dan rendemen ekstrak heksana jahe merah segar dan bubuk berturut-turut adalah 2,8% dan 0,8%. Pengenceran dilakukan pada konsentrasi 12,5 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm, dan 800 ppm dengan tiga kali pengulangan. Aktivitas antioksidan dilakukan pada panjang gelombang 517 nm dengan spektrofotometer. Analisis statistik dilakukan dengan ANAVA dan uji jarak berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak jahe merah segar memberikan rerata aktivitas antioksidan sebesar 63,75% yang lebih baik daripada ekstrak jahe merah bubuk 53,25%. Pada penggunaan pelarut, ekstrak dengan pelarut heksana menunjukkan aktivitas antioksidan sebesar 68,29%, diikuti oleh diklormetan dengan aktivitas sebesar 59,39% dan metanol dengan aktivitas antioksidan sebesar 47,81%.

Kata kunci : ekstraksi, jahe merah, aktivitas antioksidan, DPPH

PENDAHULUAN

Radikal bebas adalah senyawa kimia yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan di orbital luarnya. Kehadiran elektron tidak berpasangan menyebabkan senyawa ini sangat reaktif dalam menemukan pasangan, dengan mengikat elektron di dekatnya sehingga mereka dapat memicu penyakit. (Lung & Destiani, 2017). Di dalam tubuh, antioksidan memainkan peran penting dalam menetralkan dan menstabilkan radikal bebas. Antioksidan diproduksi secara alami dalam tubuh, tetapi antioksidan yang diproduksi dalam tubuh manusia tidak cukup untuk menyeimbangkan radikal bebas yang berlebihan sehingga diperlukan antioksidan eksternal. Antioksidan alami mampu melindungi tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh spesies oksigen reaktif, yang memicu penyakit degeneratif (Lobo et al., 2010).

Sumber antioksidan alami banyak terdapat dalam bahan pangan misalnya buah-buahan, rempah-rempah, teh, coklat, dedaunan, biji-bijian, sayur-sayuran. Pada umumnya aktivitas antioksidan disebabkan karena tumbuhan tersebut mengandung senyawa metabolit sekunder/senyawa aktif, diantaranya adalah flavanoid, fenolik, tannin dan antosianin (Rahmi, 2017).

Ada tiga jenis varian jahe di Indonesia, yaitu jahe gajah (*Zingiber officinale* var *Officinarum*), jahe emprit (*Zingiber officinale* var *Amarum*), dan jahe merah (*Zingiber officinale* var *Rubrum*) (Salim & Munadi, 2017). Rimpang jahe (*Zingiber officinale*) dikenal baik di masyarakat Indonesia sebagai salah satu rempah. Hampir semua wilayah di tanah air umumnya memanfaatkan jahe hanya sebagai bahan masakan yang dipercaya memiliki banyak manfaat misalnya sebagai obat kembung, penghangat badan, dan menyembuhkan iritasi. Rimpang jahe juga berguna untuk obat sakit kepala, masuk angin, dan penambah nafsu makan. (Ibrahim et al., 2015). Jahe merah merupakan salah satu rempah yang berfungsi sebagai sumber antioksidan (Saragih et al., 2015).

Kandungan yang terdapat di jahe antara lain senyawa volatile dan nonvolatile. Senyawa volatile terdiri dari berbagai senyawa terpenoid. Sedangkan senyawa nonvolatile terdiri dari senyawa-senyawa flavonoid dan polifenol (gingerol dan turunannya) yang mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi untuk mencegah radikal bebas dalam tubuh (Hapsari, 2014).

Secara umum, memiliki kesamaan dengan *Z. officinale* lainnya, namun memiliki kandungan minyak esensial (3,9%) dan ekstrak yang larut alkohol (9,93%) yang lebih tinggi (Kusumawati et al., 2017).

Uji aktivitas antioksidan pada fraksi etil asetat ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* var *amarum*) dengan menggunakan metode DPPH, menunjukkan nilai konsentrasi penghambatan (IC₅₀) sebesar 25,69 ppm, dimana suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan jika memiliki nilai IC₅₀ jika memiliki IC₅₀ < 50 ppm (Kaban et al., 2016).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan uji yang digunakan adalah jahe merah. Bahan kimia dan pelarut yang digunakan adalah heksana, diklormetan, metanol 98%, etanol 96%, pereaksi Mayer, Dragendorff, Lieberman-Burchard, HCl 2N, kloroform, amonia 5%, dietil-eter, besi (III) klorida, magesium, amil alkohol, vanillin 10%, KOH 5%, FeCl₃, H₂SO₄ pekat, gelatin 1%, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH).

Alat

Alat-alat yang digunakan adalah alat iris/potong (VC 60mp Ellane), blender penyerbuk (Vitamax MPS 1394), tampah bambu, kain hitam, sikat halus, ayakan 200 mesh, timbangan digital analitik (METTLER TOLEDO), *shaker*, *vaccum rotary evaporator* (B-ONE), spektrofotometer (Rigol U 3000), mikropipet dan peralatan gelas umum lainnya.

Pembuatan Simplisia Jahe Merah Bubuk (*Zingiber officinale* var *Rubrum*)

Pembuatan simplisia dilakukan dengan sortasi rimpang, dicuci pada air mengalir selama 1 menit menggunakan sikat halus, ditiriskan selama 24 jam, dikupas dan dipotong menggunakan mesin potong ukuran 0.30cm, selanjutnya jahe disusun ditampah, ditutup kain hitam dan dijemur dibawah sinar matahari selama 380 menit, setelah kering jahe merah diblender diayak menggunakan saringan 200 mesh.

Penapisan Fitokimia Jahe Merah (*Zingiber officinale* var *Rubrum*)

Penapisan fitokimia dilakukan terhadap serbuk jahe merah bertujuan untuk mendapatkan profil golongan metabolit sekunder secara kualitatif dalam sampel menggunakan metode Farnswort (1996):

Alkaloid

Sebanyak 1 gr serbuk simplisia dilembabkan dengan 10 ml amonia 5% dan digerus dalam mortar porselain. Selanjutnya ditambahkan 1 mL kloroform, digerus kuat, dan disaring. Filtrat ditetaskan pada kertas saring yang telah ditetesi pereaksi Dragendorff. Reaksi positif jika terbentuk warna merah atau jingga pada kertas saring. Filtrat yang sama diekstraksi dua kali dengan asam klorida 1 N. Ekstrak asam klorida dibubuhi pereaksi Dragendorff, reaksi positif jika terbentuk endapan merah bata. Selanjutnya ekstrak asam klorida dibubuhi pereaksi Mayer, reaksi positif jika terbentuk endapan putih.

Flavanoid

Sebanyak 1 gr serbuk simplisia ditambahkan 50 mL air, dan dicampurkan dengan 1 gr serbuk Mg dan 20 ml HCL 2N. Kemudian dididihkan selama 10 menit, kemudian disaring. Pada filtrat ditambahkan 0,25 ml amil alkohol dan dikocok kuat-kuat. Adanya flavanoid ditunjukkan dengan terbentuknya warna kuning, jingga atau merah pada lapisan amil alkohol.

Kuinon

Sebanyak 1 gr serbuk simplisia ditambahkan 50 ml air, lalu dipanaskan selama 10 menit, setelah itu disaring. Pada filtrat tersebut ditambahkan 0,25 ml KOH 2N. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna kuning.

Saponin

Sebanyak 10 mL larutan A dimasukkan dalam tabung reaksi dan dikocok secara vertikal selama 10 detik. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya busa yang stabil mencapai 1 cm yang stabil selama 10 menit dan tidak berubah dengan penambahan setetes asam klorida 2N.

Tanin

Sebanyak 1 gr bubuk simplisia dimasukkan ke dalam 50 ml air, kemudian dipanaskan selama 10 menit, lalu disaring. Pada filtrat ditambahkan 5 ml larutan gelatin 1 %. Hasil positif tanin ditunjukkan dengan terbentuknya endapan putih.

Fenolat

Ke dalam 5 mL larutan A akan ditambahkan 3 tetes larutan besi (III) klorida, warna hijau biru menunjukkan adanya fenolat.

Triterpenoid dan Steroid

Sebanyak 1 gr serbuk simplisia digerus dengan 5 ml dietil-eter, filtratnya diambil dan dimasukkan ke dalam cawan penguap dan dibiarkan kering, kemudian ditambahkan 3 ml pereaksi Lieberman-Burchard. Hasil positif triterpenoid ditandai dengan terbentuknya warna merah atau ungu. Hasil positif steroid ditandai dengan terbentuknya warna hijau atau biru.

Monoterpenoid

Sebanyak 1 gr serbuk simplisia digerus dengan 5 ml dietil-eter, filtratnya diambil dan dimasukkan ke dalam cawan penguap dan dibiarkan mengering. Kemudian ke dalam larutan ditambahkan 5 ml larutan vanillin 1% dan 3 ml larutan H₂SO₄ pekat. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna biru keunguan.

Pembuatan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var *Rubrum*)

Jahe merah bubuk dan jahe merah segar sebanyak 15 gr direndam pada masing-masing jenis pelarut yang berisi 100 ml metanol, diklorometan, dan heksana. Selama proses perendaman dilakukan pengadukan menggunakan *shaker* hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kejenuhan pada larutan sehingga memperoleh hasil yang. Ekstrak yang didapat dari masing-masing jenis pelarut disaring menggunakan kertas penyaring kemudian ditampung dan disimpan dalam wadah yang terlindungi dari sinar matahari. Proses ekstraksi dilakukan selama 3x24 jam, dan dilakukan pergantian pelarut sebanyak 2 kali. Kemudian ekstrak yang didapat dari masing-masing jenis pelarut dipekatkan dengan cara penguapan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C, setelah mendapatkan ekstrak disimpan dalam botol tertutup dan disimpan di tempat terlindung dari sinar matahari.

Penentuan Stabilitas Larutan DPPH, Uji Linieritas, Uji Aktivitas Antioksidan Jahe Merah

Larutan DPPH dalam konsentrasi tertentu diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer visible, kemudian dihitung konsentrasinya menggunakan persamaan dari uji linieritas dan dihitung akurasi presisinya. Larutan DPPH diamati absorbansinya berdasarkan perubahan waktu pada panjang gelombang 517 nm. Data absorbansi yang dihasilkan kemudian diamati dan disajikan dalam bentuk grafik. (Molyneux, 2004).

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan larutan DPPH dengan konsentrasi 40 ug/ml. dan 7 konsentrasi ekstrak yang berbeda, yaitu 12,5, 25, 50, 100, 200, 400, 800 ppm dengan pelarut etanol. Langkah yang dilakukan dalam pengujian aktivitas antioksidan adalah mencampurkan 3 ml larutan DPPH dengan 2 ml larutan ekstrak dan divortek 3 detik. Larutan tersebut diinkubasi selama 30 menit dan terlindung dari paparan sinar matahari. Setelah diinkubasi, larutan diperiksa serapannya pada 517 nm dengan spektrofotometer. Data absorbansi yang diperoleh dikonversi menjadi aktivitas antioksidan dengan menggunakan rumus berikut, selanjutnya dilakukan analisis statistik.

$$(\%) = \frac{\text{Abs. Blanko} - \text{Abs. Sampel}}{\text{Abs. Blanko}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Penapisan Fitokimia Bubuk Jahe Merah (*Zingiber officinale* var *Rubrum*)

Hasil penapisan fitokimia bubuk jahe merah (*Zingiberaceae officinale* var. *Rubrum*) (Tabel 1) secara kualitatif menunjukkan kandungan senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, kuinon, saponin, tanin, fenolat, dan monoterpenoid, serta tidak terdeteksi triterpenoid.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fitokimia

No.	Golongan	Kriteria Positif	Kesimpulan
1	Alkaloid	Terbentuk endapan putih	+
2	Flavonoid	Terbentuknya kuning, jingga atau merah pada lapisan amil alkohol	+
3	Kuinon	Terbentuknya warna kuning	+
4	Saponin	Terbentuknya busa persisten mencapai 1 cm	+
5	Tanin	Terbentuknya endapan putih	+
6	Fenolat	Terbentuknya warna hijau tua	+
7	Triterpenoid	Terbentuknya warna hijau biru	-
8	Monoterpenoid	Terbentuk warna biru keunguan	+

Keterangan: “+” Terdeteksi, “-” Tidak terdeteksi

Hasil Ekstrak Jahe Merah (*Zingiberaceae officinale* var. *Rubrum*)

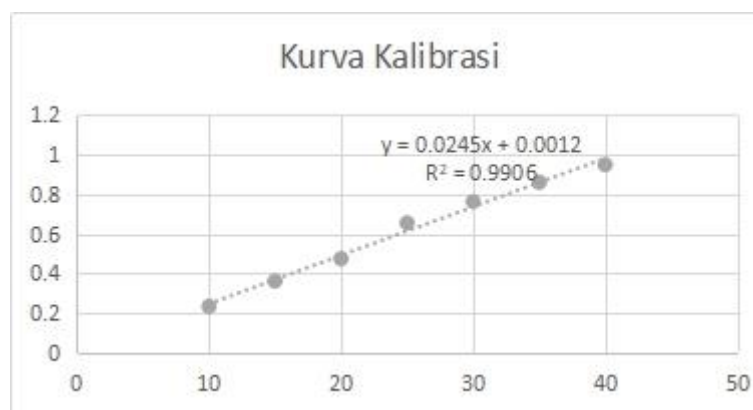
Pada Tabel 2 ditunjukkan bahwa hasil rendemen ekstrak jahe merah yang tertinggi terdapat pada jahe bubuk menggunakan pelarut metanol dengan hasil rendemen 8,4%, sedangkan hasil yang paling rendah dengan menggunakan pelarut heksana 0,8%.

Tabel 2. Hasil rendemen ekstrak jahe merah bubuk dan jahe merah segar

Pelarut	Rendemen Ekstrak Jahe Merah Segar	Rendemen Ekstrak Jahe Merah Bubuk
Metanol	2,06 %	8,4 %
Diklorometan	5,67 %	3,67 %
Heksana	2,8 %	0,8 %

Kurva Kalibrasi Aktivitas Antioksidan

Kurva kalibrasi untuk mendapatkan hubungan linearitas antara konsentrasi dan absorbansi larutan DPPH ditunjukkan pada gambar 1. Dari kurva tersebut, didapatkan persamaan $y = 0,0245x + 0,0012$ dan harga linieritas sebesar 0,9906 (lebih besar dari 0,95).



Gambar 1. Kurva kalibrasi sebagai pengujian linearitas pada sampel

Hasil Deskriptif

Tabel 3 menunjukkan hasil olahan data deskriptif aktivitas antioksidan DPPH terhadap simplisia jahe merah dengan ketiga jenis pelarut pada berbagai konsentrasi (n=6).

Tabel 3. Data Deskriptif Aktivitas Antioksidan Ekstrak Jahe Merah Bubuk

Simplisia	Pelarut	Aktivitas Antioksidan (%) pada Konsentrasi (ppm)						
		12,5	25	50	100	200	400	800
Jahe merah bubuk	Metanol	10,67	7,09	56,03	35,17	44,22	64,20	67,62
	Diklorometan	19,34	20,05	56,06	76,23	59,59	81,54	87,81
	Heksana	27,88	36,27	59,76	68,54	73,12	81,49	85,61
Jahe merah segar	Metanol	14,80	28,42	37,44	64,50	74,28	77,08	87,90
	Diklorometan	31,5	34,77	36,98	69,50	82,82	84,76	90,51
	Heksana	55,89	65,58	46,95	81,60	90,39	90,08	92,93

Analisis Statistik

Hasil pengujian statistik menggunakan Analisis Varian (ANOVA) pada data aktivitas antioksidan ekstrak jahe merah menunjukkan adanya perbedaan bermakna pada jenis simplisia yang digunakan ($p=0,000$), pelarut ($p=0,000$) dan konsentrasi ($p=0,000$). Ekstrak jahe merah segar dengan rerata aktivitas antioksidan (63,75%) adalah lebih besar daripada rerata aktivitas antioksidan ekstrak jahe merah bubuk (53,25%). Karena nilai p menunjukkan nilai yang lebih kecil dari $\alpha=0,05$ selanjutnya dilakukan analisis uji jarak berganda Duncan (Tabel 4 dan Tabel 5), yang menunjukkan penggunaan pelarut heksana memberikan rerata aktivitas antioksidan terbesar. Peningkatan konsentrasi ekstrak memberikan kenaikan aktivitas antioksidan.

Tabel 4. Uji Jarak Berganda Duncan Jenis Pelarut

Pelarut	N	Rerata Aktivitas Antioksidan (%)	Grup
Metanol	84	47,81	a
Diklorometan	84	59,39	b
Heksana	84	68,29	c

Tabel 5. Uji Jarak Berganda Duncan Konsentrasi Ekstrak Jahe Merah

Konsentrasi (ppm)	N	Rerata Aktivitas Antioksidan (%)	Grup
12,5	36	26,68	a
25	36	32,03	b
50	36	48,87	c
100	36	65,92	d
200	36	70,74	e
400	36	79,86	f
800	36	85,40	g

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada jahe merah terdapat senyawa metabolit sekunder meliputi alkaloid, flavonoid, kuinon, saponin, tanin, fenolat dan monoterpenoid. Tidak terdapat indikasi adanya triterpenoid.
2. Rendemen tertinggi diperoleh pada penggunaan metanol sebagai pelarut pada jahe merah bubuk.
3. Rerata aktivitas antioksidan ekstrak jahe merah segar lebih besar daripada ekstrak jahe merah bubuk.
4. Heksana memberikan rerata aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dari pada metanol dan diklorometan.
5. Peningkatan konsentrasi ekstrak memberikan kenaikan aktivitas antioksidan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hapsari, H. P. (2014). Pengaruh Pemberian Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Var *Rubrum*) terhadap Kadar Kolesterol LDL Wanita Dislipidemia. *Journal of Nutrition College*, 3(4).
- Ibrahim, A. M., Yunianta, & Feronika, H. S. (2015). Pengaruh Suhu Dan Lama Waktu Ekstraksi Terhadap Sifat Kimia Dan Fisik Pada Pembuatan Minuman Sari Jahe Merah (*Zingiber*

- Officinale Var. Rubrum*) Dengan Kombinasi Penambahan Madu Sebagai Pemanis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2).
- Kaban, A.N., Daniel dan Saleh, C. (2016). Uji Fitokimia, Toksisitas Dan Aktivitas Antioksidan Fraksi N-Heksan dan Etil Asetat Terhadap Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale Var. Amarum.*). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14(1).
- Kusumawati, N., Anggarani, M.A., Rusijono, Setiarso, P. dan Muslim, S. (2017). Product Standarization of Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) and Red Ginger (*Zingiber officinale* var. Rubrum) Simplicia through Washing Time, Slice Thickness and Raw Materials Drying Process Optimization. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 7(1).
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A. dan Chandra, N. (2010). Free Radicals, Antioxidants and Functional Foods: Impact on Human Health. *Pharmacognosy Review*, 4(8).
- Lung, J.K.S. dan Destiani, D.P. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin A, C, E Dengan Metode DPPH. *Farmaka*, Supl, 5(1).
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazil (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, Vol. 26, No. 2.
- Rahmi, H. 2017. Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Sumber Buah-buahan di Indonesia. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2(1).
- Salim, Z. dan Munadi, E. (2017). Info Komoditi Tanaman Obat. *Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia*.
- Saragih, J., Assa, J. & Langi, T. (2015). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) Menghambat Oksidasi Minyak Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Cocos*, 6(15).

EFEK PENURUNAN BERAT BADAN DAN KONSENTRASI KOLESTEROL DARAH PADA TIKUS PUTIH JANTAN YANG DIBERI CAMPURAN EKSTRAK ETANOL DAUN DAN AKAR JOMBANG (*Taraxacum officinale*)

Joshua HL. Tobing¹, Donn R. Ricky², Putri Sari P. Siahaan³, Selvia P. Wibowo⁴

¹Laboratorium Sains Terapan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Advent Indonesia, Jl. Kolonel Masturi No. 288 Parongpong Bandung Barat 40559, Indonesia
e-mail: ¹joshuahltobing@gmail.com, ²donn.ricky@gmail.com, ³putrisaripertiwi03@gmail.com

Abstrak. Peningkatan kolesterol dapat meningkatkan resiko penyakit kardiovaskular. Penyakit kardiovaskular merupakan penyakit yang menduduki ranking pertama kematian pada negara-negara berkembang. Oleh karena itu telah dilakukan penelitian tentang tanaman Jombang (*Taraxacum officinale* Weber) yang banyak mengandung pectin yang bermanfaat untuk menurunkan berat badan dan konsentrasi kolesterol darah pada tikus putih jantan yang diberikan makanan tinggi kolesterol. Tiga ragam dosis diberikan pada 12 ekor yang dibagi menjadi 4 kelompok secara acak. Setiap kelompok akan diberikan makanan tinggi kolesterol selama 10 hari selanjutnya akan diberikan ekstrak etanol daun dan akar Jombang selama 7 hari. Kemudian dilakukan pengukuran berat badan dan kadar kolesterol darah pada hari ke 10, 11, 13, 15 dan 17. Secara deskriptif, didapati bahwa pada dosis 60 mg/kgBB memiliki kemampuan yang lebih baik karena dapat menurunkan berat badan sebesar 16.6 gr dan kolesterol sebanyak 38 mg/dl.

Kata kunci: daun jombang, akar Jombang, penurunan berat badan, penurunan kolesterol

PENDAHULUAN

Seseorang yang memiliki kadar kolestrol melebihi ambang batas normal (hiperkolestolemik) dapat beresiko terkena arterosklerosis dan dan berpotensi menyebabkan penyakit jantung koroner. Penyakit jantung koroner beresiko dua kali lebih besar pada orang-orang yang mempunyai kadar kolestrol 200-240 mg dibandingkan dengan mereka yang kadar kolestrolnya di bawah 240 mg (Sitepoe,1993). Resiko ini akan meningkatkan menjadi empat kali lebih besar apabila kadar kolestrolnya diatas 300 mg (Agus, 2006).

Obesitas atau kegemukan adalah suatu keadaan dimana berat massa indeks tubuh (BMI) sebesar 30 kg/m². Obesitas merupakan salah satu factor utama yang mendukung terjadinya penyakit jantung coroner. Selain itu, dampak lainnya yang di timbulkan oleh obesitas adalah diabetes dan hipertensi yang pada taraf selanjutnya dapat merujuk pada penyakit jantung koroner serta meningkatkan resiko terjadinya arterosklerosis. Orang yang memiliki berat badan yang melebihi batas atau kegemukan dapat didapati dalam sebuah penelitian cenderung mempunyai kadar kolestrol dan lemak yang lebih tinggi dalam darah serta bisa mengalami tekanan darah yang lebih tinggi (Baena. 2010; Niklas 2006; Nilawati,2008). Menurut sebuah studi secara global didapati ada skitar 200 juta pria dan 300 juta wanita yang mengalami obesitas akibat pola hidup. Hal ini dapat dilihat pada orang tua yang pada umumnya berdasarkan perkiraan prevalensi obesistas mencapai 86%. Masalah-masalah lain akibat ditimbulkan oleh obesitas yang berkaitan dengan peningkatan resiko penyakit kardiovaskular adalah hipertensi, infak miokard (MI), stroke, HF dan mortalitas (Alagiakrishnan et al., 2016). Faktor mendasar yang menyebabkan obesistas adalah adanya ketidakseimbangan energi antar asupan kalori dan pengeluaran. Maka dari itu, penghambatan pencernaan dan penyerapan lemak makanan, sumber energi yang paling berkonsentrasi dapat berguna dalam pengobatan obesitas bahkan orlistat, penghambat kompetitif yang kuat dari limpase lambung dan pancreas dapat juga menjadi obat anti-obesitas namun hal ini tidak cukup (Zhang et al., 2008).

Survei Sample Registration Syste (SRS) pada 2014 di Indonesia menunjukkan, Penyakit Jantung Koroner (PJK) menjadi penyebab kematian tertinggi pada semua umur setelah stroke, yakni sebesar 12,9%. Data Riskesdas tahun 2013 menunjukkan, prevalensi tertinggi untuk penyakit Kardiovaskuler di Indonesia adalah PJK, yakni sebesar 1,5%. Data World Health Organization (WHO) tahun 2012 menunjukkan 17,5 juta orang di dunia meninggal akibat penyakit kardiovaskuler atau 31%

dari 56,5 juta kematian di seluruh dunia. Lebih dari 3/4 kematian akibat penyakit kardiovaskuler terjadi di negara berkembang yang berpenghasilan rendah sampai sedang. (Depkes.go.id, 2017). Menurut Framingham Heart Study bahwa telah didapati penyakit pada jantung coroner menjadi terdaftar penyebab tingkat kematian tertinggi dengan rata-rata 10% per tahun (Nicklas et al., 2006).

Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan diatas, kadar kolestrol yang tinggi atau tidak normal dalam tubuh dapat mengganggu kesehatan bahkan mengancam kehidupan manusia maka untuk itu perlu dilakukan pencegahan. Selain dalam mengatur pola makan yaitu dengan mengonsumsi makanan yang rendah kolestrol (Bahri, 2004), pemanfaatan bahan alam yaitu tanaman herbal menjadi tujuan utama dalam pengobatan ini. Tanaman herbal berpotensi dalam menyembuhkan penyakit yang dikenal oleh kalangan masyarakat, tidak hanya itu saja tetapi juga dapat memperbaiki jaringan tubuh yang rusak (Winarto,2003).

Tanaman jombang adalah salah satu tanaman yang memiliki khasiat yang baik bagi tubuh. Jombang terdiri dari akar, daun dan batang yang mampu menolong masyarakat dalam mengobati penyakit. Pada sebuah penelitian, kandungan yang dikenal dengan teraxacin yang terkandung dalam akar dan bagian atas pada tanaman jombang telah terbukti dalam mengobati beberapa penyakit seperti penyakit hati. Selain itu serat yang terdapat pada tanaman jombang terbukti mampu menurunkan kolestrol, mengurangi resiko kanker, penyakit jantung serta mampu menurunkan berat badan (Hobbs, 1985).

Penelitian Zang.dkk (2012) menunjukkan bahwa dandelion dan formulasinya dapat berkontribusi untuk mencegah obesitas dan gangguan metabolisme dengan cara mengurangi proses oksidatif dan inflamasi. Studi lainnya terhadap hewan coba menunjukkan efek dari ekstrak dandelion terhadap berbagai faktor risiko penyakit kardiovaskular seperti obesitas dan hiperlipidemia (Zhang, 2008; choi 2010). Aktivitas penghambatan dandelion pada enzim lipase pankreas yang telah dilakukan secara in vitro dan in vivo menunjukkan potensi dandelion sebagai agen anti-obesitas dengan efek samping yang rendah (Zhang, 2008)

Penelitian ini bertujuan untuk melihat efek penurunan berat badan dan konsentrasi kolesterol darah pada hewan coba yang diberi campuran ekstrak etanol daun dan akar tanaman jombang (*Taraxacum officinale*).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan daun dan akar jombang (*Taraxacum officinale* Waber) yang digunakan adalah di peroleh dari Balai Tanamana Obat Manoko Lembang. Hewan yang digunakan untuk uji coba adalah 12 ekor tikus putih jantan (*Rattus Norvegicus*) dengan berat badan 150-200 gr dalam keadaan sehat. Bahan-bahan lain yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah pelarut etanol, pakan (Pellet, lemak kambing, kuning telur bebek, dan minyak kelapa) untuk menaikkan kadar kolestrol tikus, pakan standart (pellet) antikoagulan, reagen kolestrol dan CMC (Karboksil metal Selulosa) untuk melarutkan ekstrak pekat.

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan elektrik dengan ketelitian 0.01 gram untuk menimbang ekstrak tanaman jombang, 8 buah kandang tikus (Ukuran 50 X 30 cm) lengkap dengan tempat pakan dan minum sebagai tempat pemeliharaan tikus, blender digunakan sebagai penghalus jombang, gelas ukur untuk mengukur ekstrak ethanol jombang, seperangkat alat ekstraksi untuk mengekstrak ethanol jombang, waterbath untuk menguapkan ekstrak cair, jarum sonde oral untuk memasukan ekstrak ethanol jombang secara oral pada tikus, alat fotometer (Sunitin C-1940 dengan Panjang gelombang 546 nm) untuk memeriksa kadar kolestrol plasma darah, tabung endprof untuk menampung plasma darah, mikropipet, sentrifuge untuk memisahkan plasma darah dan gunting bedah untuk menggunting ekor tikus.

Metode Penelitian

Pengolahan Bahan Tanaman

Dalam pengolahannya, daun dan akar jombang yang digunakan masih segar dan sehat. Dan dan akar ini di cuci daan dikeringkan denga cara diangin-anginkan diudara terbuka.penguapan

kandungan air yang ada pada jaringan tumbuhan memnuat pengerutan dan terlihat terbentuk pori-pori yang dapat dimasuki oleh cairan pelarut (Harbone 1996). Setelah melakukan pengeringan, akar tersebut dihancurkan agar dapat menyebabkan perpindahan zat aktif yang terkandung pada simplisia. Setelah dihancurkan maka akar dan daun direndam dalam 95% selam 3 hari dan setiap 24 jam etanol diganti. Ethanol hasil perendaman ditampung dalam dievaporasi dengan menggunakan waterbath untuk mengungkapkan bahan pelarut sehingga yang tersisa hanya ekstraktanaman yang pekat. Masing-masing ekstrak pekat daun dan akar dilarutkan kedalam 50 ml larutan CMC (karboksil metal selulosa) dan diberikan kepada tikus sebanyak 2 ml dengan perbandingan 1:1, yaitu mesing-masing ekstrak daun 1 ml dan ekstrak akar 1 ml. hasil pengolahan bahan tanaman dari 100-gram simplisia kering daun dan 100-gram simplisia kering akar adalah 1.8-gram ekstrak pekat daun dan 1.4-gram pekat akar.

Pengujian Kepada Hewan Percobaan

Dalam pengujian penelitian ini dilakukan dengan menaikan kadar kolestrol darah tikus yaitu memberikan pakan tinggi kolestrol selama 10 hari. Pada penelitian ini digunakan 3 kelompok eksperimen dan 1 kelompok control. Masing-masing kelompok terdiri dari 3 ekor tikus.

Rangkaian prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Sebelum penelitian, tikus tikus diaklimatisasikan untuk membiasakan pada lingkungan percobaan yaitu laboratorium. Pada setiap tikus ditimbang berat badannya dan diambil darahnya sebagai berat badan awal dan kolestrol awal.
2. Pemberian makanan tinggi kolestrol untuk kelompok perlakuan dan kelompok control dilakukan selama 10 hari setelah pengambilan kolestrol awal. Masing-masing tikus diberi makanan tinggi kolestrol sebanyak 50 gram per sekali makan.
3. Sebelum pengambilan darah tiks dipuaskan selama 6 jam.
4. Pengambilan darah dan penimbangan berat badan tikus dilakukan pada hari-10 untuk melihat peningkatan kolestrol dan berat badan pada tikus. Perlakuan diberikan per oral dengan menggunakan sonde oral. Ekstrak diberikan dengan dosisi 20 mg/kg BB, 60 mg/kg BB, dan 100 mg/kg BB per hari selama 7 hari.
5. Penimbangan berat badan dan dilakukan kembali pengambilan darah pada hari ke-11, ke-13, ke-15, ke-17 setelah pemberian ekstrak secara oral.
6. Dua belas ekor tikus dikelompokkan secara acak, masing-masingkelompok terdiri dari 3 ekor tikus dengan desain sebagai berikut:
 - Kelompok A (Kontrol) dengan berat badan ± 236.67 gr
 - Kelompok B (Kelompok perlakuan dengan dosis 20 mg/kg BB) denagn berat badan ± 250 gr.
 - Kelompok C (Kelompok perlakuan dengan dosis 60 mg/kg BB) dengan berat badan ± 243.33 gr.
 - Kelompok D (Kelompok perlakuan dengan dosis 100 mg/ kg BB) dengan berat badan ± 200 gr.

Cara Pengukuran Kadar Kolestrol

Pengukuran kadar kolestrol dilakukan dengan memotong ujung ekor tikus ± 1 mm dan darah tikus diambil masing-masing 2 cc, dan dicampu dengan 25 μ l antikoagulan, lalu di sentrifuge selama 5-10 menit dengan kecepatan 7000 rpm, plasma darah yang telah terpisah melalui proses sentrifuge diambil dan dicampurkan dangan reagen kolestrol dan kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit. Setelah diinkubasi sampel dibaca pada lat fotometer dengan Panjang gelombang 546.

HASIL DAN PEMBAHASAN

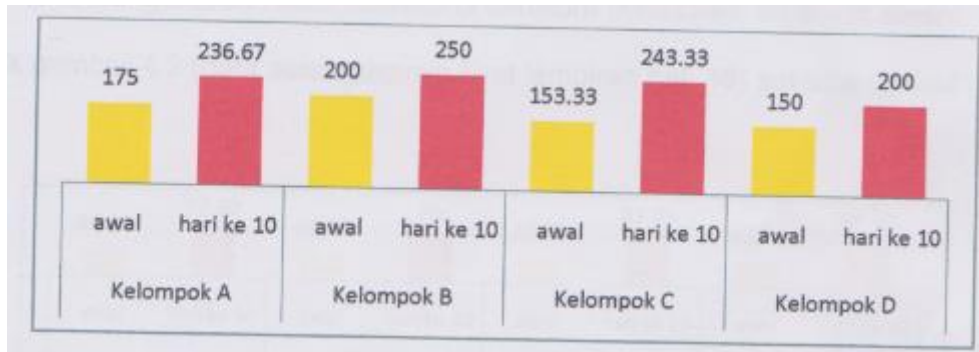
Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan 12 ekor tikus dan pengukuran end-point kadar kolestrol dilakukan dengan menggunakan alat fotometer.

Data dan Hasil Sebelum Pemberian Perlakuan

Data Berat Badan Sebelum Pemberian Perlakuan

Data pengukuran berat badan sebelum perlakuan, disajikan dalam bentuk gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Rerata Berat Badan Tikus pada Hari ke 0+10 Pemberian Makanan Tinggi Kolestrol (gr)

Keterangan:

■ Awal: Sebelum pemberian makanan tinggi kolestrol

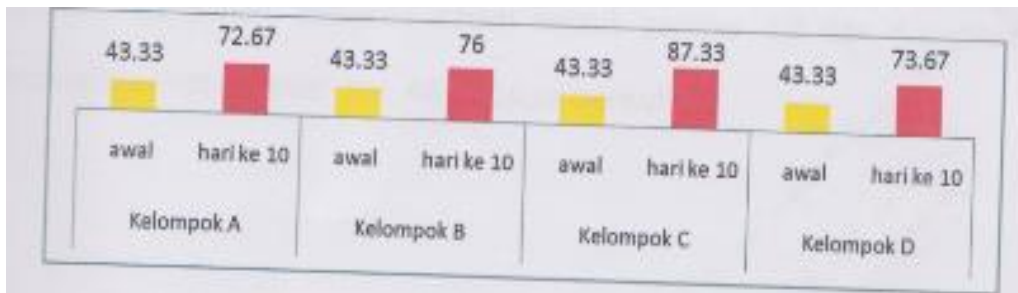
■ Hari Ke 10: Sesudah pemberian makanan tinggi kolestrol

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa berat badan tikus dari masing-masing kelompok mengalami peningkatan, seperti yang dijelaskan dibawah ini:

- Kelompok A (Kontrol) pada hari ke-10 mengalami peningkatan rata-rata sebesar 61.67 gr dari berat badan awal.
- Kelompok B pada hari ke-10 mengalami peningkatan rata-rata sebesar 50 gr dari berat badan awal.
- Kelompok C pada hari ke-10 mengalami peningkatan rata-rata sebesar 90 gr dari berat badan awal.
- Kelompok D pada hari ke 10 mengalami peningkatan rata-rata sebesar 50 gr dari berat badan awal.

Data Kadar Kolestrol Sebelum Pemberian Perlakuan

Data pengukuran Kadar kolestrol sebelum perlakuan, disajikan dalam betuk gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Rerata Kadar Kolestrol Darah Tikus pada Hari 0+10 Pemberian Makanan Tinggi Kolestrol (gr)

Keterangan:

■ Awal: Sebelum pemberian makanan tinggi kolestrol

■ Hari Ke 10: Sesudah pemberian makanan tinggi kolestrol

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa kolestrol darah tikus dari masing-masing kelompok mengalami peningkatan, seperti yang dijelaskan dibawah ini:

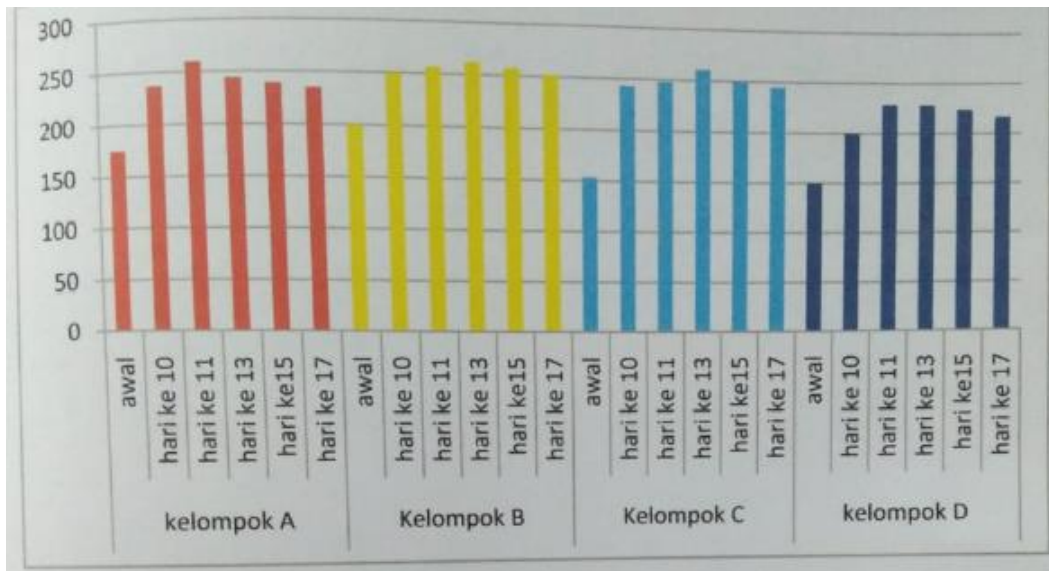
- Kelompok A (Kontrol) hari ke-10 mengalami peningkatan rata-rata sebanyak 29.34 mg/dl dari kadar kolestrol darah awal.
- Kelompok B pada hari ke-10 mengalami peningkatan rata-rata sebanyak 32.67 mg/dl dari kadar kolestrol darah awal.
- Kelompok C pada hari ke-10 mengalami peningkatan rata-rata sebanyak 44 mg/dl dari kadar kolestrol darah awal.

- Kelompok D pada hari ke-10 mengalami peningkatan rata-rata sebanyak 30.34 mg/dl dari kadar kolesterol darah awal.

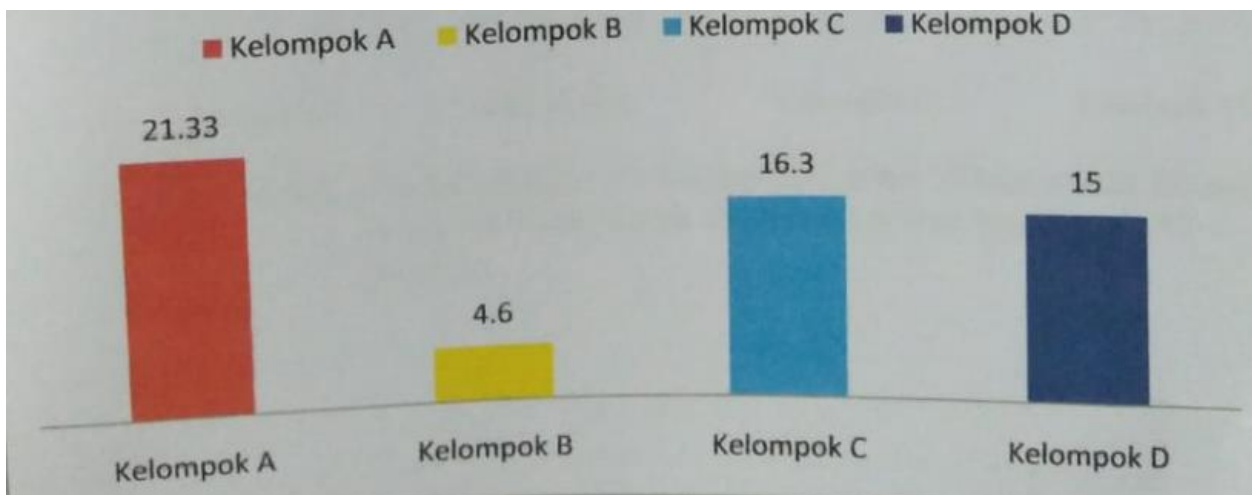
Data dan Hasil Selama Pemberian Perlakuan

Data Berat Badan Selama Pemberian Perlakuan

Data pengukuran berat badan kelompok A, B, C dan D selama pemberian perlakuan, disajikan dalam bentuk gambar 3 dan 4 sebagai berikut:



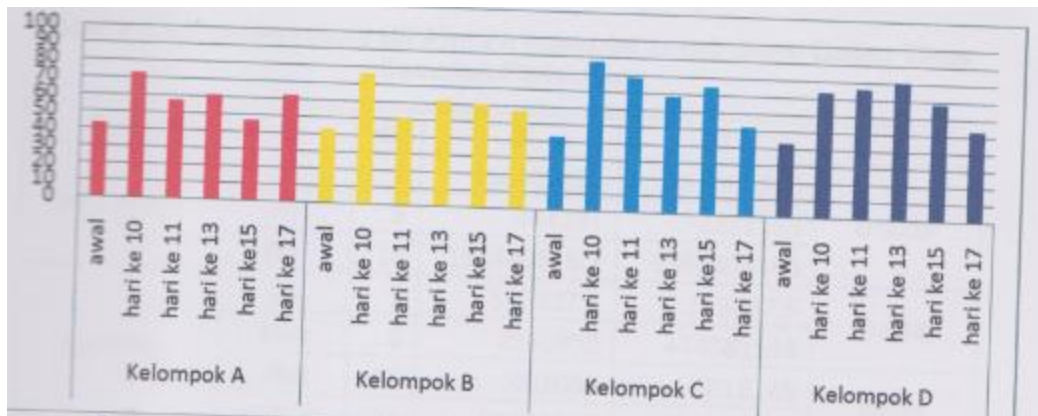
Gambar 3. Rerata Berat Badan Tikus pada Masing-Masing Kelompok Perlakuan per hari ke 0+17 (gr)



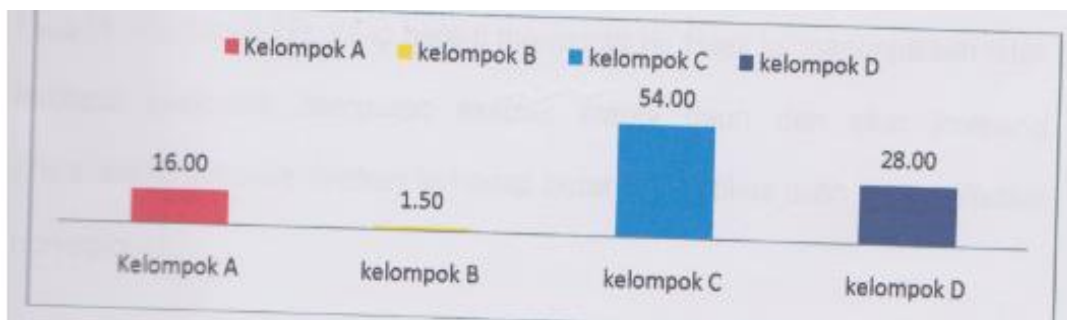
Gambar 4. Rerata Berat Badan Tikus dari Masing-Masing Kelompok pada Hari ke 11+17 (gr)

Data Kadar Kolesterol Selama Pemberian Perlakuan

Data pengukuran kadar kolesterol kelompok A, kelompok B, kelompok C dan kelompok D selama pemberian perlakuan, disajikan dalam bentuk gambar 5 dan 6 sebagai berikut:



Gambar 5. Rerata Kadar Kolestrol Darah Tikus pada Masing-Masing Kelompok Perlakuan Per hari ke 0+17 (mg/dl)



Gambar 6. Rerata Kadar Kolestrol Darah Tikus dari Masing-Masing elompok pada Hari ke 11+17 (mg/dl)

Pembahasan

Pada penelitian pengaruh pemberian campuran ekstrak etanol daun dan akar jombang terhadap berat badan dan kadar kolesterol darah tikus digunakan statistic ANAVA factorial 3X4X6. Hasil analisis statistic berat badan dan kadar kolesterol darah tikus sesudah perlakuan disajikan dalam bentuk table 1 dan 2

Tabel. 1 Ringkasan Hasil Uji ANAVA Faktorial 3X4X6 Berat Badan Tikus Sesudah Perlakuan

Sumber Variasi		dk	JK	KT	F
Plot Induk	Ri	2	15642990	312805980	0.0014
	Tj	5	444231	2221155	
	Rtij	10	154440616.3	1544406163	
Split Plot	Bk	3	546322.5	163897.5	0.034
	Rbik	6	7946858	474681148	
	TBjk	15	401083	6016245	0.025
	RTBijk	24	98031805	235276332	

Keterangan:

R: Petak Pembagian Hari; T: Pembagian Dosis; B: Jumlah Perlakuan

Pada hasil analisis statistic diatas didapat F(Hitung): 0.034 dan 0.025 < F(Tabel): 4.76 dan 2.11 yang menunjukkan bahwa camputran ekstrak etanol daun dan akar jombang tidak terdapat pengaruh terhadap berat badan tikus putih jantan. Walaupun hasil akhir analisis statistic menunjukkan hasil yang tidak signifikan, namun secara deskritif hasil hasil data pengkuran berat badan menunjukan bahwa adanya penurunan berat badan pada saat kelompok perlakuan:

- Kelompok A (Kontrol) mngalami penurunan berat badan sebesar 21.33
- Kelompok B mengalami penurunan berat badan sebesar 4.6 gr.
- Kelopok C mengalami penurunan berat badan sebesar 16.6 gr.
- Kelompok D menalami penurunan berat badan sebesar 15 gr.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Uji ANAVA Faktorial 3X4X6 Kadar Kolesterol Sesudah Perlakuan

Sumber Variansi		DK	JK	KT	F
Plot Induk	Ri	2	922425.2	461212.6	0,802
	Tj	5	357547.2	71509.44	
	Rtij	10	890804	8908040	
Split Plot	Bk	3	281142.6	93714.21	0.68
	Rbik	6	825149.2	137524.9	
	TBjk	15	349643.1	5244647	0.29
	RTBijk	24	753063.6	18073527	

Keterangan:

R: Petak Pembagian Hari; T: Pembagian Dosis; B: Jumlah Perlakuan

Pada hasil analisis statistic di atas didapat $F(\text{Hitung})$: 0.68 dan 0.29 < $F(\text{Tabel})$: 4.76 dan 2.11, yang berarti menunjukkan tidak ada pengaruh campuran ekstrak etanol daun dan akar jombang terhadap kadar kolestrol darah tikus putih jantan. Walaupun hasil analisis statistic menunjukan hasil yang tidak signifikan, namun secara deskriptif hasil pengukuran kadar kolestrol menunjukan bahwa adanya penurunan kadar kolestrol pada setiap kelompok perlakuan,

- Kelompok B mengalami penurunan kadar kolestrol sebanyak 14,5 mg/dl dibandingkan kelompok A (Kontrol)
- Kelompok C mengalami penurunan kadar kolestrol sebanyak 38 mg/dl dibandingkan kelompok A (Kontrol)
- Kelompok D mengalami penurunan kadar kolestrol sebanyak 12 mg/dl dibandingkan kelompok A (Kontrol).

KESIMPULAN

Dari hasil data penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan umum sebagai berikut:

1. Campuran ekstrak etanol daun dan akar jombang (*Taraxacum officinale* Waber) tidak dapat menurunkan berat badan dan kadar kolestrol darah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) secara signifikan. Namun secara deskriptif campuran ekstrak etanol daun dan akar dapat menurunkan berat badan sebesar ± 12.5 gr dan juga menurunkan kolestrol sebanyak ± 21.5 mg/dl pada masing-masing kelompok perlakuan.
2. Dosis 20 mg/kg BB campuran ekstrak etanol daun dan akar jombang (*Taraxacum officinale* Waber) tidak dapat menurunkan berat badan kadar kolestrol darah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) secara signifikan. Namun secara deskriptif dosis 20 mg/kg BB dapat menurunkan berat badan sebesar 14.5 mg/dl dibandingkan dengan kelompok A (Kontrol).
3. Dosis 60 mg/kg BB campuran ekstrak etanol daun dan akar jombang (*Taraxacum officinale* Waber) tidak dapat menurunkan berat badan dan kadar kolestrol darah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) secara signifikan. Namun secara deskriptif dosis 60 mg/kg BB dapat menurunkan berat badan sebesar 16.6 gr dan dapat menurunkan kolestrol sebanyak 38 mg/dl dibandingkan dengan kelompok A (Kontrol).
4. Dosis 100 mg/kg BB campuran ekstrak etanol daun dan akar jombang (*Taraxacum officinale* Waber) tidak dapat menurunkan berat badan kadar kolestrol darah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) secara signifikan. Namun secara deskriptif dosis 100 mg/kg BB dapat menurunkan berat badan sebesar 15 gr dan dapat menurunkan kolestrol sebanyak 12 mg/dl dibandingkan dengan kelompok A (kontrol).

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, 2006. *Herbal-Herbal Penurunan Kolestrol*. http://www.republika.co.id/koran_detail.asp? (diakses 11 februari 2010)
- Alhanin, J. 2001. Kadar Kolestrol Serum Darah Mencit (*Mus musculus*) Swis Webstar setelah Pemberian Filtrat Bawang Merah (*Alium cepa varascalinum*). *Skripsi*. Semarang: UNNES Press.

- Andriani, Y. 2007. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Betaglukan dari *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Gradien* 3(1): 226-230.
- Astuti, S. 2005. *Pengaruh Pemberian Pektin Kulit Jeruk Lemon Dalam Ransum Terhadap Kadar Kolesterol, Triglesirida, LDL dan HDL Serum Tikus*. <http://Pustakailmiah.unila.ac.id> (diakses 4 maret 2010).
- Bahri A.T. 2004. *Manfaat Diet pada penanggulangan Hiperkolestrolemi*. Sumatera Utara: Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.
- Bangun, A.P 2002. *Terapi Jus dan Ramuan Tradisionl Untuk Hipertensi*. Jakarta: ArgoMedia Pustaka.
- Bricklin dan Ferguson, 1989. *Penyembuhan Alami dan Gizi Tahunan*. <http://www.home-remedies-digest.com/dandelion-root.html> (Diakses 16 Februari 2010)
- Davidson, C 2003. *Seri Kesehatan Bimbingan Dokter pada Penyakit jantung coroner*. On line at: [http://www.google.com/Fortune Star Indonesia- Health-info Penyakit-Penyakit Jantung Koronener1_files? Fortune Star Indonesia- Health- Info Penyakit-Penyakit Jantung Korones1.htm](http://www.google.com/Fortune+Star+Indonesia+Health+info+Penyakit+Penyakit+Jantung+Koronener1_files?Fortune+Star+Indonesia+Health+Info+Penyakit+Penyakit+Jantung+Korones1.htm). (diakses 11 Maret 2010).
- Defrizal, S. 2009. *Masakan Nusantara Rendah Kolesterol*. Jakata: Penerbit Kawan Pustaka.
- Farmakope Indonesia IV, 1995. *Asam Askorbat* hal.39. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia
- Farmakope Indonesia IV, 1995. *Pektin* hal, 654 Jakrta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Guyton, A.c. 1997. *Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: Penelitian Buku Kedokteran EGC
- Ganong, W.F.F 1983. *Fisiologi Kedokteran*. Terjemahan Adji Dharma. Jakarta: EGC Penerbit Buku Kedokteran.
- Harborne. 1996. *Metode Fitokimia, cetakan ke-2, Penerjemah: Padmawinata*. Penerbit ITB. Bandung.
- Hembing, W. 1992. *Tanaman bekhasiat Obat di Indonesia, jilid 1*, Pustaka Kartini, Jakarta.
- Hembing, W. 2008. *Ramuan Herbal Penurun Kolesterol*. Jakarta: Pustaka Bunda.
- Hobbs, C 1985. *Dendelion: A monograph*. Portland, OR: Eclectic Medical Publications. <http://cms.herbalgram.org/herbalmedicine/dandelionrootwithherrb.html>. (Diakses 7 februari 2010)
- Imamtriyo. 2007. *Seputar Kolesterol. Halal Guide. INFO- Guide TO Halal and Islamic lifestyle*. On line at: <http://www.google.com/seputarkolesterol.htm> (diakses 27 januari 2010)
- IPTEK, copyright 2005, Jombang. *Tanaman Obat Indonesia*, [http://www.iptek.net.id/ind/pd tamobat](http://www.iptek.net.id/ind/pd_tamobat). (diakses 7 februari 2010)
- Khomas, A. 2002. *Vitamin C dan E- Cegah penyakit jantung*. Kompas, 05 juni 2002. <http://www.kompas.com/kesehatan/news/0206/05/234849.htm> (diakses 9 maret 2010)
- Muslish, F. 2006. *Skripsi: uji aktifitas antiinflamasi dari fraksi n-hesan, etanol, air, etil asetat asam dan etil asetat asam basa daun strawberry oada tikus putih jantan*. Jurusan farmasi. Fakultas matimateka dan ilmu pengetahuan alam. Universitas padjajaran.bandung.
- Mahaimin, 2008. *Kolesterol*. [Http://one, indoskripsi.com/node 2197](http://one.indoskripsi.com/node/2197). (diakses 7 februari 2010)
- Marks, d b allan D dan Smith SM. 200. *Biokimia kedokteran dasar: sebuah pendekatan klinis: ahli Bahasa, Brahm U*. Pedit: editor edisi Bahasa Indonesia, Joko suyono, VIVI Sadikin, Lydia I. Mandra. Jakrta: EGC.
- Murray R.K., Daryl k.g., Peter A.M., Victor W.r 2003. *Biokimia Harper*. Jakta: EGC Penerbitan Buku Kedokteran.
- Nilawati, S 2008. *Care yourself. Kolesterol*. Jakrta: Penerbitan Pengas Plus
- PSurjana. 1989. *Desain dan Analisis eksperimen*. Bandung: Penerbit "TARSITO".
- Scherler, W.C.1987. *Stastika untuk Biologi, Farmasi, Kedokteran dan ilmu yang betautan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Sitapoe M 1993. *Kolesterol Fobia*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Yuniastuti, A 2002. *Pengaruh pemberian infusa temulawak terhadap praksi lipid serum tikus*
- Winarto, W.p. 2003. *Sambung nyawa*. Jakarta: Penebar Swadaya. HAL 1-9
- Wiryowidagdo, S dan sitanggang, M 2002. *Tanaman obat untuk penyakit jantung, darah tinggi dan kolesterol*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- www.beritaktual.co.cc, Liputan Berita, kematian akibat penyakit jatung (diakses 21 januari 2010)
- [www. Psinlessliving. Net](http://www.Psinlessliving.Net). Dandeliom dgreens (diakses 20 februari 2010)
- [www. Wikipedia. Org/ wiki/ Etanol](http://www.Wikipedia.Org/wiki/Etanol) (diakses 21 januari 2010).

PENGARUH BERBAGAI SUMBER PROTEIN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN *PLANLET* ANGGREK (*Phalaenopsis bellina*) SECARA *IN VITRO*

Lia Amalia, Suparman, Imas Yulia Ratnasari*

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Winaya Mukti
Jl. Bandung-sumedang Km.29 Tanjungsari-Sumedang
e-mail: lia8264@yahoo.com

Abstrak. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Universitas Winaya Mukti pada bulan Mei 2018 sampai dengan bulan Agustus 2018. Maksud dan tujuan percobaan adalah untuk mempelajari pengaruh pertumbuhan dan perkembangan *Planlet* anggrek *Phalaenopsis bellina* dari perlakuan berbagai sumber protein dan mendapatkan perlakuan sumber protein terbaik terhadap pertumbuhan dan perkembangan *planlet* anggrek *Phalaenopsis bellina*. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan 4 ulangan. Konsentrasi yang dituju adalah: A = 0 g L⁻¹ (tanpa protein), B = Kasein Hidrolisat 4 g L⁻¹ C = Tepung kedelai 8,30 g L⁻¹, D = Tepung kacang hijau 12,08 g L⁻¹, E = kasein hirolisat 2 g L⁻¹ + tepung kedelai 4,15 g L⁻¹, F = kasein hidrolisat 2 g L⁻¹ + tepung kacang hijau 6,04 g L⁻¹. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sumber protein berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan Anggrek *Phalaenopsis bellina* secara *in vitro*. Pemberian kasein hirolisat 2 g L⁻¹ + tepung kedelai 4,15 g L⁻¹ memberikan pengaruh lebih baik terhadap jumlah daun, lebar daun, rentang daun, jumlah akar, dan bobot basah *planlet* tanaman Anggrek *Phalaenopsis bellina* secara *in vitro*.

Kata kunci : Anggrek, *Phalaenopsis bellina*, Protein, *In Vitro*

PENDAHULUAN

Anggrek termasuk dalam famili *orchidaceae* yang mempunyai 800 genera dan 25.000 spesies. Tanaman ini terdiri dari tanaman monokotil, herba dan tahunan. Daya tarik tanaman anggrek adalah keindahan bentuk bunga dan warna yang beraneka ragam sehingga tidak menimbulkan rasa bosan bagi pencintanya (Mattjik, 2010). Salah satu jenis anggrek yang populer adalah genus *Phalaenopsis* atau lebih dikenal dengan anggrek bulan. Kekhasan *Phalaenopsis* adalah bentuk bunganya yang lebih besar dengan warna yang bervariasi dan waktu mekar bunga yang lebih lama dibandingkan jenis anggrek lain. Salah satu dari jenis anggrek *Phalaenopsis* ini yaitu, *Phalaenopsis bellina* merupakan spesies anggrek epipit monopodial, berasal dari Borneo. Dulu disebut *Phal. violacea* var. Kalimantan karena lokasinya asli, tetapi klasifikasi yang benar sekarang adalah *bellina*. Anggrek ini tumbuh pada pohon dan dahan di hutan dataran rendah yang teduh, pada ketinggian 200 meter di atas permukaan laut atau lebih rendah. Ini adalah salah satu spesies *Phalaenopsis* yang paling ikonik, karena penampilannya yang indah dan aroma yang harum, beberapa kolektor anggrek tidak akan melewatkannya dari koleksi anggrek mereka (Anonim, 2013). Namun keindahan *Phalaenopsis* tidak diikuti dengan ketersediaannya di alam. Keberadaan *Phalaenopsis* atau anggrek bulan semakin jarang, sehingga perlu dilakukan tindakan perbanyakan untuk melestarikannya (Jenny et al., 2009).

Perbanyakan anggrek secara konvensional dapat dilakukan secara generatif dengan biji, dan secara vegetatif dengan stek, pemisahan rumpun, pemisahan cabang dari batang atau pseudobulb. Kendala utama perbanyakan anggrek secara konvensional adalah laju multiplikasi klonal lambat dan memerlukan waktu yang lama dalam penyediaan benih (Martin & Madassary, 2006). Teknik perbanyakan Anggrek *Phalaenopsis bellina* yang telah lazim dilakukan yaitu dengan mengecambahkan biji anggrek secara *in vitro* dengan metode kultur biji. Perkecambahan terjadi jika biji jatuh pada media yang sesuai dan mengandung nutrisi makanan yang dapat menunjang perkembangan perkecambahan bijinya (Suryowinoto, 2006). Untuk itu diperlukan metode perbanyakan alternatif yang lebih efektif yaitu melalui kultur *in vitro* atau kultur jaringan. Metode ini efektif dalam penyediaan benih tanaman dalam jumlah banyak dan seragam serta waktu yang dibutuhkan relatif singkat, (Conger, 1980).

Protein digunakan sebagai sumber asam amino dengan unsur terbanyak nitrogen (N) yang dapat menyuburkan tanaman. Peranan unsur N bagi tanaman adalah untuk merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, selain itu juga berpengaruh dalam sistesa asam amino dan protein (Mo'o, 1992).

Penambahan asam amino seperti kasein hidrolisat dapat pula dilakukan untuk merangsang pertumbuhan eksplan (Wetherell, 1982). Kasein hidrolisat telah memberikan hasil yang signifikan dalam kultur jaringan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Anis (2005), menunjukkan bahwa penambahan 200 mg L⁻¹ kasein hidrolisat ke media induksi tunas mentimun secara signifikan dapat mempercepat pertumbuhan atau meningkatkan jumlah tunas. Istiningdyah (2013), menyatakan bahwa pada pertumbuhan kalus melon dengan pemberian 150 mg L⁻¹ dapat meningkatkan tinggi tunas, jumlah tunas dan jumlah daun.

Kandungan asam amino penting yang terdapat dalam kedelai, yaitu isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptopan, dan valin yang rata-rata tinggi, kecuali metionin dan fenilalanin (Cahyadi, 2007). Pada penelitian Hendaryono (2000), ekstrak kedelai sebanyak 150 g L⁻¹ digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan kalus yang ditambah dengan kacang panjang atau kecambah jagung.

Kacang hijau merupakan sumber protein nabati. Protein biji kacang hijau mengandung 8 asam amino esensial, yaitu valine, leucine, isoleucine, methionine, venyl alanine, lycine dan tryptophane. Selain itu juga terdapat lemak, karbohidrat serta mineral yang dibutuhkan oleh tubuh. Kacang hijau mengandung protein tinggi, sebanyak 24% (Aminah, 2012). Pada penelitian Amilah dan Astuti Yuni (2006) menyatakan bahwa pemberian 50 g L⁻¹ ekstrak kacang hijau dapat meningkatkan pertumbuhan *protocorm* angrek *Phalaenopsis amabilis*.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti, Tanjungsari Sumedang dengan ketinggian tempat 878 m di atas permukaan laut.

Bahan yang digunakan Angrek *Phalaenopsis bellina* yang berasal dari sub kultur 2, agar-agar *swallow* (putih), kasein hidrolisat, tepung kedelai, tepung kacang hijau, aquades, alkohol 70%, *bayclin*, gula putih, formalin, media MS, arang aktif, dan air kelapa.

Alat-alat yang digunakan alat tulis, aluminium foil, botol kultur, *autoclaf*, enkas, plastik, karet, kompor, alat masak (panci, sendok sayur), corong kecil, timbangan analitik, pH indikator, pipet, *beaker glass*, *sprayer*, papan nama perlakuan, penggaris, *petridish*, pinset 15 cm, pinset 30 cm, pisau, spatula, lampu neon 40 watt dan kertas *tissue*.

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan kombinasi terdiri dari 6 perlakuan diulang empat kali, yaitu A = kontrol, B = Kasein Hidrolisat 4 g L⁻¹ C = Tepung kedelai 8,30 g L⁻¹ (setara 4 g L⁻¹ kasein hidrolisat), D = Tepung kacang hijau 12,08 g L⁻¹ (setara 4 g L⁻¹ kasein hidrolisat), E = kasein hirolisat 2 g L⁻¹ + tepung kedelai 4,15 g L⁻¹ (setara 4 g L⁻¹ kasein hidrolisat), F = kasein hidrolisat 2 g L⁻¹ + tepung kacang hijau 6,04 g L⁻¹ (setara 4 g L⁻¹ kasein hidrolisat)

Variabel yang diamati terdiri dari : Jumlah daun (4 MST, 8 MST dan 12 MST), Lebar daun (12 MST), Rentang daun (12 MST), Jumlah akar (12MST) , Panjang akar (12 MST), dan Bobot basah tanaman (12 MST).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah daun, Lebar daun, dan Rentang Daun

Pengaruh berbagai sumber protein terhadap jumlah daun, lebar daun, dan rentang daun *planlet* angrek *Phalaenopsis bellina* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Berbagai Sumber Protein terhadap Jumlah Daun, Lebar Daun, dan Rentang Daun *Planlet* Anggrek *Phalaenopsis bellina*

PERLAKUAN	Jumlah Daun (mm) <i>Planlet</i> Anggrek pada Umur :			Lebar Daun (mm) <i>Planlet</i> Anggrek pada Umur:	Rentang Daun (mm) <i>Planlet</i> Anggrek pada Umur :
	4 MST	8MST	12 MST	12 MST	12 MST
A (tanpa perlakuan)	2,000 a	3,656 a	16,500 ab	3,625 b	3,656 a
B (4 g.L ⁻¹ kasein hidrolisat)	2,750 c	4,580 b	18,375 b	3,625 b	4,580 b
C (8,30 g.L ⁻¹ tepung kedelai)	2,750 c	3,949 ab	17,125 ab	3,875 c	3,949 ab
D (12,08 g.L ⁻¹ tepung kacang hijau)	2,125 ab	4,003 ab	14,375 a	2,875 a	4,003 ab
E (2 g.L ⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L ⁻¹ tepung kedelai)	2,625 bc	4,652 b	20,500 c	3,750 bc	4,652 b
F (2 g.L ⁻¹ kasein hidrolisat + 6,04 g.L ⁻¹ tepung kacang hijau)	2,125 ab	3,542 a	16,625 ab	3,125 ab	3,542 a

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 1 ternyata pada pengamatan jumlah daun pada umur 4 MST perlakuan C (8,30 g.L⁻¹ tepung kedelai) berbeda nyata dengan perlakuan A, D dan F, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan B (4 g.L⁻¹ kasein hidrolisat) dan perlakuan E (2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L⁻¹ tepung kedelai). Pada umur 8 MST perlakuan B (4 g.L⁻¹ kasein hidrolisat) berbeda nyata dengan perlakuan A dan F. Pada umur 12 MST perlakuan E (2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L⁻¹ tepung kedelai) berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Pertumbuhan daun dipengaruhi nutrisi yang tepat pada media. Kapasitas fotosintesis dapat bertambah tergantung pada alokasi bahan yang digunakan untuk membentuk daun. Unsur yang dibutuhkan untuk pembentukan daun adalah kalsium, fosfor, besi, vitamin B1, B2, C dan niacin (Tutin Susanti 2015). Hal ini sesuai dengan kandungan zat gizi yang terdapat didalam kedelai (Bakhtiar *et al*, 2014). menurut Sri Hartati (2010) dalam penelitian pengaruh macam ekstrak bahan organik dan zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan *planlet* anggrek hasil persilangan pada media kultur menyatakan tanaman anggrek dengan pemberian ekstrak kedelai sebanyak 100 g.L⁻¹ ke dalam media *vacin and went* berpengaruh terhadap jumlah daun.

Pengamatan lebar daun *planlet* pada umur 12 MST perlakuan C (8,30 g.L⁻¹ tepung kedelai) berbeda nyata dengan perlakuan A, B, D, dan F tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan E (2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L⁻¹ tepung kedelai). Pemberian 8,30 g.L⁻¹ tepung kedelai atau pemberian 2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L⁻¹ tepung kedelai pada media MS dapat meningkatkan lebar daun *planlet* secara nyata pada umur 12 MST. Hal tersebut terjadi karena dosis tinggi kasein hidrolisat yang diberikan maka asam amino yang dapat disuplai oleh tanaman juga semakin meningkat. Asam amino tersebut berperan sebagai penyusun klorofil sehingga meningkatkan proses fotosintesis yang mempengaruhi perkembangan jaringan meristematis daun (Molnár Virag & Ordog, 2011). Hara N berfungsi sebagai penyusun protein, klorofil, asam amino dan banyak senyawa organik lainnya. Bila pasokan N cukup, daun tanaman akan tumbuh besar dan memperluas permukaan yang tersedia untuk proses fotosintesis. Pasokan nitrogen yang tinggi akan mempercepat pengubahan karbohidrat menjadi protein dan dipergunakan menyusun dinding sel. Pada sisi lain, bila pasokan N terlalu besar, peningkatan ukuran sel dan penambahan ketebalan dinding menyebabkan daun dan batang tanaman lebih sukulen dan kurang keras (Marschner, 1986). Gejala kenampakan daun juga dapat menjadi kriteria yang penting terhadap kecukupan N dalam jaringan tanaman. Karena N memegang peranan penting sebagai penyusun klorofil, sehingga akan nampak berwarna hijau (Mangel & Kirby, 1987).

Pengamatan rentang daun pada umur 12 MST, perlakuan E (2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L⁻¹ tepung kedelai) berbeda nyata dengan perlakuan A dan F, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya. Kehadiran protein dari kasein hidrolisat dan kedelai ternyata dapat berpengaruh

terhadap panjang rentang daun anggrek *Phalaenopsis bellina*. Hal ini diduga karena kasein hidrolisat dan kedelai banyak mengandung protein yang merupakan senyawa yang membantu dalam proses penyusunan daun. Penambahan sumber protein dari bahan organik seperti kedelai dapat membantu dalam pertumbuhan daun. Bahan organik seperti kedelai banyak mengandung unsur-unsur yang diperlukan dalam pertumbuhan daun sehingga pertambahan panjang rentang daun semakin cepat (Hartati, 2010). Protein sebagai sumber asam amino yang terdiri dari unsur Nitrogen tinggi. Nitrogen berfungsi dalam pembentukan daun, tunas, dan akar. Dalam jaringan tumbuhan N sebagai komponen molekul, klorofil, unsur protein, asam amino komponen enzim, berpengaruh terhadap penggunaan karbohidrat dan merangsang penyerapan nutrisi yang lainnya (Aristian, 2010). N berfungsi untuk memacu pertumbuhan dalam medium kultur in vitro, nitrogen diperoleh dalam bentuk nitrat, garam ammonium dan asam amino. Nitrat adalah sumber N yang baik diserap kemudian dimetabolismekan oleh sel, Nitrat juga berfungsi dalam morfogenesis dan pertumbuhan Vegetatif.

Jumlah Akar dan Panjang Akar

Pengaruh berbagai sumber protein terhadap jumlah akar dan panjang akar *Planlet* Anggrek *Phalaenopsis bellina* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Berbagai Sumber Protein terhadap Jumlah Akar dan Panjang Akar *Planlet* Anggrek *Phalaenopsis bellina*

PERLAKUAN	Jumlah Akar (mm) <i>Planlet</i> Anggrek	Panjang Akar (cm) <i>Planlet</i> Anggrek
	12 MST	12 MST
A (tanpa perlakuan)	1,250 a	1,792 a
B (4 g.L ⁻¹ kasein hidrolisat)	1,750 a	2,946 a
C (8,30 g.L ⁻¹ tepung kedelai)	1,375 a	3,396 cd
D (12,08 g.L ⁻¹ tepung kacang hijau)	1,625 a	3,000 ab
E (2 g.L ⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L ⁻¹ tepung kedelai)	2,125 b	3,242 bc
F (2 g.L ⁻¹ kasein hidrolisat + 6,04 g.L ⁻¹ tepung kacang hijau)	1,500 a	3,667 d

Keterangan : Angka yang ditandai huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Pada Tabel 2 ternyata pada pengamatan jumlah akar pada umur 12 MST perlakuan E (2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L⁻¹ tepung kedelai) berbeda nyata dengan semua perlakuan. Dalam pengamatan rata-rata jumlah akar terbaik diperoleh pada perlakuan E (2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L⁻¹ tepung kedelai). Kehadiran protein dari kasein hidrolisat dan tepung kedelai berpengaruh nyata terhadap jumlah akar anggrek *Phalaenopsis bellina*. Pertumbuhan akar tergantung pada peran unsur fosfor, kalsium, mangan, besi, dan boron. Unsur fosfor yang diberikan dalam jumlah yang tinggi berpengaruh terhadap penambahan jumlah akar melebihi tunas (Salisbury & Ross, 1995). Ekstrak kedelai mengandung semua unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan akar eksplan (Ca, P dan Fe) dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan persenyawaan organik lainnya (Hendaryono, 2000).

Menurut Sriyanti dan Wijayani (1994), *thiamin* (vitamin B1) adalah vitamin yang esensial untuk hampir semua kultur jaringan tumbuhan. Fungsi *thiamin* adalah untuk mempercepat pembelahan sel pada meristem akar, juga berperan sebagai koenzim dalam reaksi yang menghasilkan energi dari karbohidrat dan memindahkan energi. *Tryptophan* adalah zat organik terpenting dalam proses biosintesis IAA (auksin) (Abidin, 1990). Menurut Sriyanti dan Wijayani (1994), pengaruh auksin terhadap perkembangan sel menunjukkan adanya indikasi bahwa auksin dapat menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan sintesa protein, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air, dan melunakkan

dinding sel yang diikuti menurunnya tekanan dinding sel sehingga air dapat masuk ke dalam sel yang disertai dengan kenaikan volume sel. Dengan adanya sintesa protein maka dapat digunakan sebagai sumber energi dalam pertumbuhan. Pada konsentrasi rendah (sesuai kebutuhan tanaman), auksin dapat merangsang pertumbuhan akar, sedangkan pada konsentrasi tinggi, justru akan menghambat laju pemanjangan *koleoptil* (ujung akar) dan batang. Hal ini disebabkan mulai hilangnya tekanan turgor pada dinding sel (Sriyanti, 2000).

Pengamatan panjang akar pada umur 12 MST perlakuan F (2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat +6,04 g.L⁻¹ tepung kacang hijau) berbeda nyata dengan perlakuan A, B, D dan E, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan C. Mo'o (1992) menyatakan bahwa anggrek yang belum dewasa atau masih berupa benih akan memerlukan unsur NPK dengan kadar N yang cukup besar untuk tumbuh menjadi dewasa. Menurut Hardjowigeno (1995), tanaman yang kekurangan N menunjukkan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil dan pertumbuhan akar terbatas. Cadangan makanan, membantu transfer energi pada reaksi-reaksi kimia dalam tubuh tanaman. Fosfor sangat diperlukan pada waktu seedlings (tahap benih) dan pembungaan (Sriyanti & Wijayani, 1994). Menurut Sriyanti (2000), unsur fosfor (P) banyak dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif, dimana bersama-sama unsur C,H,O dan N, fosfor akan membentuk protein sehingga perkembangan sel dapat berlangsung dengan baik. Hal tersebut dikemukakan pula oleh Mo'o (1992) bahwa unsur P akan menstimulir perkembangan akar. Dengan adanya unsur P yang cukup memadai, maka sintesa protein di dalam tanaman terjadi pada jaringan-jaringan dimana se-sel baru dibentuk seperti akar dan batang (Mo'o,1992). Unsur Magnesium (Mg) berperan sebagai unsur pokok pembentuk klorofil. Seperti kita ketahui bahwa klorofil berperan dalam proses fotosintesis yang menghasilkan cadangan makanan untuk pertumbuhan tanaman, sehingga pertumbuhan organ-organ tanaman seperti daun, batang, dan akar dapat tumbuh sempurna. (Hardjowigeno, 1995). Menurut Permadi (2004), unsur kalsium (Ca) berperan sebagai komponen yang memperkuat dinding sel, mengatur daya tembus (permeabilitas) dinding sel, memacu pertumbuhan tanaman karena aktif dalam pembelahan sel dan perpanjangan sel, sintesa protein, pengangkut karbohidrat ke bagian yang membutuhkan, serta berperan pada titik tumbuh akar. Dengan demikian unsur Ca berperan dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Gejala kekurangan Ca ditandai dengan tunas dan akar tidak dapat tumbuh (tidak dapat berkembang) karena pembelahan sel terhambat (Hardjowigeno, 1995). Menurut Sriyanti & Wijayani (1994), *thiamin* (vitamin B1) adalah vitamin yang esensial untuk hampir semua kultur jaringan tumbuhan. Fungsi *thiamin* adalah untuk mempercepat pembelahan sel pada meristem akar, juga berperan sebagai koenzim dalam reaksi yang menghasilkan energi dari karbohidrat dan memindahkan energi.

Bobot Basah Tanaman

Pengaruh berbagai sumber protein terhadap bobot basah tanaman *planlet* anggrek *Phalaenopsis bellina* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Berbagai Sumber Protein terhadap Bobot Basah Tanaman *Planlet* Anggrek *Phalaenopsis bellina* pada Umur 12 MST.

Perlakuan	Bobot Basah Tanaman (mm)
	<i>Planlet</i> Anggrek 12 MST
A (tanpa perlakuan)	62,500 a
B (4 g.L ⁻¹ kasein hidrolisat)	105,000 b
C (8,30 g.L ⁻¹ tepung kedelai)	90,000 a
D (12,08 g.L ⁻¹ tepung kacang hijau)	62,500 a
E (2 g.L ⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L ⁻¹ tepung kedelai)	101,250 b
F (2 g.L ⁻¹ kasein hidrolisat +6,04 g.L ⁻¹ tepung kacang hijau)	90,000 a

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Pada Tabel 3 ternyata pada pengamatan bobot basah tanaman pada umur 12 MST perlakuan B (4 g.L⁻¹ kasein hidrolisat) berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali berbeda tidak nyata dengan perlakuan E (2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L⁻¹ tepung kedelai).

Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi asam amino yang diserap tanaman maka proses fotosintesis juga akan semakin meningkat dan bobot segar tanaman semakin tinggi. Semakin tinggi

luas daun yang dihasilkan oleh tanaman maka bobot segar tanaman juga akan semakin tinggi (Dosmauli et al., 2015). Hal tersebut seperti yang dikemukakan oleh Sitompul & Guritno (1995) menyatakan bahwa bobot segar tanaman berkaitan dengan luas daun tanaman, meningkatnya proses fotosintesis menyebabkan luas daun tanaman semakin lebar sehingga daun dapat menyerap sinar matahari lebih optimal dan proses metabolisme yang lainnya dapat berjalan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan pengaruh berbagai sumber protein terhadap pertumbuhan dan perkembangan Anggrek *Phalaenopsis bellina* secara *In Vitro* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Perlakuan berbagai sumber protein berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan anggrek *Phalaenopsis bellina* secara *in vitro*.
- 2) Perlakuan sumber protein yang berasal dari 2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L⁻¹ tepung kedelai yang ditambahkan ke media kultur anggrek *Phalaenopsis bellina* memberikan pengaruh terbaik terhadap jumlah daun, lebar daun, rentang daun, jumlah akar, dan bobot basah tanaman.

SARAN

Untuk mendapatkan benih *Phalaenopsis bellina* secara *in vitro* yang lebih baik pertumbuhan dan perkembangannya, dalam kondisi lingkungan yang sama, sebaiknya menggunakan perlakuan sumber protein yang berasal dari 2 g.L⁻¹ kasein hidrolisat + 4,15 g.L⁻¹ tepung kedelai

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (1990). *Dasar-dasar Pengetahuan tentang ZPT*. Penerbit Angkasa. Bandung.
- Amilah & Yuni, A. (2006). Pengaruh Ekstrak Tauge dan Kacang Hijau pada Media *Vacin and Went* (*vw*) terhadap Pertumbuhan Kecambah Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.). *BULLETIN Penelitian* No. 09. Universitas Mercu Buana.
- Aminah, S. (2012) Karakteristik Kimia Tepung Kecambah Sereal dan Kacang-Kacangan dengan Variasi *Blanching*. ISBN 978-602-18809-0-06. *Seminar Hasil-Hasil Penelitian LPPM UNINUS*, 2012.
- Anis, M. (2005). *In Vitro* Mass Propagation of *Cucumis sativus* L. from Nodal Segments. Aligarh Muslim University, India. *Turk J Bot*, 29 (2005) 237-240.
- Anonim. (2013). *Phalaenopsis bellina*. <http://orchidnature.com/orchid-identification-phalaenopsis-bellina/>. Diunggah pada 01 April 2018.
- Aristian, A. K. 2010. *Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jarak (Jatropha curcas L.) pada Berbagai Taraf Dosis Pemupukan Nitrogen dan Kalsium*. IPB, Bogor.
- Bakhtiar, T., Hidayat & Jufri, Y. (2014). Keragaan Pertumbuhan dan Komponen Hasil Beberapa Varietas Unggul Kedelai di Aceh Besar. Universitas Syiah Kuala, Aceh. *Jurnal Floratek*, 9, 46 – 52.
- Cahyadi, W. (2007). *Kedelai: Khasiat dan Teknologi*. Bumi Aksara : Jakarta.
- Conger, B. V. (1980). *Cloning Agricultural Plants Via In Vitro Technique*. CRC Press Inc. Florida. 11-22 p.
- Dosmauli, A., Banaty, O, A., Nawawi, M. & Maghfoer, M, D. (2015). Pengaruh Pemberian Kasein Hidrolisat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Stroberi Varietas Lokal Berastagi (*Fragaria X Ananassa duchesne*) Hasil Kultur Meristem. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(2), hlm. 149 – 156.
- Hardjowigeno, S. (1995). *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hartati, S. (2010). Pengaruh Macam Ekstrak Bahan Organik dan ZPT terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek Hasil Persilangan pada Media Kultur. Fakultas Pertanian UNS. *Caraka Tani*, XXV(1).
- Hendaryono, D. P. S. (2000). *Pembibitan Anggrek Dalam Botol*. Yogyakarta: Kanisius.

- Istiningdyah, A., Yohanis, Tambing, mirni & Ulfa. (2013). Pengaruh BAP dan Kasein Hidrolisat terhadap Pertumbuhan Tunas Melon (*Cucumis melo* L.) secara *In Vitro*. Agrotekbis : Universitas Tadulako.
- Jenny, J., Rondonuwu, D. D. & Pioh. (2009). Kebutuhan Hara Tanaman Hias Anggrek. *Soil Environment*, 7(1):73-79.
- Mangel, K. & Kirby, E. A. (1987). Principles of Plant Nutrition. 4th Edition. *International Potash Institute*. Worblaufen-Bern, Switzerland.
- Marschner, H. (1986). Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Plant Nutrition Univ. Hohenheim. Fed. Rep. of Jerman
- Martin, K. P. & Madassary, J. (2006). Rapid In Vitro Propagation of *Dendrobium* Hybrids Through Direct Shoot Formation From Foliar Eksplans And Protocorm Like Bodies. *Sci. Hortic.* 108: 95-99.
- Mattjik, N. A. (2010). *Budi Daya Bunga Potong dan Tanaman Hias*. Purwito A, editor. Bogor (ID): IPB Press
- Mo'o, H. E. (1992). *Pengujian Beberapa Media Sapih Sederhana dalam Budidaya Kultur Jaringan Terhadap Komponen Pertumbuhan Plantlet Anggrek Dendrobium None Betawi*. Fakultas Pertanian, Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Molnár, Z., Virág, E. & Ördög, V. (2011). Natural Substances In Tissue Culture Media of Higher Plants. *Acta Biologica Szegediensis*, 55(1): 126-127.
- Permadi, I. (2004). *Pengaruh Tingkat EC (Electric Conductivity) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Empat Varietas Sawi (Brassica juncea L.) pada Sistem Hidroponik*. Fakultas Manajemen Agribisnis, Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. (1995). *Fisiologi Tumbuhan I*. Penerjemah: Lukman, D.R. dan Sumaryono. Institut Teknologi Bandung.
- Sitompul, S. M. & Guritno, B. (1995). *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM Press. Yogyakarta.
- Sriyanti, D. H. & Wijayani, A. (1994). *Teknik Kultur Jaringan "Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman Secara Vegetatif Modern"*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sriyanti, D. H. (2000). *Pembibitan Anggrek dalam Botol*. Kanisius. Yogyakarta.
- Susanti, T. (2015). Pengaruh Konsentrasi NAA dan BAP terhadap Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium (white x Cochliodes – Sutiknoi x Tangerium)* pada Media Vacin and Went (VW) Secara In Vitro. Universitas Winaya Mukti. 27-29 hal.
- Sutarni, M. & Suryowinoto. (2006). *Merawat Anggrek*. Kansius. Yogyakarta.
- Wetherell, D. F. (1982)5. *Plant Tissue Culture Series*. New Jersey. Avery Publishing Group Inc.

Kelompok: PERTANIAN/PERIKANAN/KEHUTANAN DAN BIOLOGI APLIKASI			
NO	PENULIS	JUDUL	HAL
PPB-2	La Ode Mohammad Firman, Sorimuda Harahap, I Gede Lesmana	Rancang Bangun Alat Penukar Kalor untuk Mesin Pengereng RDF Yang Ramah Lingkungan	569
PPB-4	Salasi Wasis Widyanto, Muhammad Agus, Susilo Wisnugroho	Desain Teknologi Ramah Lingkungan Pada Sistem Aquarial untuk Konservasi Bambu Laut di Wakatobi	575
PPB-6	Gusmailina, Gustan Pari, Sri Komarayati	Inovasi Teknologi Arang Terpadu untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Dan Tanaman, Sekaligus Mencegah Kerusakan Lingkungan	583
PPB-8	Yora Faramitha, Firda Dimawarnita, Tri Panji	Pemanfaatan Limbah Baglog Jamur Tiram Untuk Dekolorisasi Zat Warna Sintetis	592
PPB-10	Ujang Subhan, Aldwin Rahadian Nandang, Isni Nuruhwati, Rosidah, Ismayanti	Potensi Tepung <i>Lemna</i> sp. Sebagai Sumber Xantofil Alami untuk Meningkatkan Kualitas Warna Ikan Mas Koki (<i>Carassius auratus</i>)	597
PPB-11	Dian Ayu Lestari, Nurpilihan Bafdal, Dwi Rustam Kendarto	Kajian Interval Irigasi Terhadap Budidaya Jagung Manis (<i>Zea mays sacaratha sturt.L</i>) Pada Musim Kemarau	602
PPB-14	Dudi, Dedi Rahmat, Hadiyanto A Rachim	Penilaian Kelengkapan Fasilitas dan Sanitasi Serta Prosedur Pemotongan Hewan Qurban di Jatinangor	609
PPB-18	Agus Priyadi, Asep Permana, Idil Ardi, Bastiar Nur	Domestikasi Ikan Hias <i>Beta Chonnoides</i> dalam Sistem Terkontrol Sebagai Upaya Mempertahankan Diversifikasi Species di Alam	614
PPB-20	Muhammad Rizki Fariduddin, Irfan Ardiansah, Dwi Purnomo	Evaluasi Tata Letak Upaya Meningkatkan Produktivitas PT. Perkebunan Nusantara VIII Talunsantosa	620
PPB-34	Tia Sarawati, Rahma Wati, Muhimatul Umami	Pemanfaatan Cangkang <i>Bivalvia</i> dan <i>Gastropoda</i> Berdasarkan Etnozoologi	627
PPB-36	Arif Umami, Valensi Kautsar	Pertumbuhan Dan Yield Kedelai Kultivar Gema Melalui Pemupukan Nanosilika dan <i>Rhizobacteria</i> di Lahan Kering	635
PPB-40	Eni Setyowati	Perbedaan Jumlah Daun Dan Buah Murbei Pada Pemberian Dosis Kompos Limbah Got	641
PPB-41	Jahra Pelu, S. Y. Tyasmoro, M. Dawam Maghfoer	Produksi dan Kualitas Sayuran Daun dengan Aplikasi Kompos Pupuk Kandang Sapi dan Kambing Sebagai Media Tanam	649
PPB-45	Tri Yulisa, Susni Herwanti, Hari Kaskoyo, Rommy Qurniati	Kontribusi Pendapatan Wanita Tani Repong Damar Terhadap Pendapatan Rumah Tangga di Pekon Pahlungan	660
PPB-46	Elsa Indriyani, Afif Bintoro, Duryat	Pengaruh Asam Humat dan Kompos Sebagai Amelioran Tailing Emas Terhadap Populasi <i>Lumbricus rubellus</i>	665
PPB-47	Alyaa Nabiila, Wiwin Kurniasih, Aghy Khoirunnisa, Rinaldi Rizal Putra	Pengaruh Kombinasi Dan Aktivasi Ulang Batu Zeolit Sebagai Media Tanam Pertumbuhan Tanaman Bayam (<i>Amaranthus sp.</i>)	669
PPB-50	Sri Komalaningsih, Shyanti Deliani, Asri Handayani, Dede Supriatna	Program Penanggulangan Kusta Berdasarkan Faktor yang Berhubungan dengan Fungsi Dukungan Keluarga dan Kepatuhan Pada Penderita Kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang	675

RANCANG BANGUN ALAT PENUKAR KALOR UNTUK MESIN PENGERING YANG RAMAH LINGKUNGAN

La Ode Mohammad Firman, Sorimuda Harahap, I Gede Lesmana

Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila
Jl Borobudur No. 7 – Jakarta Pusat, 10320, Telp. (62-21) 31926047
e-mail: mtmpancasila@gmail.com

Abstrak. Bahan bakar *Refuse Derived Fuel* (RDF) masih memiliki kelembaban yang relatif tinggi sehingga RDF tersebut perlu dikeringkan oleh mesin pengering dengan temperatur pengeringan sebesar 60°C. Salah satu komponen penting pada suatu mesin pengering adalah Alat penukar kalor (APK). Untuk lebih memahami tentang perubahan laju perpindahan panas, dimensi dan jumlah laluan pada suatu APK maka perlu dilakukan suatu penelitian di laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah: Melakukan rancang bangun, analisis efektivitas, analisis temperatur udara dan laju perpindahan panas serta melakukan pengujian APK plat datar. Rancang bangun dan analisis serta pengujian APK plat datar pada penelitian ini telah dilaksanakan sejak awal tahun 2018 di Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia. Hasil penelitian tentang rancang bangun dan analisis serta pengujian APK plat datar diperoleh bahwa laju perpindahan panas dan temperatur udara dari lingkungan dapat meningkat dengan baik setelah udara tersebut melewati APK plat datar. Temperatur udara keluar APK plat datar mengalami peningkatan sebesar 83,3°C sedangkan temperatur udara dalam ruang pengering ddiperoleh sesuai kebutuhan RDF yang berada di dalam ruang pengering yakni 60°C. Laju aliran massa fluida serta selisih temperatur fluida pada APK plat datar mempengaruhi besarnya efektivitas pada APK plat datar.

Kata kunci: Analisis, APK plat datar, Pengujian, Rancang bangun.

PENDAHULUAN

Proses rancang bangun alat penukar kalor (APK) atau *heat exchanger* (HE) yang akan digunakan pada mesin pengering perlu memperhatikan mekanisme perpindahan panas yang terjadi pada APK. Analisis perpindahan panas perlu dilakukan sebelum membuat suatu APK dimana proses perpindahan panas, dimensi maupun jumlah laluan pada APK merupakan komponen yang penting. Untuk lebih memahami tentang perubahan temperatur udara, laju perpindahan panas dan efektivitas pada suatu APK yang akan digunakan pada mesin pengering maka perlu dilakukan suatu penelitian di laboratorium. Sebaiknya bahan bakar yang digunakan untuk meningkatkan temperatur udara dalam ruang pengering adalah bahan bakar yang ada hubungannya dengan energi terbarukan (*Renewable energy*) yakni *Refuse Derived Fuel* (RDF). Bahan bakar RDF ini masih memiliki kelembaban yang relatif tinggi sehingga perlu dikeringkan melalui mesin pengering. RDF yang telah dikeringkan diletakkan di dalam ruang bakar dan dapat digunakan sebagai bahan bakar sedangkan RDF yang masih memiliki kelembaban yang relatif tinggi diletakkan di dalam ruang pengering dan akan dikeringkan dengan menggunakan udara panas yang keluar dari APK. Temperatur udara yang dibutuhkan untuk mengeringkan RDF yang berada dalam ruang pengering adalah 60°C (Daud heru, 2018). APK merupakan komponen penting pada suatu mesin pengering dan manfaatnya dapat meningkatkan temperatur udara sesuai dengan temperatur yang dibutuhkan oleh RDF yang berada dalam ruang pengering. Untuk mendapatkan besarnya efektivitas APK serta besarnya temperatur udara dan laju perpindahan panas pada APK maka perlu dilakukan suatu penelitian berupa rancang bangun dan analisis serta pengujian APK di Laboratorium. Hal ini perlu dilakukan agar besarnya temperatur udara dan laju perpindahan panas yang keluar APK dapat diperoleh sesuai dengan temperatur yang dibutuhkan oleh RDF yang ada di dalam ruang pengering.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

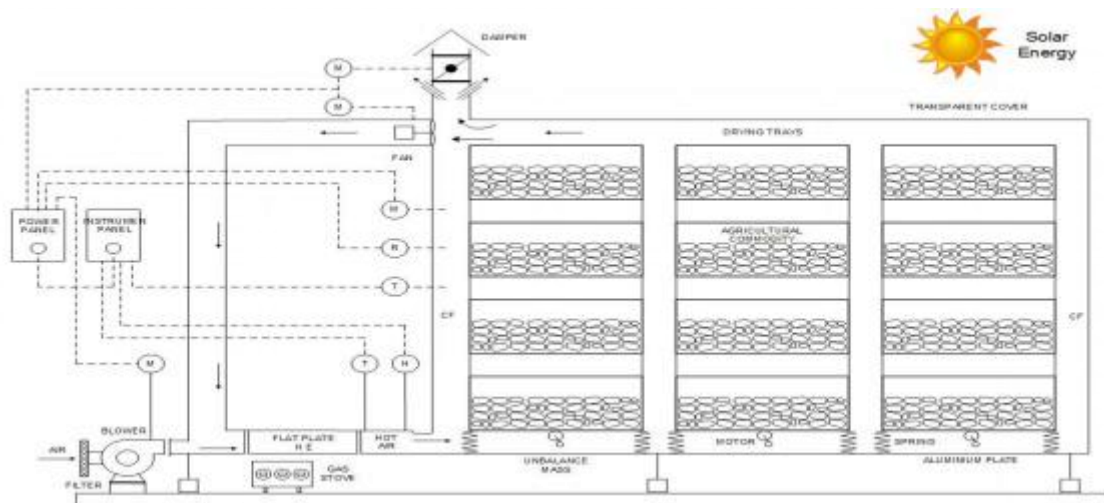
1. Melakukan rancang bangun dan melakukan analisis efektivitas APK plat datar yang akan digunakan pada mesin pengering ramah lingkungan.
2. Melakukan analisis temperatur dan laju perpindahan panas sehingga temperatur udara dalam ruang pengering mencapai 60°C serta melakukan pengujian APK plat datar.

BAHAN DAN METODE

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah: Rancang bangun, Analisis, dan pengujian. Rancang bangun dan analisis dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta. Pembuatan serta pengujian APK telah dilaksanakan sejak awal tahun 2018 di Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia.

PENDEKATAN TEORI

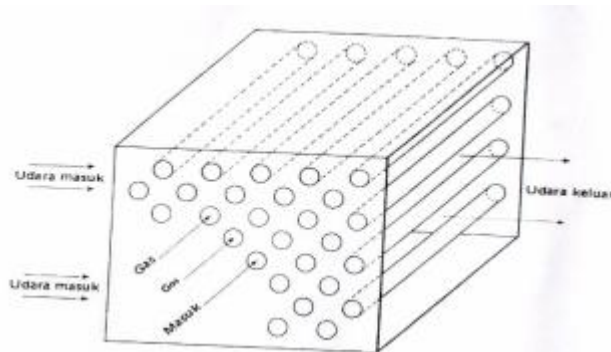
Secara umum bahan bakar terdiri dari bahan bakar padat, bahan bakar cair, bahan bakar gas, dan bahan bakar nuklir. Mesin pengering biasanya menggunakan bahan bakar padat namun ada pula mesin pengering menggunakan bahan bakar gas yang diletakkan di bawah APK sebagaimana Gambar berikut:



Gambar 1. Mesin pengering ramah lingkungan yang menggunakan komponen getaran dan bahan bakar gas. T: Temperature; M: Electrical Motor; H: Humadity

Alat Penukar Kalor Aliran Silang

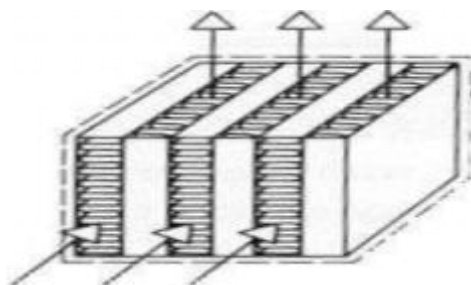
APK aliran silang banyak dipakai dalam pemanasan dan pendinginan udara atau gas, dimana gas dialirkan menyilang berkas tabung sedangkan fluida lain dialirkan di dalam tabung untuk memanaskan atau mendinginkan fluida (Koestoer, 2002). Pada APK aliran silang, fluida yang mengalir melintas tabung disebut arus campur (*mixed stream*) sedangkan fluida yang mengalir di dalam tabung disebut arus tak campur (*unmixed stream*). Fluida tersebut dikatakan bercampur karena dapat bergerak dengan bebas di dalam alat tersebut sambil menukar panas, sedangkan fluida yang satu lagi terkurung di dalam tabung (*tube*) APK dan tidak dapat bercampur selama proses perpindahan panas berlangsung. Fluida yang mengalir sepanjang permukaan perpindahan panas bergerak dalam arah saling tegak lurus sehingga APK ini disebut APK aliran silang (Holman, 1989). Perhatikan Gambar berikut.



Gambar 2. APK aliran silang dengan satu fluidanya bercampur dan fluida lainnya tak bercampur

Perpindahan Panas Pada Alat Penukar Kalor Plat Datar

Pendekatan *Log mean temperature difference (LMTD)* pada analisis perpindahan panas pada APK berguna bila suhu masuk dan suhu keluar diketahui atau dapat ditentukan dengan mudah sehingga *LMTD* dapat dengan mudah dihitung. Bila suhu masuk atau suhu keluar belum diketahui maka analisis akan lebih mudah dilaksanakan dengan menggunakan metode yang berdasarkan atas efektivitas APK (*heat exchanger effectiveness*). Besarnya nilai efektivitas APK didefinisikan sebagai perbandingan perpindahan panas nyata terhadap perpindahan panas maksimum yang mungkin terjadi. Perhatikan Gambar berikut:



Gambar 3. Alat penukar kalor plat datar

Bagian-bagian APK plat datar terdiri dari plat aluminium yang disusun secara selang seling antara plat. Gas hasil pembakaran bahan bakar mengalir dengan kecepatan sebesar V_p (m/det) dan temperatur udara masuk sebesar $T_{p_{in}}$ ($^{\circ}\text{C}$). Dengan adanya perbedaan temperatur antara gas hasil pembakaran bahan bakar dengan udara lingkungan yang sedang mengalir ke dalam APK mengakibatkan terjadinya perpindahan panas pada APK tersebut. Untuk melakukan analisis perpindahan panas pada APK plat datar maka beberapa asumsi diperlukan sebagai pendekatan, yakni:

1. Plat aluminium pada APK tersebut dapat dianggap sebagai sebuah selinder yang diisolasi oleh aliran gas dengan mekanisme konveksi paksa (*Forced convection*).
2. Tingkat turbulensi (*Turbulence level*) pada aliran utama dianggap kecil sehingga tidak mempengaruhi laju perpindahan panas.

Dengan adanya asumsi di atas maka laju perpindahan panas dan temperatur udara yang keluar APK plat datar dapat dihitung. Temperatur rata-rata fluida dingin (Stoecker, 1989) dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$T_{ud} = \left(\frac{Td_{in} + Td_{out}}{2} \right) \quad (1)$$

Sedangkan temperatur rata-rata fluida panas adalah:

$$T_{up} = \left(\frac{Tp_{in} + Tp_{out}}{2} \right) \quad (2)$$

Bila temperatur sudah diketahui maka besarnya temperatur tersebut dapat digunakan untuk mengetahui massa jenis, konduktivitas thermal, panas spesifik, viskositas dinamik dan bilangan prandtl dari masing-masing fluida yang sedang mengalir pada APK plat datar. Bilangan Reynold (*Re number*) untuk masing-masing fluida dingin dan fluida panas (Iynkaran, 1993) adalah:

$$\begin{aligned} Re_d &= \frac{(m d_{tot} / A d_{tot}) D H d}{\mu} \\ Re_p &= \frac{(m p_{tot} / A p_{tot}) D H p}{\mu} \end{aligned} \quad (3)$$

Koefisien perpindahan panas konveksi rata-rata dari kedua fluida, adalah:
Untuk udara dingin,

$$\begin{aligned} h_d &= \left[(0.023) \left(\frac{k_d}{D_{hd}} \right) (Re^{0.8} Pr^{0.33}) \right] \\ &\left[1 + \left(\frac{D_{hd}}{L_d} \right)^{0.7} \right] \end{aligned} \quad (4)$$

Untuk udara panas,

$$h_p = \left[(0.023) \left(\frac{k_p}{D_{ho}} \right) (Re^{0.8} Pr^{0.33}) \right] \left[1 + \left(\frac{D_{ho}}{L_p} \right)^{0.7} \right] \quad (5)$$

Koefisien perpindahan panas keseluruhan dari APK, adalah:

$$\begin{aligned} UA &= \frac{1}{\frac{1}{h_d \cdot A_{tot}} + \frac{1}{h_p A_{tot}}} \\ NTU &= \frac{UA}{C_{min}} = \frac{UA}{m p c_p} \end{aligned} \quad (6)$$

Perbandingan kapasitas panas perjam, adalah:

$$\frac{C_{panas}}{C_{dingin}} = \frac{m p c_p}{m d c_d} \quad (7)$$

Bentuk aliran yang digunakan pada APK plat datar adalah aliran silang dimana kedua fluidanya tak campur (*unmixed stream*). Temperatur yang keluar APK plat datar dapat diperoleh (Kreith, 1988) sebagaimana persamaan berikut:

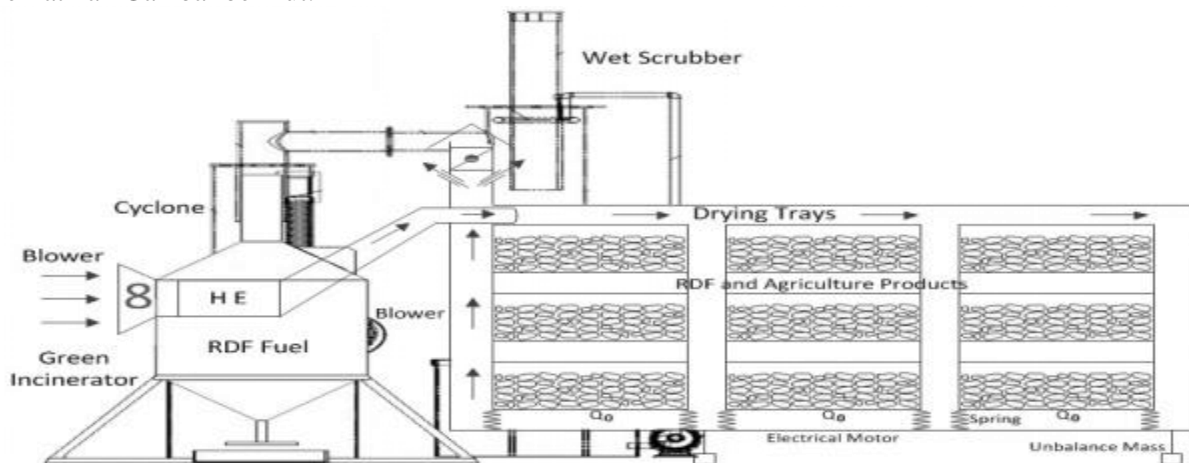
$$T_{d_{out}} = T_{d_{in}} + \frac{C_p}{C_d} (\varepsilon) (\Delta T_{max}) \quad (8)$$

Efektivitas APK plat datar secara pengujian (ε) dapat diperoleh sebagaimana persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \varepsilon_p &= \frac{m_d c_{p_d} \Delta T_d}{\left(\frac{m_p c_{p_p}}{m_d c_{p_d}} \right) (\Delta T_{\max}) (m_d c_{p_d})} \\ &= \frac{m_d c_{p_d} \Delta T_d}{m_p c_{p_p} \Delta T_{\max}} \end{aligned} \quad (9)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan rancang bangun dan analisis APK plat datar yang mampu menyuplai panas ke dalam ruang pengering hingga temperatur udara dalam ruang pengering mencapai 60°C maka selanjutnya dilakukan pengujian APK plat datar. Dimensi APK plat datar ini memiliki panjang 40 cm, lebar 60 cm, tinggi 30 cm dan dibuat dari material aluminium dengan ketebalan plat masing-masing sebesar 1 mm. Plat aluminium ini mampu memindahkan panas dengan baik dan perawatannya mudah serta tahan lama dalam penggunaannya. APK plat datar bisa dibuat sesuai dengan dimensi maupun jumlah laluan yang sesuai dengan kebutuhan. Jumlah laluan APK plat datar yang mengalirkan gas panas dari hasil pembakaran bahan bakar RDF adalah 11 laluan sedangkan jumlah laluan yang akan mengalirkan udara dari lingkungan hingga keluar APK plat datar adalah 12 laluan. Untuk mencapai temperatur udara dalam ruang pengering sebesar 60°C maka dibutuhkan temperatur udara yang keluar APK plat datar sebesar 83,3°C. Laju perpindahan panas pada APK plat datar diperoleh sebesar 23,3 kJ/det dan besarnya efektivitas pengujian adalah 34,5%. APK plat datar pada penelitian ini diletakkan di atas bahan bakar RDF sedangkan pembersih gas hasil pembakaran bahan bakar RDF menggunakan alat yang disebut *cyclone* dan *wet scrubber* yang diletakkan di luar ruang pembakaran bahan bakar. Perhatikan Gambar berikut:



Gambar 4. Mesin pengering yang ramah lingkungan menggunakan APK plat datar serta bahan bakar RDF



Gambar 5. Ruang pembakaran bahan bakar RDF, *Cyclone* dan *wet scrubber*



Gambar 6. APK plat datar

KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mesin pengering ramah lingkungan ini dilengkapi dengan APK plat datar dengan jumlah laluan gas panas dari hasil pembakaran bahan bakar RDF sebanyak 11 laluan dan jumlah laluan udara dari lingkungan adalah 12 laluan. Panjang APK adalah 40 cm, lebar APK adalah 60 cm dan tinggi APK adalah 30 cm.
2. Besarnya temperatur udara yang keluar APK plat datar sebesar $83,3^{\circ}\text{C}$ sedangkan temperatur udara dalam ruang pengering mencapai 60°C .
3. Besarnya efektivitas APK (*heat exchanger effectiveness*) plat datar saat pengujian adalah 34,5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Holman, J. P. (1989). *Heat Transfer*. New York: McGraw Hill.
- Iynkaran, K. (1993). *Basic Thermodynamics*. Singapore.
- Koestoer, R. A. (2002). *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Kreith, F. (1998). *Principle of Heat Transfer*. Jakarta: Erlangga.
- Stoecker, W. F. (1989). *Design of Thermal Systems*. McGraw-Hill Ltd.

DESAIN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN PADA SISTEM AQUARIAL UNTUK KONSERVASI BAMBU LAUT DI WAKATOBI

Salasi Wasis Widyanto*¹, Muhammad Agus², Susilo Wisnugroho³

^{1,2}Kementerian Kelautan dan Perikanan; Jalan Medan Merdeka Timur No. 16, Jakarta Pusat 10110

³Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan, BRSDM-KP, Wakatobi 93791

e-mail: *¹abuyumna26@gmail.com, ²aguslptk@gmail.com, ³wg.susilo@gmail.com

Abstrak. *Teknologi ramah lingkungan untuk mendukung kelangsungan dan kelestarian makhluk hidup yang dilindungi oleh undang-undang sangatlah diperlukan. Diantara teknologi jenis ini adalah teknologi yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi. Selain fungsinya sebagai salah satu faktor yang berperan penting dalam proses fotosintesis tumbuhan, sinar surya dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Pemanfaatannya dalam aplikasi sistem aquarial untuk keperluan konservasi individu karang belum banyak dilakukan, karena orang cenderung lebih memilih energi yang sudah banyak tersedia secara instan. Permasalahan yang muncul kemudian adalah jika sumber energi penghasil energi listrik merupakan energi yang tidak terbarukan, maka persediaan energi ini akan habis. Menjawab permasalahan ini, maka dibuatlah desain catu daya berbasis tenaga surya yang diaplikasikan pada sistem aquarial bambu laut guna keperluan konservasi, penelitian dan pengembangannya dengan harapan bisa menjadi acuan kebutuhan instalasi dari perangkat tersebut. Berdasarkan perhitungan, kebutuhan panel surya untuk aquarium berukuran panjang 198 cm, lebar 65 cm, dan tinggi 70 cm yang dapat menampung maksimal 862,29 liter air adalah 24 unit dengan kapasitas masing-masing sebesar 310 WP. Baterai yang dibutuhkan berkapasitas 48 Volt 800 Ah. Kebutuhan kapasitas Solar Charge Controller (3 unit) harus lebih dari 44 Ampere, 111,72 Volt dan inverter yang dipasang harus memiliki kapasitas lebih dari 1814,75 Watt.*

PENDAHULUAN

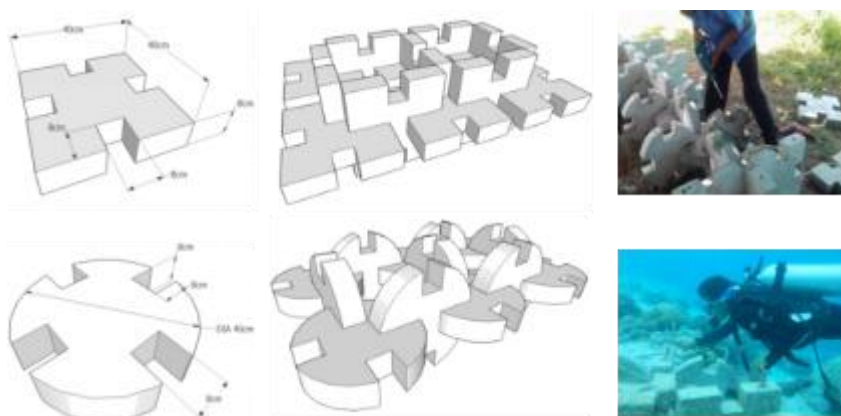
Teknologi ramah lingkungan yaitu teknologi yang diciptakan untuk mempermudah kehidupan manusia namun tidak mengakibatkan kerusakan atau memberikan dampak negatif pada lingkungan di sekelilingnya (Sani, 2017). Teknologi ini umumnya menggunakan cara pemanfaatan sumber energi yang dapat diperbarui, lalu mengubahnya menjadi energi lain yang polusi atau tingkat pencemarannya minimal atau bahkan tidak ada sama sekali. Aplikasi teknologi semacam ini sangat diperlukan untuk mendukung kelangsungan dan kelestarian makhluk hidup yang dilindungi oleh undang-undang. Diantara teknologi jenis ini adalah teknologi yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi. Selain fungsinya sebagai salah satu faktor yang berperan penting dalam proses fotosintesis tumbuhan, sinar surya dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Pemanfaatan energi ini dalam aplikasi sistem aquarial untuk keperluan konservasi individu karang belum banyak dilakukan, karena orang cenderung lebih memilih energi yang sudah banyak tersedia secara instan. Permasalahan yang muncul kemudian adalah jika sumber energi yang dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik merupakan energi yang tidak terbarukan, maka persediaan energi ini akan habis. Selain itu, polutan yang dihasilkan pada pembakaran fosil (seperti solar/bensin pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel/PLTD) juga merupakan faktor terbesar terjadinya asap, hujan asam, dan pemanasan global, serta perubahan iklim (Astra, 2010). Menjawab permasalahan ini, maka dibuatlah desain yang mengintegrasikan teknologi ramah lingkungan (catu daya berbasis tenaga surya) yang diaplikasikan pada sistem aquarial (eksitu) konservasi oktokoral/ biota penyusun terumbu karang (bambu laut/ *Isis hippuris*) guna keperluan konservasi, penelitian, dan pengembangannya dengan harapan bisa menjadi acuan kebutuhan instalasi dari perangkat tersebut. Bambu laut (*Isis hippuris*) merupakan salah satu jenis oktokoral yang hidup di perairan tropis Indo-Pasifik. Jenis ini dikelompokkan dalam kelompok *calcaxonina* yaitu oktokoral yang tumbuh dan muncul dari substrat dasar dan mempunyai kerangka dalam (aksial) kokoh dan terdiri dari zat *gorgonin* yang dibalut oleh lapisan *koenensim* sebagai tempat tumbuhnya *polip* (istilah untuk satu individu hewan karang) (Manuputty, 2008). Jenis ini mendominasi perairan Indonesia bagian timur dan bagian tengah, terutama perairan Sulawesi, Maluku,

dan Papua. Pengambilan bambu laut (*Isis hippuris*) umumnya dilakukan oleh nelayan karena memiliki nilai ekonomis tinggi yaitu biota tersebut berperan sebagai bahan baku farmasi dan sebagai bahan campuran pembuatan porselin, sehingga banyak diperdagangkan dan diekspor ke Eropa, Amerika, dan sebagian Asia, terutama ke Cina.



Gambar 1. Populasi Bambu Laut di Wakatobi (a) Pantai Sousu; dan (b) Pantai Matahora (Sumber: Kuncoro, 2018)

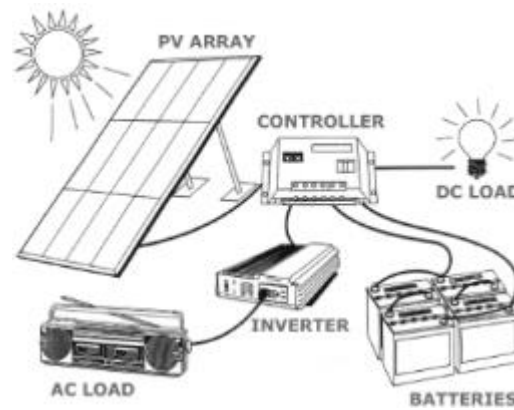
Eksplorasi bambu laut menggunakan peralatan dan metode yang tidak ramah lingkungan di beberapa tempat menyebabkan ekosistem terumbu karang menjadi rusak dan populasinya jarang ditemukan di perairan Sulawesi, sehingga pada tahun 2014 Kementerian Kelautan dan Perikanan mengeluarkan Keputusan Menteri No. 46/KEPMEN-KP/2014 tentang perlindungan terbatas waktu (moratorium) pemanfaatan bambu laut selama 5 tahun. Penetapan ini merupakan salah satu upaya dalam rangka pengelolaan bambu laut yang lestari, selain melalui upaya transplantasi bambu laut (Lubis et al., 2016). Transplantasi bambu laut berperan dalam mempercepat regenerasi bambu laut yang telah rusak. Penelitian sebelumnya telah mengaplikasikan transplantasi bambu laut ini dengan substrat beton yang dibentuk seperti *puzzle*. Sebagian berbentuk persegi dan sebagian lainnya berbentuk bulat/lingkaran. Substrat beton dipilih karena sedikit mengandung racun, lebih stabil, dan tahan air laut. Selain itu, substrat beton bisa mengurangi pengaruh sedimentasi dan mempercepat pertumbuhan bambu laut yang ditanam (Kuncoro et al., 2018). Keuntungan lainnya yakni dapat meningkatkan kontur topografi perairan, bermanfaat untuk *recruitment coral* secara alami, menjadi lokasi pemijahan ikan, serta melindungi pantai dari arus maupun gelombang, mampu mengurangi kerusakan yang timbul akibat penggunaan jaring di sekitar perairan terumbu dan meningkatkan jumlah lokasi penyelaman alternatif untuk mengurangi tekanan terhadap ekosistem terumbu alami (Johan, 2012).



Gambar 2. Transplantasi Bambu Laut pada Aplikasi Substrat Beton pada penelitian sebelumnya (Sumber: Kuncoro, 2018)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bekerja dengan mengubah energi surya menjadi energi listrik arus searah (DC) secara langsung menggunakan *photovoltaic array* dengan efek *photoelectric*. Listrik yang dihasilkan disalurkan menuju baterai sebagai penyimpan daya dan *Solar*

Charge Controller sebagai sistem kendali pengisian baterai agar tidak terjadi *over charging* yang akan merusak sistem. Baterai bekerja mendistribusikan ke masing-masing beban yang membutuhkan suplai arus searah. Jika beban membutuhkan suplai arus bolak-balik (AC), maka dibutuhkan perangkat lain yang disebut dengan *inverter* yang berfungsi mengubah arus searah (DC) dari panel surya atau baterai menjadi arus bolak-balik (AC). Apabila diperlukan kombinasi dengan suplai listrik dari PLN, maka ditambahkan perangkat *change over switch* untuk menjaga kehandalan sistem tersebut pada saat salah satu sumber tidak berkerja (Iskandar et al., 2018).



Gambar 3. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) (Sumber: Hamdi, 2014)

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Desa Patuno, Kecamatan Wangi-Wangi, Kabupaten Wakatobi, Provinsi Sulawesi Tenggara selama periode waktu pertengahan bulan Januari 2019 hingga pertengahan April 2019. Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam desain teknologi ini mencakup piranti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), perangkat fisik sistem aquarial, dan objek yang menjadi fokus penelitian. Piranti PLTS meliputi panel surya, *sholar charge controller*, baterai, dan *inverter*. Perangkat sistem aquarial meliputi kotak kaca berukuran panjang 198 cm, lebar 65 cm, dan tinggi 70 cm dengan ketebalan kaca 12 mm, pompa utama, pompa *skimmer*, pompa *fluidizer*, pompa *chiller*, *aerator*, *wave maker*, *chiller*, adaptor, *dimmer*, dan lampu LED (*Light Emitting Diode*) yang dipasang pada papan pendingin yang terbuat dari aluminium. Dan objek yang menjadi bahan penelitian yaitu oktokoral jenis bambu laut/*Isis hippuris* dan substrat mini yang terbuat dari beton. Kedua objek itulah yang mengisi perangkat fisik dari sistem aquarial yang dibuat. Metode yang digunakan merupakan metode perekayasa hingga pada tahap perhitungan yang terdiri dari desain konseptual, eksplorasi, observasi, pengukuran dan perhitungan. Desain konseptual memiliki cakupan pada tujuan dan kebutuhan desain, filosofi desain, dan metode yang digunakan. Tahap eksplorasi/observasi/pengukuran mencakup instrumentasi, sasaran, dan implementasi eksplorasi/observasi/pengukuran. Sedangkan tahap perhitungan meliputi penurunan persamaan matematika, deskritisasi persamaan, dan metode pemecahan persamaan. Rangkaian metodologi tersebut dilakukan secara sistematis hingga menghasilkan desain teknologi ramah lingkungan pada sistem aquarial untuk konservasi bambu laut (*Isis hippuris*) di Wakatobi. Konsep awal perekayasa yang dilakukan merupakan konsep terpadu yang berorientasi pada tujuan dan kebutuhan desain. Proses eksplorasi dilakukan melalui penjelajahan internet untuk menemukan berbagai penelitian tentang metode perancangan PLTS dan wawasan tentang oktokoral bambu laut (*Isis hippuris*) beserta upaya-upaya konservasinya. Tahap observasi dilaksanakan melalui pengamatan langsung di lapangan terhadap sistem PLTS yang telah diimplementasikan LPTK, dimana ketersediaan sistem ini hanya diperuntukkan bagi suplai daya teknologi radar dan *Automatic Identification System (AIS)*. Observasi juga dilakukan terhadap hasil penelitian sebelumnya yaitu oktokoral bambu laut (*Isis hippuris*) yang telah ditanam pada substrat beton secara *insitu*. Tahap pengukuran dilakukan terhadap beberapa piranti pada sistem aquarial, baik dimensi maupun kapasitas daya guna keperluan desain ideal dimensi aquarium dan perancangan sistem catu daya yang dibutuhkan. Langkah pamungkas adalah melakukan perhitungan matematis, sehingga jumlah kapasitas daya dan kuantitas perangkat yang dibutuhkan bisa ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil desain teknologi ramah lingkungan pada sistem aquarial untuk konservasi bambu laut (*Isis hippuris*) yang dilakukan di Loka Perekrayasaan Teknologi Kelautan (LPTK), Wakatobi setelah melalui tahap perhitungan adalah kebutuhan panel surya untuk aquarium berukuran panjang 198 cm, lebar 65 cm, dan tinggi 70 cm yang dapat menampung maksimal 862,29 liter air sejumlah 24 unit dengan kapasitas masing-masing sebesar 310 WP. Baterai yang dibutuhkan berkapasitas 48 Volt 1200Ah. Kebutuhan kapasitas *Solar Charge Controller (SCC)* harus lebih dari 44 Ampere, 111,72 Volt sebanyak 3 unit dan *inverter* yang dipasang harus memiliki kapasitas lebih dari 1814,75 Watt.

Perancangan atau desain teknologi ramah lingkungan dalam bentuk PLTS pada sistem aquarial untuk konservasi bambu laut (*Isis hippuris*) dilandasi oleh beberapa pemikiran diantaranya adalah upaya konservasi bambu laut sudah semestinya dijalankan dengan teknologi yang tidak mengganggu upaya konservasi baik secara umum maupun khusus, sehingga PLTS merupakan pilihan yang sepadan dan selaras dengan upaya konservasi tersebut. Apalagi didukung dengan ketersediaan pancaran sinar matahari yang sangat melimpah di daerah penelitian. Di samping itu, pasokan listrik PLN yang bersumber dari PLTD di kawasan ini sering mengalami gangguan, sehingga pemadaman listrik sudah menjadi rutinitas yang tidak bisa dihindarkan. Adapun sistem aquarial (*eksitu*) dikembangkan karena adanya kendala penanaman bambu laut secara *insitu* di pantai Waha, Wakatobi yaitu rusaknya tumbuhan yang menjadi fokus penelitian sebelum akarnya kokoh akibat arus dan gelombang laut yang kuat. Sistem aquarial dikembangkan untuk menumbuhkan bibit bambu laut yang diambil dari alam sebagai upaya transplantasi. Setelah batangnya kokoh, dalam kurun waktu 3 (tiga) bulan, bibit tersebut ditanam di kawasan *insitu*.

Desain PLTS yang dibuat menggunakan sistem *off grid* yakni menggunakan media penyimpan energi (baterai) yang dimanfaatkan ketika matahari tidak menyinari perangkat *photovoltaic*. Desain ini menitik beratkan pada suplai secara penuh dari PLTS ke beban yang ada pada sistem aquarial untuk konservasi bambu laut selama 24 jam. Adapun perangkat *change over switch* tetap disematkan untuk menjaga kehandalan sistem tersebut pada saat suplai PLTS tidak berkerja, sehingga dialihkan ke catu daya PLN atau genset. Desain awal PLTS ini dimulai dengan perhitungan beban sistem aquarial untuk konservasi bambu laut yang akan disuplai. Semua perangkat sistem didata daya outputnya dan diperkirakan waktu hidupnya dalam sehari semalam (Tabel 1)

Tabel 1. Perhitungan beban sistem aquarial yang disuplai

Beban	Jam Pemakaian																							
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7
Pompa Utama PSP-4 (90 W)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Pompa chiller At-104 (38 W)	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Aerator-SB-1106 (5,8 W)	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
Pompa Skimmer-Devil (15 W)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Pompa Fludizer At-103 (25 W)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Chiller (450 W)	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Adaptor (36 W)	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Wavemaker (3 x 10 W)											30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Wavemaker (23 W)											23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Lampu LED (162 x 3 W)	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486														
Driver/Dimmer (2 x 288 W)	576	576	576	576	576	576	576	576	576	576														
Jumlah tiap jam	1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452	442,8	442,8	442,8	442,8	442,8	442,8	442,8	442,8	442,8	442,8	442,8	442,8	442,8	442,8
Total energi on-grid (Kwh)	14518																							
Beban puncak on-grid	1452																							
Beban puncak malam	442,8																							
Energi harian (Wh)	20717																							
Energi harian (KWh)	20,72																							

Berdasarkan pengamatan Tabel 1, maka didapatkan data beban puncak sebesar 1452Watt dan energi yang perlu disuplai sebesar 20.717 Wh. Jika dalam instalasinya menggunakan perangkat yang serba baru, maka rugi-rugi (*loses*) diasumsikan sebesar 15%, sehingga besarnya energi total yang dibutuhkan sistem dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$E_T = E_A + (15\% \times E_A) \dots\dots\dots(1)$$

$$E_T = 20.717 + (0,15 \times 20.717) = 23.824,78 \text{ Wh} \approx 23.825 \text{ Wh}$$

Selain kebutuhan sistem yang disyaratkan di atas, kapasitas daya dari *photovoltaic* untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik dipengaruhi juga oleh insolasi matahari. Insolasi adalah penerimaan energi matahari oleh permukaan bumi, bentuknya adalah sinar-sinar gelombang pendek yang menerobos atmosfer. Radiasi matahari menjalar di alam angkasa luar tanpa kehilangan energi, intensitasnya berkurang berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari matahari. (Yuliatmaja, 2009). Data insolasi matahari terendah di kawasan kabupaten Wakatobi selama kurun waktu 2017 terjadi pada bulan Juni sebesar 3,70 kwh/m²/hari. Faktor lain yang tidak kalah pentingnya adalah nilai faktor penyesuaian pada instalasi PLTS. Nilai faktor penyesuaian pada instalasi PLTS yang sering dipakai adalah sebesar 1,1 (Wisnugroho et al., 2018). Oleh karena itu, didapatkan kapasitas daya dari modul *photovoltaic* dari persamaan sebagai berikut:


$$\text{Kapasitas modul photovoltaic} = (E_T / \text{Insolasi Matahari}) \times \text{faktor penyesuaian} \dots\dots\dots(2)$$

$$= (23.825 / 3,70) \times 1,1 = 7083,04 \approx 7.083 \text{ Wp}$$

Sehingga, jumlah modul panel surya yang akan diaplikasikan jika menggunakan modul monokristalin dengan spesifikasi power maksimum (P_{max}) 310 Wp, power tegangan maksimum (V_{mp}) 36,93 Volt, power kuat arus maksimum (I_{mp}) sebesar 8,43 Ampere, dan I_{sc} sebesar 8,8 Ampere adalah:

$$\text{Jumlah modul photovoltaic} = \frac{\text{Kapasitas modul yang didesain}}{\text{Kapasitas modul yang diaplikasikan}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Jumlah modul photovoltaic} = \frac{7.083}{310} = 22,8 \approx 23 \text{ unit (digenapkan 24 unit untuk kepentingan estetika pemasangan).}$$

	Module Type	SPU-310M
	Maximum Power (Pmax)	310Wp
	Maximum Power Voltage (Vmp)	36.93 V
	Maximum Power Current (Imp)	8.43 A
	Open Circuit Voltage (Voc)	44.69 V
	Short Circuit Current (Isc)	8.8 A
	Maximum System Voltage	1000V
	Maximum rated current series	14 A
	Power Tolerance	+ 3%
	Dimension (mm)	1956 x 992 x 50 mm

Gambar 4. Spesifikasi modul *photovoltaic* yang diaplikasikan (Sumber : //isolar-1.com/product/detail/15/SPU-310M)

Baterai atau aki sebagai media penyimpan energi listrik dari panel surya merupakan piranti yang urgen dalam sistem *off-grid*. Kapasitas suatu baterai memberikan gambaran kemampuan lama dan besarnya aliran arus listrik dalam tegangan kerja tertentu yang dinyatakan dalam *Ampere hour* (Ah). Langkah pertama dalam menentukan besarnya kapasitas baterai adalah melakukan konversi dari besarnya total energi yang disyaratkan dalam sistem dengan tegangan kerja dari perangkat penunjang PLTS lainnya seperti *charge controller*. PLTS dengan kapasitas 1 – 3 kWh menggunakan tegangan kerja sistem 24 Volt dan PLTS dengan kapasitas lebih dari 3 kWh menggunakan tegangan kerja sistem 48 Volt (Wisnugroho et al., 2018). Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa kapasitas PLTS yang dibutuhkan sebesar 23.825 Wp. Nilai tersebut berarti masuk dalam kategori kapasitas lebih dari 3 kWh, sehingga tegangan kerja sistem 48 Voltlah yang lebih tepat menjadi pilihan dalam perancangan.

Nilai kapasitas baterai berdasarkan energi sistem yang disyaratkan dan tegangan kerja yang dirancang dapat ditentukan melalui persamaan berikut:

$$Ah = E_T / 48 \dots\dots\dots(4)$$

$$Ah = 23.825 / 48 = 496,34 \text{ Ampere hour}$$

Berdasarkan nilai kapasitas baterai yang diperoleh dan memperhatikan besarnya hari otonom yakni kemampuan baterai menyimpan energi dan mengeluarkannya pada hari itu juga, serta mempertimbangkan besarnya *Deep of Discharge* (DOD) yang pada umumnya tidak melebihi 60% (dipilih nilai DOD sebesar 50% atau 0,5), maka kapasitas baterai yang dibutuhkan menjadi:

$$C_b = (Ah \times d) / DOD \dots\dots\dots(5)$$

$$= (496,34 \times 1) / 0,5 = 992,69 \approx 993 \text{ Ampere hour}$$

Jadi, kapasitas baterai yang dibutuhkan dalam sistem PLTS ini sekurang-kurangnya sebesar 993 Ah pada tegangan kerja sebesar 48 volt. Jenis baterai yang dipilih adalah tipe OPzV2 dengan spesifikasi 1200 Ah pada tegangan kerja 2 Volt. Guna menghasilkan kapasitas baterai sebesar 1200 Ah dengan tegangan kerja 48 Volt, diperlukan jumlah baterai sebanyak 24 unit yang semuanya disusun secara seri. Kelebihan kapasitas baterai sebesar 207 Ah dapat digunakan untuk memaksimalkan kapasitas pengisian saat insolasi matahari maksimum, sekaligus sebagai cadangan.



Gambar 5. Baterai OPzV2 1200 Ah 2 Volt (Sumber : <https://www.alibaba.com/>)

Charge controller adalah piranti elektronik untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban supaya baterai tidak mengalami *over charge/over discharge*. Besarnya kapasitas arus yang mengalir pada *charge controller* dapat ditentukan dari besarnya *short circuit current* (8,8 Ampere) panel dan jumlah string paralel pada *wiring string paralell photovoltaic* (jumlah string paralel pada *group array photovoltaic* berjumlah empat), sehingga

$$I_{cc} = N_p \times I_{sc} \times 1,25 \dots\dots\dots(6)$$

$$= 4 \times 8,8 \times 1,25 = 44 \text{ Ampere}$$

Adapun rangkaian seri panel surya dalam *array group* berjumlah dua dan besarnya *open circuit voltage* adalah 44,69 Volt, sehingga tegangan maksimum yang masuk pada *charge controller* dapat dicari dengan persamaan:

$$V_{cc} = N_s \times V_{oc} \times 1,25 \dots\dots\dots(7)$$

$$= 2 \times 44,69 \times 1,25 = 111,72 \text{ Volt}$$

Mengingat jumlah *photovoltaic* yang dibutuhkan dalam desain adalah 24 unit dengan kapasitas masing-masing 310 Wp, maka *Solar Charge Controller* yang dibutuhkan sebanyak 3 unit dengan spesifikasi 60 Ampere, 150 Volt DC. *Solar Charge Controller* yang disarankan adalah jenis *MPPT* (*Maximum Power Point Tracker*), karena penyerapan daya optimal perangkat ini lebih efisien daripada jenis yang lain.



Gambar 6. *Solar Charge Controller 60 Ampere 150 Volt DC* (Sumber : <https://www.amerescosolar.com/>)

Inverter adalah alat untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) sesuai dengan kebutuhan beban yang digunakan. Pemilihan inverter dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas daya output puncak dari beban dan faktor keamanan (1,25). Beban dari inverter menjadi faktor penentu bagi besarnya kapasitas inverter yang dibutuhkan, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$P_{Inv} = \text{beban puncak} \times 1,25 \dots \dots \dots (7)$$

$$= 1451,8 \times 1,25 = 1814,75 \text{ Watt}$$

Tipe inverter yang bisa menjadi salah satu pilihan adalah jenis *Pure Sine Wave Inverter* dengan kapasitas daya keluaran 2500 Watt, 220 Volt, 50 Hz, dan tegangan masukan sebesar 48 Volt. *Pure Sine Wave Inverter* memiliki karakteristik keluaran arus bolak-balik yang mendekati gelombang sinus murni biasa.



Gambar 7. *Pure Sine Wave Inverter 2500 Watt 48 VDC 220VAC* (Sumber : <https://www.alibaba.com/>)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada jajaran pimpinan dan seluruh staf Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan atas kontribusi daya dukung tempat, ide, dan saran-saran yang membangun.

DAFTAR PUSTAKA

- AliExpress. (2019). 1200AH 2 Volt Gel Tubular Solar Battery OpzV storage Batteries. Retrieved from https://www.alibaba.com/product-detail/1200AH-2-volt-Gel-Tubular-Solar_60685068787.html.
- AliExpress. (2019). 2500 Watt Pure Sine Wave Inverter Generator. Retrieved from https://www.alibaba.com/product-detail/2500-watt-pure-sine-wave-inverter_1100480608.html?spm=a2700.7724857.normalList.27.7dfe68299MjBvp&s=p
- Amerescosolar. (2018). FM60-150Vdc MPPT Solar Charge Controller. Retrieved from <https://www.amerescosolar.com/fm60-150vdc-mppt-solar-charge-controller>.
- Astra, I. M. (2010). Energi Dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 11(2), 131-139.
- Hamdi, S. (2014). Mengenal Lama Penyinaran Matahari Sebagai Salah Satu Parameter Klimatologi. *Berita Dirgantara*, 15(1), 7-16.
- Iskandar, H. R., Taryana, E. & Syaidina, S. (2018) Perancangan Kebutuhan Energi Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Hanggar Delivery Center Pt. Dirgantara Indonesia. *Prosiding SEMNASTEK UMJ, Oktober 2018*.
- Johan, O. (2012). The Survival of Transplanted Coral Ion Pyramid-shape Fish Shelter on the Coastal Water of Kelapa and Harapan Islands, Kepulauan Seribu Jakarta. *Indonesian Aquaculture Journal*, 7(1), 79–85.
- Kuncoro, A., Nugraha, A. R. & Ma'muri. (2018). Aplikasi Substrat Beton Untuk Penanaman Bambu Laut. *Seminar Nasional Kelautan XIII Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Juli 2018. Hlm.10-19*.
- Lubis et al. (2016). *Pedoman Rehabilitasi Bambu Laut (Isis hippuris) dengan Metode Transplantasi*. Jakarta: Direktorat Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut, Ditjen Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Manuputty, A. E. W. (2008). *Isis hippuris* Linnaeus 1758: Oktokoral Penghasil Anti-Virus. *Oseana*, 33(1), 19-24.
- Sani, A. A. (2017). Pengaruh Teknologi Ramah Lingkungan dan Kualitas Pelayanan Terhadap Keunggulan Kompetitif dan Kinerja Perusahaan. *E-Jurnal Manajemen Unud*, 6(7), 3485-3512.
- Wisnugroho, S., Widyanto, S. W., Ma'muri & Agus, M. (2018). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Stasiun Radar Pantai Di Bukit Tindoi, Kabupaten Wakatobi. *Prosiding SEMNASTEK UMJ, Oktober 2018*.
- Yuliatmaja, M.R. (2009). Kajian Lama Penyinaran Matahari dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Pergerakan Semu Matahari Saat Olstice di Semarang (Studi Kasus Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang Pada Bulan Juni dan September Tahun 2005 Sampai Dengan 2007). *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

INOVASI TEKNOLOGI ARANG TERPADU UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS LAHAN DAN TANAMAN, SEKALIGUS MENCEGAH KERUSAKAN LINGKUNGAN

Gusmailina¹, Gustan Pari², Sri Komarayati³

^{1,2,3,4}Pusat Litbang Hasil Hutan, Badan Litbang & Inovasi, KLHK
e-mail: ¹gsmlina@gmail.com, ²gustanp@yahoo.com, ³inawinarni@yahoo.com

Abstrak. Arang terpadu adalah teknologi dimana proses dan aplikasinya dilakukan secara terpadu. Merupakan inovasi teknologi ramah lingkungan karena memanfaatkan berbagai limbah biomassa sebagai bahan baku. Dari teknologi arang terpadu dihasilkan, arang kompos bioaktif (arkoba) dan asap cair, jika digunakan secara terpadu dan kontinyu dapat menggantikan pupuk dan pestisida kimia, sehingga menggunakan produk arang terpadu dapat mendukung sistem budidaya organik. Beberapa uji coba aplikasi produk arang terpadu pada berbagai jenis tanaman, baik tanaman pertanian, perkebunan maupun tanaman kehutanan, memberikan hasil yang lebih baik dibanding menggunakan pupuk dan pestisida kimia. Jika produk arang terpadu ini dapat menggantikan sistem budidaya kimia yang selama ini berjalan, tentunya akan sangat menguntungkan bagi petani, karena mudah dan murah untuk diterapkan, sekaligus sangat bermanfaat bagi lingkungan, karena akan mereduksi pencemaran akibat penggunaan pupuk kimia dan pestisida yang berlebihan. Oleh sebab itu teknologi dan aplikasi arang terpadu ini perlu disebar luaskan, agar bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Tulisan ini menyajikan konsep dari arang terpadu, teknologi produksi dan aplikasinya.

Kata Kunci: arang terpadu, arkoba, asap cair, lingkungan, tanaman.

PENDAHULUAN

Teknologi Arang Terpadu (TAT) adalah teknologi yang dalam proses dan aplikasinya dilakukan secara terpadu. Merupakan inovasi teknologi yang ramah lingkungan yang dapat diterapkan kepada masyarakat dengan memanfaatkan berbagai jenis limbah biomassa sebagai bahan baku yang ada disekitar lingkungan (Gusmailina et al., 2017). TAT juga memiliki proses yang rendah emisi, karena asap yang timbul dari proses pengarangan dialirkan melalui pipa/bambu sebagai pendingin, sehingga sisa asap yang lepas tidak mencemari lingkungan. Dari TAT akan dihasilkan arang, yang kemudian dikembangkan menjadi arang kompos bioaktif (arkoba), dalam proses pengarangan akan timbul asap, yang dalam proses pendinginan akan berubah menjadi cairan yang disebut asap cair (*wood vinegar*). Produk TAT jika digunakan secara terpadu dan kontinyu dapat menggantikan keberadaan pupuk dan pestisida kimia yang selama ini digunakan, sehingga menggunakan produk TAT dapat mendukung sistem budidaya organik, aman dan sehat. Penerapan TAT sangat ramah lingkungan, karena selain prosesnya yang rendah emisi (sedikit asap), juga memanfaatkan berbagai jenis limbah biomassa. Hasil yang diperoleh adalah arang dan asap cair. Arang yang diperoleh selain dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif dan terbarukan, sisanya digunakan sebagai bahan pembuat arkoba. Di dalam kehidupan arang banyak sekali manfaatnya, tidak hanya dijadikan bahan bakar saja tapi juga dapat diaplikasikan dalam bidang pertanian dan peternakan. Demikian juga asap cair, sangat banyak manfaatnya bagi kehidupan manusia, baik sebagai obat penyakit kulit (obat gatal-gatal/jerawat), maupun untuk diaplikasikan pada bidang pertanian dan peternakan.

Arang mengandung beberapa unsur makro dan mikro element dalam jumlah yang sangat kecil, sehingga arang tidak tergolong pupuk. Tetapi arang memiliki pori pada permukaannya, sehingga jika digunakan sebagai campuran media tanam dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara di dalam tanah. Selain itu arang dapat meningkatkan pH tanah sehingga kondisi ini akan memberikan ruang bagi perkembangan mikroba tanah yang berfungsi dalam penyediaan unsur hara dalam tanah yang nantinya akan di serap tanaman. Oleh sebab itu arang disebut sebagai pembangun kesuburan tanah. Beberapa hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penambahan arang pada media tumbuh dapat meningkatkan pertumbuhan spora ekto dan endo mikoriza pada tanaman. Sehingga dapat mempercepat pertumbuhan tanaman baik di persemaian maupun di lahan. Lehmann, Professor dan Peneliti dari Cornell University

dan berbagai tempat didunia telah membuktikan secara ilmiah pengaruh arang terhadap kesuburan tanah (Gusmailina et al., 2015). Pemberian arang pada tanah berbahan baku limbah sangat cocok dengan sistem pembangunan berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, karena selain membantu mengatasi masalah limbah juga memperbaiki kondisi lahan, sehingga lahan selalu dalam keadaan stabil. Karakteristik arang berguna sebagai agent bagi pembangun, penyubur sekaligus menjaga stabilitas tanah, sehingga arang mempunyai peran sebagai pemberi kehidupan berjangka panjang (Gusmailina et al., 2015). Arang juga bersifat alkalis yang dapat meningkatkan pH tanah yang masam, sehingga sangat baik digunakan sebagai pengganti kapur pada lahan-lahan masam. Arang mempunyai daya serap yang tinggi terhadap residu pestisida atau residu pupuk kimia yang berada di dalam tanah. Arang juga mengandung mineral yang berguna bagi pertumbuhan tanaman, serta mempunyai pori-pori yang luas, sehingga memberikan kondisi yang baik bagi perkembangan mikroorganisme tanah yang diperlukan oleh tanaman. Aplikasi arang pada tanah sangat diperlukan di masa datang, mengingat sifat dan perannya yang cukup penting. Oleh sebab itu arang jangan dipandang sebagai komoditi energi dan ekonomi saja, namun memiliki nilai ekologis yang tinggi, sehingga perlu dikembangkan model pertanian/ peternakan dan kehutanan berbasis teknologi arang secara terpadu (Gusmailina et al., 2015).

Arang kompos bioaktif (arkoba) adalah gabungan arang dan kompos yang dihasilkan melalui proses pengomposan dengan bantuan mikroba lignoselulolitik yang tetap hidup di dalam kompos, bila diberikan ke tanah akan berperan sebagai biofungisida untuk melindungi tanaman dari serangan penyakit akar sehingga disebut bioaktif. Keunggulannya karena adanya arang yang menyatu dalam kompos hingga pada tanah ikut andil dan berperan sebagai agent pembangun kesuburan tanah (Gusmailina et al., 2013). Dari beberapa uji coba pemberian arang kompos pada tanah selain dapat menambah ketersediaan unsur hara tanah, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis tanah, juga dapat meningkatkan pH tanah dan nilai KTK tanah, sehingga cocok digunakan untuk rehabilitasi/reklamasi lahan-lahan kritis. Dari beberapa aplikasi arkoba yang telah diuji coba, baik di laboratorium maupun di lapangan menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman yang diberi arkoba meningkat signifikan dibanding yang tidak diberi arkoba (Gusmailina et al., 2016).

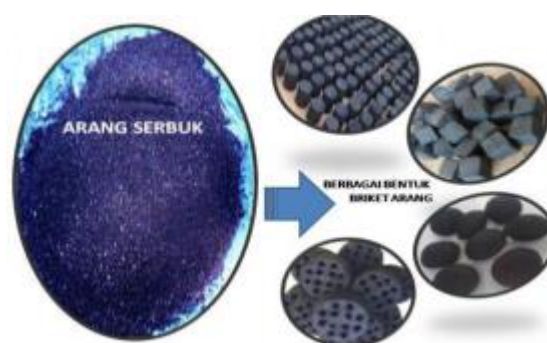
Asap cair diperoleh dari asap yang timbul akibat proses pengarangan yang diinginkan, akibat proses pendinginan asap berubah bentuk menjadi cairan yang disebut asap cair atau cuka kayu (*wood vinegar*). Asap cair juga merupakan cairan organik yang berwarna kuning kecoklatan sampai hitam. Rahasia yang dimiliki asap cair selain bersifat asam, memiliki aroma dan rasa spesifik juga mengandung komponen kimia yang multi guna bagi manusia, hewan maupun tumbuhan, seperti asam asetat, fenol dan methanol. Asap cair ini dapat digunakan sebagai obat penyakit kulit, biopestisida, pemacu pertumbuhan tanaman, pengawet makanan, pengawet kayu, pembersih ruangan, anti oksidan, anti mikroba, koagulan dan menghilangkan bau pada pengolahan karet, pencegah jamur dan lain-lain (Komarayati & Gusmailina, 2014). Menurut Slamet et al. (2017), asap cair dari tempurung kelapa mengandung senyawa fenol, yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri/jamur sehingga dapat digunakan sebagai pengawet maupun disinfektan. Wiyono dalam Rahimah 2014, menyebutkan bahwa asap cair mengandung alkaloid dan metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai pestisida. Menurut Hagner (2013), asam asetat dan furfural yang terkandung pada asap cair merupakan senyawa yang mempunyai kemampuan untuk menolak hama siput. Penolakan terhadap hama, disebabkan keberadaan senyawa-senyawa tersebut secara bersamaan.



Gambar 1. Asap cair P3HH

BAHAN DAN METODE

Pada prinsipnya TAT adalah teknologi yang sederhana, mudah dan murah untuk diterapkan. Beberapa penelitian tentang teknologi arang terpadu pernah dilakukan diantaranya, diawali dengan cara konvensional atau tradisional yang sangat murah dan mudah yaitu hanya menggunakan 1 drum bekas yang tutupnya disambung dengan bambu sepanjang 4 meter yang berfungsi sebagai pendingin alami. Selain itu teknologi ini lebih ditujukan untuk memanfaatkan berbagai jenis limbah (organik). Limbah yang bersifat lunak dijadikan sebagai bahan kompos, sedangkan limbah yang keras, seperti potongan kayu/bambu atau batok kelapa dijadikan sebagai bahan baku arang. Demikian juga dengan limbah serbuk gergaji/sekam padi dimanfaatkan sebagai bahan baku arang. Arang yang dihasilkan dapat dikembangkan lagi menjadi briket arang untuk energi (Gambar 2), arang aktif, dan nano karbon, sehingga nilai manfaat dan nilai jual menjadi meningkat. Akan tetapi disini tidak membahas mengenai briket arang, arang aktif, atau nano karbon, namun arang terpadu disini lebih difokuskan pada aplikasi pada bidang perbaikan produktivitas lahan dan tanaman (Gambar 3).



Gambar 2. Berbagai bentuk briket arang untuk energi alternatif



Gambar 3. Skema Teknologi Arang Terpadu (TAT) yang dikembangkan oleh P3HH untuk lahan dan tanaman

Pembuatan Arang dan Asap Cair

Pembuatan arang untuk kelengkapan arkoba dapat menggunakan tungku drum atau secara tradisional yang biasa dilakukan oleh masyarakat. Arang yang yang diperoleh berasal dari sekam padi atau serbuk gergaji. Sehingga untuk bahan pengomposan dapat langsung digunakan dan tidak perlu menghancurkan/menggiling lagi. Namun jika arang yang dibuat berasal dari limbah potongan kayu/bambu atau batok kelapa, arang yang dihasilkan harus digiling terlebih dahulu. Tungku sederhana bisa terbuat dari drum bekas, kemudian pada tutup drum dibuat cerobong untuk mengalirkan asap. Pada dasar drum dibuat beberapa lobang yang berfungsi untuk pemancing pembakaran awal. Setelah drum diisi dengan bahan baku, proses pengarangan diawali dengan memancing pembakaran dibawah tungku. Setelah bahan terbakar, kemudian drum ditutup, lalu dipasang bambu sepanjang 4 m sebagai pendingin. Lama proses pengarangan berkisar antara 8-10 jam. Asap yang timbul dari proses pengarangan melewati pipa pendingin/bambu, dan akan berubah bentuk menjadi cairan asap cair yang siap ditampung. Rendemen arang yang diperoleh sekitar 20-30%,

sedangkan rendemen asap cair yang menggunakan pendingin bambu diperoleh sekitar 8-10 liter, sedangkan jika menggunakan pendingin stainless, asap cair yang diperoleh maksimum 30 liter, tergantung karakteristik bahan baku.



Gambar 4. Model tungku arang terpadu (a) yang pakai bambu & (b) yang pakai Stainless



Gambar 5. Model tungku khusus serbuk gergaji/sekam padi

Pembuatan Arang Kompos Bioaktif (arkoba)

Bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat arkoba cukup sederhana, dengan memanfaatkan limbah yang ada disekitar kita, antara lain limbah organik rumah tangga, limbah pertanian, seperti limbah sayuran, jerami, kulit atau tongkol jagung, kotoran hewan, bahkan sampah organik dari perkotaan juga dapat dijadikan bahan baku. Limbah asal industri yang dapat dijadikan arkoba antara lain seperti: serbuk gergaji dibuat arang sebagai pencampur dalam proses pengomposan, limbah penyulingan seperti minyak kayu putih dan minyak nilam. Pangkasan rumput dan pohon dari tanaman perkotaan juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku, gulma dan serasah daun yang ada disekitar perumahan dan perkantoran juga baik dimanfaatkan sebagai bahan baku (Gambar 6)



Gambar 6. Contoh bahan baku limbah organik yang sudah dicacah

Tempat Pengomposan

Beberapa tempat atau wadah dapat digunakan sebagai wadah dimana proses pengomposan berlangsung seperti dapat dilihat pada Gambar 7. Diantaranya (1) kotak yang terbuat dari kayu bekas yang bisa dipindah sesuai keinginan. (2) Kotak semi permanen terbuat dari semen dan penutupnya

terbuat dari papan bekas yang bisa dibuka sewaktu pengisian bahan. (3) Bak permanent yang terbuat dari semen. (4) karung plastik terpal yang bisa ditempatkan sesuai keinginan.



Gambar 7. Tempat atau wadah pembuatan arkoba

Aktivator

Berguna untuk mempercepat proses pengomposan dengan bahan aktif mikroorganisme. Jenis aktivator yang digunakan disesuaikan dengan jenis bahan baku yang akan dikomposkan. Untuk limbah yang sulit hancur (serbuk gergaji, serasah tusam dan serasah mangium) harus menggunakan aktivator yang mengandung bahan aktif khusus mikroorganisme pengurai lignoselulosa diantaranya bahan aktif yang mengandung mikroorganisme *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga sp* (Away, 2003; Goenadi & Away, 1997).

Langkah-Langkah Pembuatan Arang Kompos Bioaktif

Bahan baku yang sudah dicacah ditambah arang sebanyak 10-30 % dari berat volume bahan yang akan dikomposkan, atau arang dapat ditambahkan ketika proses pengomposan selesai. Tambahkan aktivator sebanyak 0,5-10 % tergantung jenis bahan yang akan dikomposkan, 0,5% (b/b) atau 5 kg dalam 1 ton, untuk bahan organik lunak (daun-daunan, jerami, bagas tebu dan lain-lain); 1,25% (b/b) atau 12,5 kg per 1 ton bahan baku, untuk bahan organik berkayu (TKKS, sisa pangkasan the/ranting pohon dan sebagainya). Penggunaan aktivator 10% diperuntukkan bagi bahan baku yang sulit hancur atau terurai seperti serbuk gergaji. Tambahkan arang 10-15% lalu aduk campuran hingga rata; lalu tambahkan air hingga kondisi kadar air campuran bahan berkisar antara 20%-30 % atau ditabur per lapis bahan. Masukkan ke dalam bak-bak pengomposan yang dipilih sesuai dengan keinginan, lalu ditutup dengan plastik hitam. Proses berjalan dengan sempurna apabila suhu meningkat hingga mencapai 55°C - 60°C, lalu menurun hingga konstan. Apabila kondisi suhu sudah stabil berarti proses pengomposan sudah selesai dan kompos dapat dibongkar. Proses pengomposan berlangsung antara 2 minggu (berbahan lunak) sampai 10 minggu (berbahan keras) tergantung bahan baku yang digunakan. Secara visual kompos yang sudah matang akan mengalami perubahan warna, sedangkan indikator kompos yang siap pakai yaitu mempunyai nisbah C/N di bawah atau sama dengan 20. Untuk menambah daya tarik penampilan, kompos digiling hingga halus kemudian dikemas lalu disimpan ditempat yang kering dan teduh. Arang kompos siap digunakan atau dipasarkan.

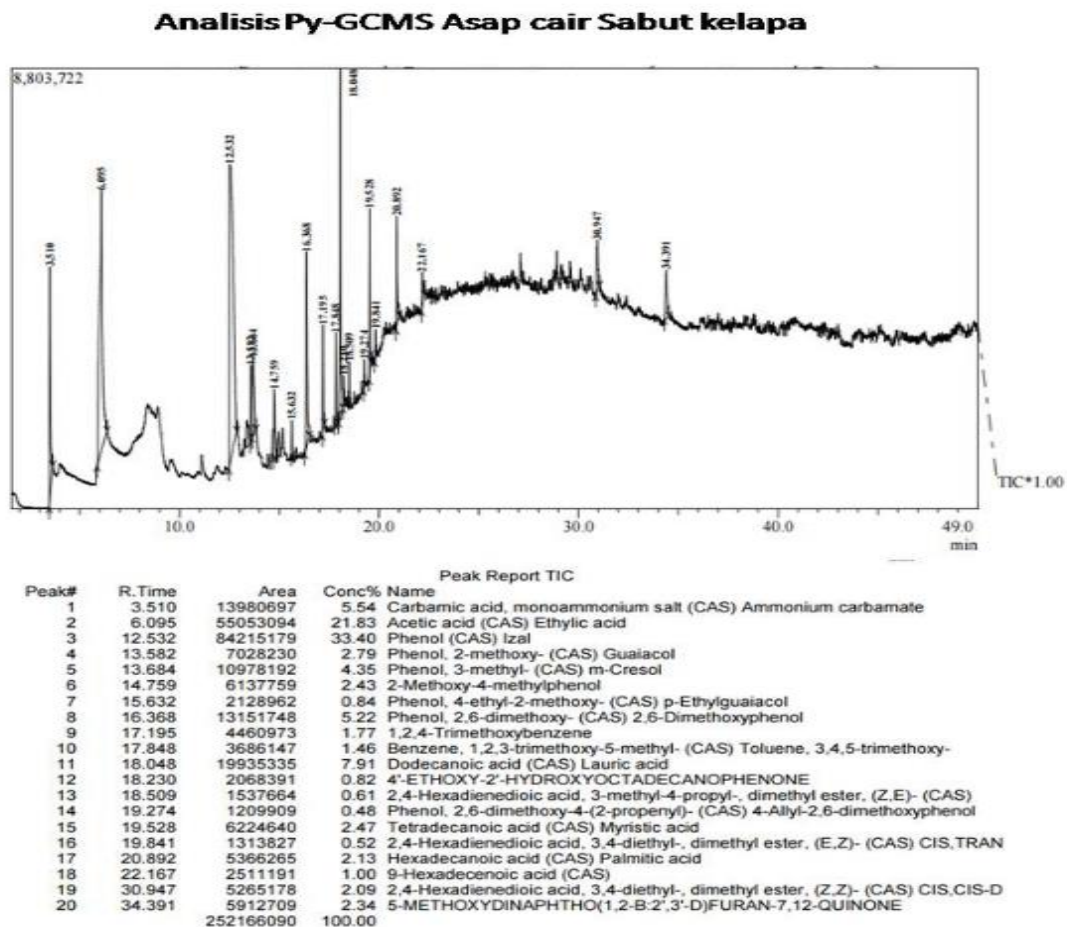


Gambar 8. Proses pembuatan Arkoba dan produk arkoba

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pusat Litbang Hasil Hutan (P3HH), telah melakukan penelitian dan pengembangan mengenai pembuatan dan aplikasi asap cair sejak tahun 2000-an. Aplikasi sebagian besar untuk pertumbuhan berbagai jenis tanaman, baik tanaman kehutanan maupun tanaman pertanian dan perkebunan dengan hasil yang signifikan. Yatagai (2002), menyatakan bahwa asap cair mengandung komponen kimia seperti asam asetat yang berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman dan pencegah penyakit tanaman. Demikian juga dengan metanol dan phenol dan turunannya bertindak untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman. Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa asap cair berguna untuk memperbaiki mutu tanah dan membantu pertumbuhan tanaman agar lebih baik dan kuat serta lebih resisten terhadap hama dan penyakit (Sinar Tani, 2010).

Dalam bidang budidaya tanaman asap cair selain mengandung unsur hara makro juga bertindak sebagai *growth hormon* (hormon tumbuh), sekaligus berfungsi sebagai pestisida alami bagi tanaman. Dalam bidang peternakan arang dan asap cair juga baik sebagai campuran pakan, maupun untuk meningkatkan higienis, kebersihan dan kesehatan kandang ternak. Arang digunakan sebagai pelapis alas kandang untuk mengurangi bau, juga membuat kandang selalu hangat dan menyerap berbagai penyakit yang akan menyerang ternak, sehingga ternak menjadi lebih sehat dan lingkungan menjadi terjaga kebersihannya. Demikian juga asap cair dapat disemprotkan disekitar kandang ternak untuk mengusir bau dan serangga/lalat pada kotoran ternak (Gambar 9). Dimana dari hasil analisis menunjukkan bahwa asap cair didominasi oleh kandungan phenol sebesar 33,40%, dan asam asetat 21,83 %. Jadi asap cair limbah sabut kelapa muda ini jika diaplikasikan pada tanaman dapat bertindak sebagai hormon penyubur tanaman sekaligus sebagai pestisida untuk mencegah hama penyakit.



Gambar 9. Analisis Py-GCMS Asap cair dari Sabut kelapa muda

Aplikasi Teknologi Arang Terpadu (TAT)

Sejak tahun 2015, P3HH, Bogor telah mensosialisasikan TAT ini pada berbagai kelompok masyarakat dan instansi pemerintah yang berada di beberapa lokasi percontohan. Demplot dibangun sebagai percontohan pada masyarakat untuk membuktikan bahwa TAT dapat diaplikasikan secara mudah dan murah. Kegiatan diawali dengan percontohan cara untuk menghasilkan produk TAT, untuk kemudian diaplikasikan pada tanaman yang ditanam pada demplot. Demplot dibuat untuk membuktikan pada masyarakat bahwa produk TAT dapat digunakan untuk mendukung keberhasilan budidaya tanaman, tanpa menggunakan produk kimia seperti pupuk dan pestisida kimia. Sehingga hasil yang diperoleh tergolong produk organik yang memiliki nilai dan harga jual yang lebih tinggi dibanding produk yang dihasilkan dari budidaya non organik.

Demplot produk TAT di Ciranjang, Kabupaten Cianjur pada tanaman padi (Gambar 10) menunjukkan bahwa padi yang ditanam menggunakan arkoba (pada awal tanam saja) dengan 9-10 kali penyemprotan asap cair selama musim tanam, tanpa menggunakan pupuk dan pestisida kimia sama sekali, memberikan produksi padi yang lebih baik dibanding padi yang ditanam menggunakan pupuk dan pestisida kimia. Aplikasi arkoba dan asap cair secara terpadu pada tanaman padi sawah tidak terserang hama dan tikus, bulir padi lebih padat dan berisi dan tidak patah-patah, tidak mudah roboh, tanah bekas panen padi yang menggunakan Arkoba dan asap cair meninggalkan bekas tanah yang lebih lembut kehitaman dan tidak mudah keras dan rengkah, walau sudah terpapar sinar matahari selama 2 hari. Secara finansial lebih menguntungkan dibanding padi yang ditanam secara non organik (Gusmailina et al., 2017).



Gambar 10. Demplot aplikasi produk arang terpadu pada padi di desa Ciranjang dan desa Sukaresmi Kab.Cianjur.

Demplot produk TAT (arkoba dan asap cair) pada tanaman kehutanan yang ditanam di lahan agroforestry selama 6 bln pengamatannya pada 4 jenis pohon di Desa Babakan Karet, Kabupaten Cianjur, meningkatkan pertumbuhan pohon mahoni 5 kali, rambutan 7 kali, sengon 6 kali; dan pohon durian 3 kali dibanding yang tidak diberi produk TAT.

Demplot aplikasi produk TAT (arkoba dan asap cair) pada tanaman kopi yang ditanam di demplot desa Gunung Padang, Kabupaten Cianjur (Gambar 12), selama 5 bulan pengamatan, pertumbuhan meningkat 3-4 kali dibanding yang tidak diberi arkoba dan asap cair. Figur pertumbuhan tanaman kopi lebih kuat dan memiliki daun yang segar dan berkilat. Oleh sebab itu teknologi dan aplikasi arang terpadu ini perlu disebar luaskan, agar bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan.

Perbandingan Bertanam Organik Dan Non Organik (Arkoba + Asap Cair)

NON ORGANIK/musim tanam/2000M ²			ORGANIK/ARKOBA + ASAP CAIR/musim tanam/2000M ²				
		Rp			Rp	Sken 1*	Sken2**
Berih Cihesung	5 kg	75.000	Berih Cihesung	5 kg	75.000	75.000	75.000
Pupuk ponsda NPK	50 kg	200.000	Pupuk dasar Arkoba	800 kg	300.000	1.200.000	1.200.000
Urea	15 kg	60.000	Asap cair/10 hari	2cc/lt	200.000	200.000	200.000
pestisida	3 lali	250.000					
Upah tanam		1.099.700	Upah tanam		1.099.700	1.099.700	1.099.700
Upah sewa petak	2 lali	100.000	Upah sewa petak		500.000	500.000	500.000
Upah Panen	10 HOK	560.000	Upah Panen		560.000	560.000	560.000
Orgkospiling	1.120Kg	392.000	Orgkospiling	850 kg	297.500	297.500	297.500
TOTAL		2.736.700	TOTAL		2.734.700	3.932.200	3.932.200
PENJUALAN (1120x 6500)		7.280.000	PENJUALAN (850x Rp.11.500)		9.775.000	9.775.000	12.750.000
KEUNTUNGAN		4.543.300	KEUNTUNGAN		7.040.300	5.842.800	8.817.800
			Kelebihan keuntungan menggunakan Arkoba-asap cair		2.497.000	1.299.500	4.274.500
					12.485.000/ha	6.497.500/ha	21.372.500/ha

Keterangan Sken 1: * jika arkoba dibeli seharga Rp. 1.500/kg; ** jika harga jual Rp.15.000/kg

Gambar 11. Analisis usaha secara makro aplikasi TAT pada tanaman padi



Gambar 12. Demplot aplikasi produk Arang terpadu pada kopi di desa Gn. Padang, Kab. Cianjur.

KESIMPULAN

Teknologi arang terpadu (TAT), merupakan teknologi yang mudah dan murah serta ramah lingkungan. Bahan baku yang digunakan lebih diutamakan berasal dari limbah, sehingga membantu program sanitasi lingkungan. Teknologi ini proses dan aplikasi dilakukan secara terpadu sehingga manfaat yg diperoleh lebih optimal. Produk arang terpadu jika digunakan secara kontinyu dapat menggantikan keberadaan pupuk dan pestisida kimia. Dampak aplikasi produk arang terpadu selain meningkatkan produksi tanaman, mencegah serangan hama/penyakit, juga menjadikan tanah lebih produktif. Hasil yang diperoleh bernilai lebih tinggi, karena termasuk produk organik. Dengan demikian jika masyarakat menerapkan TAT ini, tentunya dapat meningkatkan pendapatan keluarga, sekaligus membuat lingkungan menjadi lebih bersih dan sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- Glaser, B., Lehmann, J. & Zech, W. (2002). Ameliorating Physical And Chemical Properties of Highly Weathered Soils in The Tropics with Charcoal – A Review. *Biol & Fertility of Soils*, 35, 219–230.
- Gusmailina, Komarayati, Sri & Pari, G. (2015). *Buku Membangun kesuburan lahan dengan arang. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan*. Bogor: Badan Litbang dan Inovasi Kementerian LHK.
- Gusmailina, Komarayati, S., Pari, G. & Hendra, D. (2017). Teknologi Arang Terpadu. *Makalah*. Acara Alih Iptek Arang Terpadu, Kerjasama Forum Komunikasi Peneliti dengan Wydiaiswara, Penyuluh dan Guru SKMA di Pusat Diklat Kehutanan. Bogor, April 2017.
- Gusmailina, Komarayati, S., Pari, G. & Jaajah, N. (2017). Demonstrasi Plot (Demplot) Percontohan Arkoba + Asap Cair dari Sampah Organik pada Lahan Padi di Desa Kertajaya, Ciranjang, Kabupaten Cianjur. *Forpro. Majalah Ilmiah Populer Bidang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan*. 6(1). Bogor: Pusat Litbang Hasil Hutan.
- Komarayati, S & Gusmailina. (2014). Rahasia Dibalik Asap Cair. *Makalah poster pada Seminar Hasil Penelitian PUSTEKOLAH* di Bogor, Nopember 2014.
- _____. & E. Santoso. (2011). Arang dan Cuka kayu: Produk HHBK untuk Stimulan Pertumbuhan Mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(2), 155-178.
- _____. Gusmailina & Pari, G. (2011). Produksi Cuka Kayu Hasil Modifikasi Tungku Arang Terpadu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(3), 234-247.
- Lehmann, J, J. P., Junior, da S., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. & Glaser, B. (2003). Nutrient Availability and Leaching in an Archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments. *Plant and Soil*, 249, 343–357.
- Rahimah,D.S. (2014). Asap Usir Elmaut. *Trubus*, no. 536, Juli 2014/XLV.
- Sinar Tani. (2010). Cuka Kayu Penyubur dan Penguat Tanaman. Sinar Tani. Membangun Kemandirian Agribisnis. Diakses tanggal 21 Nopember, 2010. Jakarta.
- Yatagai. (2002). *Utilization of Charcoal and Wood Vinegar in Japan*. Tokyo (JPN): Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

PEMANFAATAN LIMBAH BAGLOG JAMUR TIRAM UNTUK DEKOLORISASI ZAT WARNA SINTETIS METHYLENE BLUE DAN DIRECT BLUE

Yora Faramitha*¹, Firda Dimawarnita², Tri Panji³

^{1,2,3}Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia; Jl. Taman Kencana No. 1 Bogor 16151
e-mail: *¹yora.faramitha@gmail.com, ²firda.dimawarnita@gmail.com, ³tripanji.tp@gmail.com

Abstrak. Meningkatnya bisnis budidaya jamur tiram tanpa disadari berdampak pada peningkatan jumlah limbah media pertumbuhan (baglog) jamur tiram. Limbah baglog banyak dimanfaatkan sebagai bahan campuran kompos dan pakan ternak. Alternatif pemanfaatan limbah baglog diperlukan untuk lebih mengoptimalkan pengolahan limbah tersebut. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) yang tergolong ke dalam jamur pelapuk putih, menghasilkan enzim lignolitik yang mempunyai kemampuan untuk dekolorisasi zat warna. Tujuan penelitian ini adalah menguji kemampuan limbah baglog jamur tiram dalam pemanfaatannya untuk mendekolorisasi zat warna sintetis metilen blue dan direct blue. Pertama, isi baglog dikeluarkan dari plastiknya, dicuci, dan dijemur hingga kering. Sebanyak 1% (w/v) baglog dimasukkan ke dalam 40 mL larutan zat warna sintetis berkonsentrasi 10 ppm. Kemampuan baglog dalam menyerap zat warna diamati secara visual dan melalui pengukuran nilai adsorbansi. Hasil pengamatan menunjukkan sisa baglog jamur tiram mampu mendekolorisasi zat warna sintetis dengan baik. Konsentrasi metilen blue dan direct blue berkurang hingga 83,04% dan 79,81% dalam waktu 24 jam. Hasil riset ini dapat menjadi dasar dalam merancang teknologi dekolorisasi berbasis limbah baglog untuk diaplikasikan pada limbah pabrik tekstil.

Kata Kunci: congo red, dekolorisasi, direct blue, jamur tiram, limbah baglog, metilen blue.

PENDAHULUAN

Pleurotus ostreatus atau yang dikenal dengan jamur tiram merupakan jamur konsumsi yang banyak digemari karena mempunyai rasa dan aroma seperti daging dan kaya kandungan gizi (Kim et al., 2011; Adebayo & Oloke, 2017). Saat ini, bisnis budidaya jamur tiram semakin berkembang dikarenakan permintaan pasar yang terus meningkat (Aquinus, 2019). Namun, hal ini tanpa disadari berdampak pada peningkatan jumlah limbah media tanam (baglog) jamur tiram. Upaya pemanfaatan limbah baglog jamur tiram telah banyak dilakukan, khususnya sebagai bahan campuran kompos dan sebagai pakan ternak (Triyanto, 2018). Alternatif pemanfaatan limbah baglog diperlukan untuk lebih mengoptimalkan pengolahan limbah tersebut.

Pleurotus ostreatus tergolong ke dalam jamur pelapuk putih (JPP). JPP menghasilkan enzim lignolitik ekstraseluler, seperti: lakase, lignin peroksidase (LiP), dan Mn peroksidase yang berfungsi dalam mendegradasi lignin (Hatakka, 1994). Enzim lignolitik pada JPP juga terlibat secara langsung dalam degradasi dan dekolorisasi berbagai zat pewarna (Wesenberg et al., 2003). Pada proses degradasi, enzim ini bekerja dengan cara mengoksidasi secara non-spesifik senyawa-senyawa phenol dan aromatik non-phenol (Chacko & Subramaniam, 2011). Berdasarkan hasil studi dari Faraco et al. (2009), *Pleurotus ostreatus* mampu mendekolorisasi limbah pewarna asam sebanyak 40% dalam waktu 1 hari dengan enzim lakase bertindak sebagai agen utama pendekolorisasi. Limbah baglog jamur tiram masih mengandung banyak miselium jamur yang mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai agen pendegradasi dan pendekolorisasi zat pewarna.

Proses degradasi dan dekolorisasi limbah yang mengandung zat warna sintetis menjadi hal yang serius karena zat ini bersifat racun bagi biota akuatik dan karsinogenik bagi manusia (Singh et al., 2013). Banyak industri yang menggunakan zat warna sintetis, seperti industri tekstil, tinta kertas, dan industri pewarnaan lainnya. Pada industri tekstil, setidaknya sekitar 10% zat pewarna ikut terbawa ke dalam air buangan saat proses pewarnaan (Doble & Kumar, 2005). Berbagai metode penghilangan zat warna pada limbah industri telah banyak dikembangkan. Metode dekolorisasi secara fisika dan kimia, seperti: teknologi ozonasi, oksidasi elektrokimia, pemisahan membran dan oksidasi fotokatalitik merupakan metode yang efektif, namun biaya aplikasinya sangat mahal (Si et al., 2013).

Oleh karena itu, metode dekolorisasi secara biologi, yaitu menggunakan jamur pelapuk putih (JPP) lebih banyak dipilih karena lebih efektif dan biayanya cukup terjangkau dibanding metode secara fisika dan kimia.

Sorta et al. (2012) dan Wulandari et al. (2014) menguji kemampuan limbah baglog *P. ostreatus* dalam mendekolorisasi limbah cair batik dan didapatkan bahwa limbah baglog mampu mendekolorisasi limbah naphthol dan indigosol yellow. Sejauh penelusuran peneliti, studi terkait pemanfaatan limbah baglog jamur tiram untuk dekolorisasi masih sangat terbatas. Oleh karena itu, masih terdapat banyak ruang yang dapat dieksplor, seperti: kemampuan dekolorisasi pada zat warna lainnya, sistem aplikasi yang efektif (batch vs continuous) dan perbesaran skala proses dekolorisasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan limbah baglog jamur tiram (*P. ostreatus*) yang mengandung cacahan TKKS dalam pemanfaatannya untuk mendegradasi dan mendekolorisasi zat warna sintesis methylene blue (MB) dan *direct blue* (DB). Luaran yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah persentase penyerapan warna tertinggi dan waktu dekolorisasi optimum serta fenomena proses dekolorisasi pada larutan *methylene blue* dan *direct blue*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Limbah media tumbuh (baglog) jamur tiram yang digunakan diperoleh dari Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia di Bogor. Komposisi media dalam baglog ini cukup berbeda dari baglog pada umumnya karena juga mengandung cacahan tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Bahan yang digunakan untuk mengemas limbah baglog saat pengujian adalah kain kasa dan karet gelang. Zat warna sintesis yang digunakan adalah *metilen blue* dan *direct blue*.

Metode

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental. Sebelum digunakan untuk uji dekolorisasi, isi baglog jamur tiram dipisahkan dari plastik pembungkusnya, dicuci dan dijemur hingga kering. Limbah baglog kering yang digunakan adalah sebanyak 0,4 gram atau sebesar 1% (w/v) dari volume larutan zat warna sintesis. Larutan warna sintesis *methylene blue* dan *direct blue*. untuk pengujian mempunyai konsentrasi 10 ppm dan volume sebesar 40 mL. Rancangan perlakuan dekolorisasi larutan zat warna sintesis menggunakan limbah baglog jamur tiram dengan variasi waktu kontak dimuat pada Tabel

Tabel 1. Rancangan perlakuan dekolorisasi larutan zat warna sintesis menggunakan limbah baglog jamur tiram

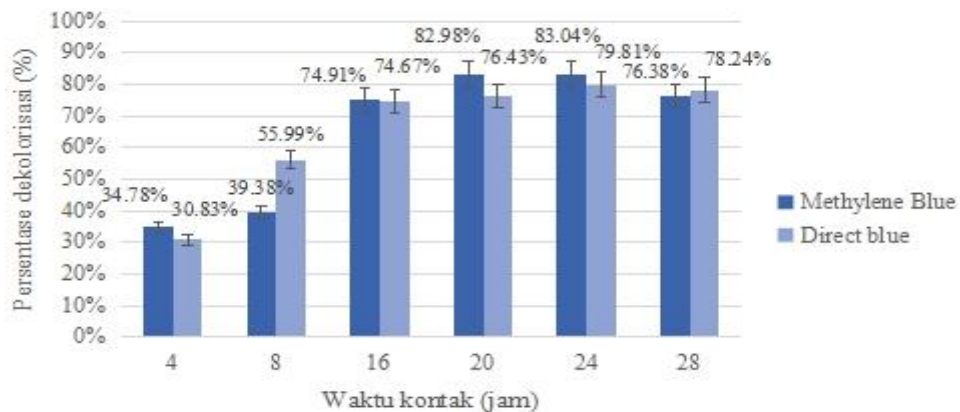
Zat Warna Sintesis	Waktu Kontak (jam)					
	4	8	16	20	24	28
Metilen Blue (MB)	MB4	MB8	MB16	MB20	MB24	MB28
Direct Blue (DB)	DB4	DB8	DB16	DB20	DB24	DB28

Pada penelitian ini, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Kemampuan limbah baglog jamur tiram dalam mendekolorisasi zat warna sintesis diamati secara kualitatif dan kuantitatif. Pengujian kualitatif yang dilakukan adalah pengamatan secara visual terhadap perubahan warna dari tiap zat warna sintesis. Sedangkan pengujian kuantitatif melibatkan pengukuran nilai adsorban menggunakan UV-VIS spektrofotometer. Panjang gelombang maksimum yang digunakan untuk *metilen blue* dan *direct blue* secara berurutan adalah 660 nm dan 564 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan variasi waktu kontak limbah baglog jamur tiram (*P. ostreatus*) dalam larutan zat warna sintesis *methylene blue* (MB) dan *direct blue* (DB) mempengaruhi persentase dekolorisasi yang dihasilkan (Gambar 1). Besar persentase dekolorisasi yang diperoleh berkisar antara 34,78% hingga 83,04% untuk larutan *methylene blue* dan 30,83% hingga 79,81% untuk larutan *direct blue*. Nilai persentase dekolorisasi meningkat seiring bertambahnya waktu kontak hingga diperoleh waktu kontak optimum. Perlakuan waktu kontak

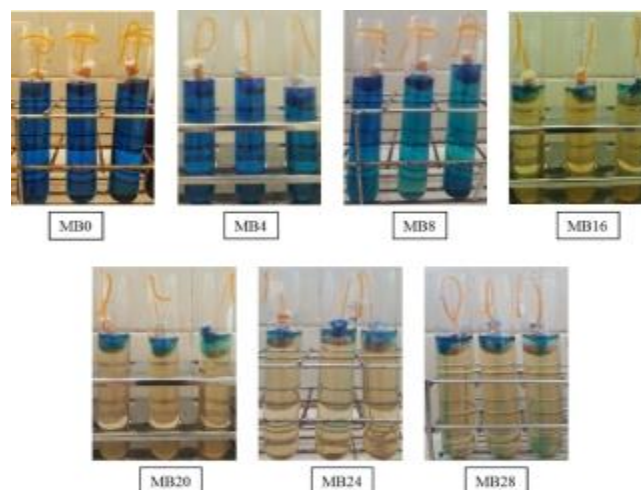
optimum adalah 24 jam dimana diperoleh nilai persentase dekolorisasi tertinggi pada MB dan DB, yaitu sebesar 83,04% dan 79,81%. Kemampuan dekolorisasi menurun pada waktu kontak 28 jam.



Gambar 1. Persentase dekolorisasi zat warna methylene blue dan direct blue oleh limbah baglog jamur tiram (*P. ostreatus*)

Hasil yang diperoleh memperkuat penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa waktu kontak antara JPP dan limbah zat warna mempengaruhi nilai persentase zat warna yang terdekolorisasi (Sorta et al., 2012; Singh et al., 2013; Yulita et al., 2013; Wulandari et al., 2014). Setelah mencapai waktu kontak optimum, kemampuan dekolorisasi jamur akan menurun. Menurut Wulandari et al. (2014), persentase dekolorisasi akan menurun jika limbah baglog telah mencapai titik jenuh penyerapan.

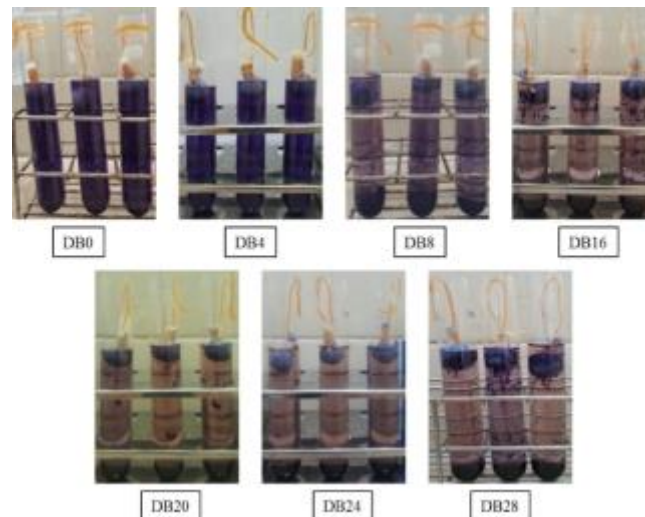
Secara visual, terjadi perubahan warna larutan dari biru elektrik menjadi jernih seiring bertambahnya waktu kontak. Waktu kontak selama 24 jam menghasilkan larutan yang paling jernih dibanding perlakuan waktu kontak lainnya. Zat warna *methylene blue* terakumulasi di permukaan larutan. Pada waktu kontak 28 jam, sebagian kecil zat warna *methylene blue* kembali turun ke dasar larutan. Hal ini dimungkinkan karena kemampuan degradasi limbah baglog jamur tiram telah mencapai titik jenuh (Gambar 2).



Gambar 2. Pengamatan visual dekolorisasi zat warna methylene blue oleh limbah baglog jamur tiram (*P. ostreatus*) pada perlakuan waktu kontak yang bervariasi

Larutan *direct blue* yang semula berwarna ungu pekat perlahan memudar menjadi jernih seiring bertambahnya waktu kontak. Larutan paling jernih juga diperoleh dari waktu kontak selama 24 jam.

Fenomena dekolorisasi yang terjadi berbeda dengan *methylene blue* dimana zat warna *direct blue* perlahan membentuk gumpalan-gumpalan kecil dan mengendap di dasar larutan. Pada waktu kontak 28 jam, sebagian kecil zat warna melayang di larutan. Hal ini juga diduga karena kemampuan degradasi limbah baglog jamur tiram telah mencapai titik jenuh (Gambar 3).



Gambar 3. Pengamatan visual dekolorisasi zat warna *direct blue* oleh limbah baglog jamur tiram (*P. ostreatus*) pada perlakuan waktu kontak yang

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa limbah baglog jamur tiram langsung dapat dimanfaatkan untuk proses dekolorisasi tanpa harus mengisolasi jamur yang terdapat di dalam baglog. Proses pencucian limbah baglog sebelum aplikasi dimaksudkan untuk mengurangi pengaruh terjadinya larutan berwarna kuning kecoklatan setelah proses dekolorisasi akibat warna yang terkandung pada kayu. Meskipun larutan menjadi jernih, larutan yang berwarna kuning/coklat secara estetika tidak enak dilihat dan masih dianggap tidak layak digunakan.

Pemanfaatan limbah baglog untuk dekolorisasi mungkin tergolong efektif karena limbah baglog mengandung tidak hanya miselium *P. ostreatus* tapi juga beberapa jenis jamur pelapuk putih (JPP) lainnya. Wulandari et al. (2013) mengidentifikasi 3 jenis jamur lainnya yang terdapat pada limbah baglog jamur tiram, diantaranya: *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. dan *Penicillium* sp. Yulita et al. (2013) mengisolasi *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. dari limbah baglog dan menguji kemampuan dekolorisasi masing-masing jamur termasuk *P. ostreatus*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ketiga jamur ini mampu mendekolorisasi limbah indigosol dimana jamur jenis *Penicillium* sp. menunjukkan performa terbaik. Oleh karena itu, dengan memanfaatkan limbah baglog maka memungkinkan terdapatnya minimal tiga jenis JPP yang bertindak sekaligus saat proses degradasi dan dekolorisasi.

Proses degradasi dan dekolorisasi larutan *methylene blue* dan *direct blue* tidak terlepas dari kinerja enzim-enzim lignolitik, diantaranya lakase, lignin peroksidase (LiP), dan Mn peroksidase (Wesenberg et al., 2003). Chacko & Subramaniam (2011) merangkum mekanisme enzim-enzim ini dalam mendegradasi zat pewarna azo. Lakase mendegradasi dengan cara mengoksidasi senyawa-senyawa phenol pada zat pewarna azo. LiP dan MnP mempunyai mekanisme reaksi yang mirip yang dimulai dengan oksidasi enzim oleh hidrogen peroksida. LiP mengkatalisis proses oksidasi senyawa-senyawa aromatik non phenol sedangkan MnP mengoksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{3+} dimana Mn^{3+} bertanggung jawab dalam proses oksidasi banyak senyawa phenol. Proses degradasi ini memutus ikatan rantai pada zat pewarna menjadi lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan jamur (Swamy & Ramsay, 1999). Dengan begitu, zat warna perlahan terakumulasi pada satu bagian dan larutan perlahan menjadi jernih sehingga nilai adsorbansi yang terukur pun menurun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Ibu Ida Farida dan Sdri Yusdiana Putri atas sumbangsihnya dalam penelitian ini. Terima kasih juga kami ucapkan kepada Bapak Tri Panji atas bimbingan dan masukannya selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebayo, E. A. & Oloke, J. K. (2017). Oyster Mushroom (*Pleurotus* Species); a Natural Functional Food. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7(3), 254–264.
- Aquinas, T. (2019). Suburnya Bisnis Budidaya Jamur Tiram yang Berpotensi Meningkatkan. Retrieved April 15, 2019, from <https://preneur.trubus.id/baca/26087/suburnya-bisnis-budidaya-jamur-tiram-yang-berpotensi-meningkat>
- Doble, M. & Kumar, A. (2005). Degradation of Dyes. *Biotreatment of Industrial Effluents*, 111–122.
- Faraco, V., Pezzella, C., Miele, A., Giardina, P. & Sannia, G. (2009). Bio-remediation of colored industrial wastewaters by the white-rot fungi *Phanerochaete chrysosporium* and *Pleurotus ostreatus* and their enzymes. *Biodegradation*, 20(2), 209–220.
- Hatakka, A. (1994). Lignin-Modifying Enzymes from Selected White-Rot Fungi: Production and Role from in Lignin Degradation. *FEMS Microbiology Reviews*, 13(2–3), 125–135.
- Kim, Y. R., Yettella, R. R., Kim, Y. S., Hah, C. K., Park, C. W., Ha, Y. L. & Min, D. B. (2011). Meaty Flavour Compounds Formation from The Submerged Liquid Culture of *Pleurotus ostreatus*. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(12), 2538–2543.
- Si, L., Wei, Y., Chenglong, C., Yanbo, W. & Shuangchun, Y. (2013). Research Progress of The Physical and Chemical Treatment of Dye Wastewater 2 Research Progress of The Physical and. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(5), 2010–2012.
- Singh, M. P., Vishwakarma, S. K. & Srivastava, A. K. (2013). Bioremediation of Direct Blue 14 and Extracellular Ligninolytic Enzyme Production by White Rot Fungi: *Pleurotus* Spp. *BioMed Research International*, 1–4.
- Sorta, R. T., Lestari, S. & Dewi, R. S. (2012). Deodorisasi Beberapa Macam Limbah Cair Batik Menggunakan Limbah Baglog *Pleurotus ostreatus* dengan Waktu Inkubasi Berbeda. *Biosfera*, 29(3), 136–140.
- Swamy, J. & Ramsay, J. (1999). The Evaluation of White Rot Fungi in The Decoloration of Textile Dyes. *Enzyme and Microbial Technology*, 24(3–4), 130–137.
- Triyanto, K. (2018). Mengolah Limbah Baglog Jamur Tiram Menjadi Produk Baru-Kabartani. Retrieved April 15, 2019, from <https://kabartani.com/mengolah-limbah-baglog-jamur-tiram-menjadi-produk-baru.html>
- Wesenberg, D., Kyriakides, I. & Agathos, S. N. (2003). White-Rot Fungi and Their Enzymes for the Treatment of Industrial Dye Effluents. *Biotechnology Advances*, 22(1–2), 161–187.
- Wulandari, F. Y., Ratnaningtyas, N. I. & Dewi, R. S. (2014). Dekolorisasi Limbah Batik Menggunakan Limbah Medium Tanam *Pleurotus ostreatus* Pada Waktu Inkubasi Yang Berbeda. *Scripta Biologica*, 1(1), 73.
- Yulita, A., Lestari, S., & Dewi, R. S. (2013). Dekolorisasi Limbah Cair Batik Menggunakan Miselium Jamur yang Diisolasi dari Limbah Baglog *Pleurotus ostreatus*. *Biosfera*, 30(2), 90–95.

POTENSI TEPUNG *Lemna* sp. SEBAGAI SUMBER XANTOFIL ALAMI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS WARNA IKAN MAS KOKI (*Carassius auratus*)

Ujang Subhan¹, Aldwin Rahadian Nandang², Isni Nuruhwati³, Rosidah⁴, Ismayanti⁵

^{1, 2, 3, 4}Program Studi Perikanan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung – Sumedang Km 21, Jatinangor 40600
e-mail: ¹usubfish@gmail.com, ²aldwin.rahadian@gmail.com, ³isni@unpad.ac.id,
⁴ros_ahdi@yahoo.com, ⁵ismayanticbn@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan tepung *Lemna* sp. dan menentukan pemberian terbaik penambahan tepung *Lemna* sp. dalam pakan buatan terhadap tingkat kualitas warna ikan Mas Koki. Penelitian ini dilakukan pada 10 April 2017 hingga 14 Juni 2017 di Laboratorium Basah dan Kolam Percobaan Ciparanje Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran. Pengeringan *Lemna* sp. yang dijadikan tepung menggunakan pengeringan beku (*freeze dry*). Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental dengan 5 perlakuan yaitu, kontrol, penambahan 4 %, 5 %, 6 % dan 7 % tepung *Lemna* sp. dalam 100 g pakan buatan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan perlakuan selama 40 hari. Parameter yang diamati yaitu tingkat perubahan warna, kelangsungan hidup, pertumbuhan dan kualitas air. Hasil pengamatan warna diuji menggunakan metode Kruskal-Wallis, kelangsungan hidup dan pertumbuhan menggunakan analisis sidik ragam dengan uji *F* dan data kualitas air dianalisis secara deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan peningkatan warna terbaik dihasilkan oleh perlakuan dengan penambahan 4 % tepung *Lemna* sp. dalam 100 g pakan dengan warna akhir oranye dengan kode Toca Colour 0905.

Kata Kunci: *freeze dry*, mas koki, tepung *lemnal*, warna, xantofil

PENDAHULUAN

Ikan mas koki merupakan jenis ikan hias yang cukup populer terutama di kalangan *hobiis*. Warna yang indah akan memberikan nilai jual terhadap ikan tersebut, hal ini yang melatar belakangi pembudidaya memperhatikan asupan gizi yang mengandung pigmen warna. Penambahan bahan pewarnaan (karotenoid) pada pakan merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan oleh pembudidaya dalam menyiasati warna pada ikan hias.

Ada beberapa jenis sumber karotenoid di alam, namun jenis yang paling efektif dan dominan untuk pewarnaan pada ikan adalah karotenoid dari kelas xantofil jenis *astaxanthin* (Lesmana & Sugito 1997). Xantofil merupakan kelompok besar karotenoid yang mengandung oksigen dan hidroksil (Latscha, 1990). Menurut Lesmana (2002) tanaman merupakan organisme yang kaya dan sekaligus tempat karoten disimpan. *Lemna* sp. mengandung *xanthophyll* sebanyak 800-1100 ppm, protein sebanyak 35-40% dan serat berkisar antara 7-14% (Journey et al., 1991). Hasil analisis proksimat Zidni et al. (2016) menunjukkan bahwa *Lemna* sp. segar memiliki kandungan protein kasar sebesar 13,22 % dan serat kasar 20,08%. Untuk menurunkan kandungan serat pada tanaman *Lemna* sp. dilakukan proses pengeringan dengan system *freeze dry*. *Freeze dry* merupakan proses pembekuan yang dilanjutkan dengan proses pengeringan tanpa melalui fase cair dan fase yang terjadi adalah sublimasi (Roselliana et al., 2013). Menurut Yulvianti et al. (2015), serat yang terkandung dalam ampas kelapa dapat diturunkan sebesar 3,3%-3,5%. Selain itu performa tepung hasil *freedry* memiliki nilai organoleptik (tekstur, warna, aroma) yang baik dan kadar air kecil (9.68%) (Astuti, 2009).

Sudah banyak sumber karoten yang digunakan untuk perbaikan warna seperti *Spirulina* sp., tetapi harganya relatif tinggi. Tanaman *Lemna* sp. merupakan salah satu tanaman air yang memiliki kandungan pigmen xantofil atau pigmen dengan harga yang sangat murah, pertumbuhan yang cepat dan ketersediaan di alam yang cukup melimpah. Oleh karena itu tepung *Lemna* sp hasil *freeze dry*. dapat digunakan sebagai bahan pakan tambahan ikan untuk meningkatkan kualitas warna, karena memiliki kandungan beta-karoten (Susanna et al., 2007). Penambahan xantofil dengan konsentrasi 20-60mg/kg pakan sudah mampu mempengaruhi pembentukan warna pada tubuh ikan (Afrianto &

Liviawaty (2005). Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efisien dan efektif dalam perbaikan warna ikan mas koki.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di *Hatchery* Ciparanje Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran. Penelitian dilakukan dari tanggal 10 April 2017 hingga 14 Juni 2017. Bahan penelitian yang digunakan adalah ikan mas koki varietas oranda yang didapatkan dari petani di daerah Cimalaka, Sumedang. Pakan buatan yang digunakan adalah pakan dengan kandungan protein sebesar 39-41%. Tepung *Lemna* sp. yang digunakan adalah tepung *Lemna* sp. yang dikeringkan dengan metode *freeze dry* dan pengikat antara pakan dengan tepung *Lemna* sp. adalah CMC komersial. Alat-alat yang digunakan selama penelitian adalah timbangan digital dengan ketelitian 0,1 g untuk menimbang pakan yang diberikan, akuarium berukuran 20x40x40 cm³, bak semen dengan ukuran 1x1x2 m³, pH meter, DO meter, *Toca Colour Finder*, serokan ikan, selang aerasi, batu aerasi dan kamera.

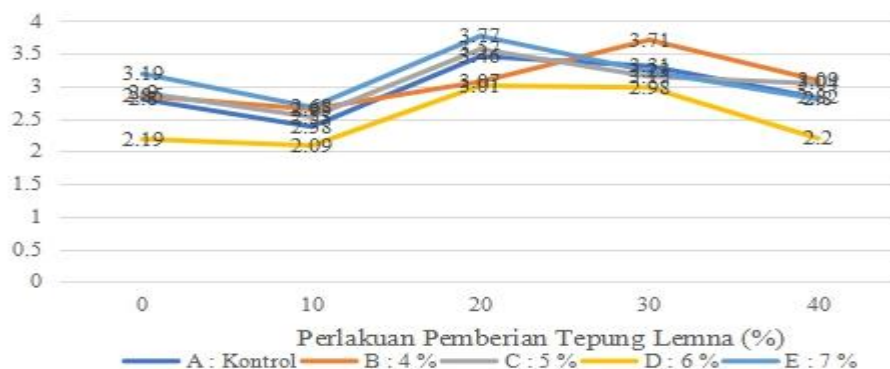
Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) lima kombinasi perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Perlakuan yang digunakan adalah :kontrol, penambahan tepung *Lemna* sp. sebanyak 4%, 5%, 6% dan 7% tepung *Lemna* sp. dalam 100 g pakan buatan. Penelitian dimulai dengan persiapan penelitian yang meliputi pencucian akuarium, pemasangan batu dan selang aerasi, pembuatan tepung *Lemna* sp., pencampuran pakan buatan dengan tepung *Lemna* sp., persiapan ikan uji dan pemberian pakan uji. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah tingkat perubahan warna dan kualitas air.

Tingkat perubahan warna pada ikan uji diamati selama 10 hari sekali oleh tiga orang panelis yang tidak buta warna. Pengamatan dilakukan dengan cara membandingkan warna tubuh ikan dengan warna yang ada pada *Toca Colour Finder* yang telah diberikan skor 1 hingga 5. Skor yang diberikan didasarkan oleh mutase warna yaitu hijau, hijau kehitaman, hitam kekuningan, kuning dan oranye. Data peningkatan nilai warna dari setiap perlakuan dianalisis menggunakan uji satu arah Kruskal-Wallis dan secara deskriptif, kemudian apabila terdapat perbedaan antar perlakuan dilakukan perbandingan berganda dengan uji Z dengan taraf kepercayaan 95% dan data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Perubahan Warna

Warna ikan koki pada hari ke 0 berkisar antara 2,10 hingga 3,19 dengan skor dominan adalah 2 atau hijau kehitaman (Gambar 1). Memasuki hari ke 10 masa pemeliharaan terjadi penurunan nilai rata-rata warna pada tubuh ikan pada setiap perlakuan berturut-turut 2,38, 2,65, 2,53, 2,09 dan 2,68 dengan skor warna dominan 2. Penurunan warna ini disebabkan karena ikan masih dalam masa penyerapan karoten yang diberikan dalam pakan buatan. Menurut Lesmana (2002) penyerapan karoten pada ikan hias akan terlihat hasilnya setelah 14 hari masa pemeliharaan.



Gambar 1. Perubahan Nilai Pada Tubuh Ikan Mas Koki

Memasuki hari ke 20 pemberian pakan dengan penambahan tepung *Lemna* sp. menunjukkan kenaikan nilai warna di tubuh ikan pada tiap perlakuan yakni A, B, C, D dan E. Pada perlakuan A nilai warna rata-rata pada tubuh ikan meningkat dari 2,38 menjadi 3,46 dengan skor yang paling muncul adalah 4. Pada perlakuan B skor rata-rata pada tubuh ikan meningkat dari 2,65 menjadi 3,07 pada hari ke 20 dengan skor yang paling sering muncul adalah 1. Pada perlakuan C nilai warna pada tubuh ikan naik dari 2,53 menjadi 3,57 dengan skor yang paling sering muncul adalah 3. Perlakuan D naik dari 2,09 menjadi 3,01 dan perlakuan E naik dari 2,68 menjadi 3,77 dengan skor yang paling muncul sama dengan perlakuan D, yaitu 3.

Pengamatan yang dilakukan pada hari ke 30 menunjukkan adanya kenaikan pada perlakuan B saja sedangkan pada perlakuan A, C, D dan E mengalami penurunan. Kenaikan skor warna paling tinggi pada pengamatan di hari ke 30 ini terdapat pada perlakuan B. Perlakuan B meningkat dari 3,07 menjadi 3,71, penurunan skor yang cukup signifikan juga terjadi pada perlakuan E yang pada hari ke 20 mendapat skor 3,77 menjadi 3,23 pada hari ke 30. Nilai warna pada benih mas koki selama 40 hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Warna Pada Benih Ikan Mas Koki Selama 40 hari.

Perlakuan	Peningkatan Nilai Warna	
	Tubuh	
A (Kontrol)	0,02ab	
B (4% T. <i>Lemna</i> sp.)	0,24b	
C (5% T. <i>Lemna</i> sp.)	0,24b	
D (6% T. <i>Lemna</i> sp.)	0,01ab	
E (7% T. <i>Lemna</i> sp.)	-0,39a	

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata secara vertikal berdasarkan uji Z, dengan tingkat kepercayaan 95%.

Pada Tabel 1 dapat dilihat peningkatan nilai warna setiap perlakuan selama 40 hari. Peningkatan warna pada tubuh ikan ini dipengaruhi oleh kemampuan menyerap karoten yang didapatkan dari pakan yang diberikan. Peningkatan penyerapan tertinggi terjadi pada perlakuan B (4%) dan perlakuan C (5%) yang mencapai 0,24 pada bagian tubuh ikan dan memiliki nilai warna oranye di akhir masa pengamatan paling tinggi yaitu 5. Hasil yang didapatkan selama 40 hari masa penelitian dapat disimpulkan bahwa batas pemberian tepung *Lemna* sp. dalam pakan adalah 5% karena apabila melebihi batas tersebut perubahan warna yang kurang maksimal. Hal ini sejalan dengan pernyataan Satyani et al. (1992) dalam Kurniawati et al. (2012) mengungkapkan bahwa penambahan karotenoid ke dalam pakan ikan memiliki batas maksimal, apabila karotenoid yang ditambahkan berlebihan pada titik tertentu tidak akan memberikan perubahan warna ke arah yang lebih baik bahkan mungkin akan menurunkan nilai warna. Ikan mas koki yang memiliki skor 5 dapat warna dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ikan Mas Koki dengan Skor 5 (Toca Colour 0905)

Kenaikan dan penurunan nilai ini dipengaruhi oleh berbagai macam faktor diantaranya adalah letak penyebaran sel pigmen kromatofor, jenis xantofil yang terdapat dalam *Lemna* sp. dan jenis pigmen serta kemampuan ikan dalam mencerna dosis yang diberikan. Menurut Sari et al. (2012) sel pigmen kromatofor yang terdapat pada ikan tidak selalu terletak pada tempat yang sama, apabila sel pigmen kromatofor berkumpul didekat nukleus akan menyebabkan penurunan warna tubuh sehingga warna pada ikan seakan-akan lebih gelap dan memudar. Jenis xantofil mempengaruhi penyerapan dalam tubuh ikan, terdapat 2 jenis xantofil yang ada yaitu xantofil yang terikat dalam lemak dan yang tidak terikat dengan lemak. Xantofil yang terikat dalam lemak akan lebih banyak tersimpan dibawah kulit sedangkan xantofil yang tidak terikat dalam lemak akan lebih banyak tersimpan di daging (Sukarman & Hirnawati, 2014).

Hasil penelitian Budi et al. (2013) penggunaan ekstrak cabai merah pada ikan cupang (*Betta splendens*) mengalami penurunan pada minggu ke 3 dan kembali naik pada minggu ke 4 lalu mengalami penurunan pada minggu ke 5, kebutuhan ikan terhadap sumber pigmen harus disesuaikan dengan jumlah dan waktu yang dibutuhkan untuk penyerapan dalam proses metabolisme. Kurniawati et al. (2012) menyatakan bahwa pigmentasi pada ikan dipengaruhi oleh hormon dan system syaraf pusat. Kelenjar pituitary menghasilkan *Melanin Dispersing Hormone* (MDH) yang mempengaruhi pemudaran warna dan *Melanin Aggregating Hormone* (MAH) yang mempengaruhi pemunculan warna. Hormon memiliki batas kemampuan dalam bekerja, pemberian sumber pigmen yang berlebih dapat menurunkan kerja hormon.

Kualitas Air

Kualitas air yang diukur pada penelitian ini adalah pH, suhu dan oksigen terlarut. Pengukuran kualitas air ini dilakukan pada awal, tengah dan akhir masa penelitian (Tabel 2). Nilai kualitas air media pemeliharaan selama penelitian masih mendukung untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan koki.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Perlakuan	Parameter Yang Diamati		
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)
A (Kontrol)	26,4-27,9	7,89-8,57	6,5-7,4
B (4 %)	26,7-27,9	7,85-8,63	5,7-6,7
C (5 %)	26,7-28,1	7,88-8,56	5,5-7,6
D (6 %)	26,5-27,4	7,9-8,54	5,8-7,6
E (7 %)	26,6-28,1	7,82-8,51	6-7,3
Optimal	25-32	5,5-9,0	5-7
	Bachtiar, (2002)	Svobodova et al. (1993)	Svobodova et al. (1993)

Menurut Bachtiar (2002) suhu yang baik untuk mendukung kehidupan ikan hias berkisar 25°C-32°C. Artinya suhu selama masa penelitian sudah cukup untuk mendukung kehidupan mas koki yang dipelihara. Svobodova et al. (1993) menyatakan bahwa keluarga ikan dari golongan *Cyprinidae* dapat hidup dengan pH paling rendah 5 dan paling tinggi 10,8, apabila pH lebih rendah dari 5 dan lebih tinggi dari 10,8 dapat menyebabkan kematian. Oksigen terlarut (DO) yang dihasilkan dalam pengukuran selama penelitian memiliki nilai paling rendah 5,5 dan paling tinggi adalah 7,6. Oksigen terlarut selama penelitian sudah mencukupi kebutuhan untuk ikan mas koki karena kebutuhan ikan dari golongan *Cyprinidae* akan oksigen terlarut juga tidak terlalu tinggi antara 6-8 mg/L (Svobodova et al. 1993).

KESIMPULAN

Penambahan tepung *Lemna* sp. dalam pakan berpengaruh terhadap peningkatan kualitas warna pada tubuh ikan mas koki (*Carrasius auratus*) dan Penambahan tepung *Lemna* sp. sebanyak 4 % dalam 100 gram pakan buatan menghasilkan peningkatan warna oranye terbaik dengan kode *Toca Colour* 0905.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada tim peneliti atas kerjasamanya khususnya kepada saudara Aldwin Rahadian Tandang yang telah membantu mengerjakan penelitian dengan dedikasi dan disiplin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E. & Liviawaty, E. (2005). *Pakan Ikan dan Perkembangannya*. Jakarta: Kanisius.
- Astuti, S. M. (2009). Teknik Pengaturan Suhu dan Waktu Pengeringan Beku Bawang Daun (*Allium fistulosum* L.). *Buletin Teknik Pertanian*, 14(1), 17-22.
- Bachtiar, Y. (2002). *Mencemerlangkan Warna Koi*. Bogor: Agromedia Pustaka.
- Budi, S. R., Intan, N., Leko & Tantu, A. G. (2013). Pengaruh Ekstrak Cabe Merah *Capasicum annum* Terhadap Pigmentasi, Kadar Leukosit dan Pertumbuhan Ikan Cupang *Betta splendens* pada Dosis Yang Berbeda. *Konfrensi Akuakultur Indonesia 2013*. Makassar. Hal 301-307.
- Journey, W. K., Skillicorn, P. & Spira, W. (1993). *Duckweed Aquaculture: A New Aquatic Farming System for Developing Countries*. Washington DC: World Bank.
- Kurniawati, I. & Subhan, U. (2012). Pengaruh Penambahan Tepung Spirulina platensis Pada Pakan Terhadap Peningkatan Warna Lobster Air Tawar Huna Merah. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3), 157-161.
- Latscha, T. (1990). *Carotenoids Their Nature and Significance in Animal Feeds*. Switzerland: F. Hoffman-La Roche Ltd.
- Lesmana, D. S. & Sugito, S. (1997). *Astaxanthin Sebagai Suplemen Pakan Untuk Peningkatan Warna Ikan Hias*. *Warta Penelitian Perikan Indonesia*, 3(1), 6-8.
- Lesmana, D. S. (2002). *Agar Ikan Hias Cemerlang*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Roselliana, A., Suhandar, Jakaria & Suharmadi. (2013). Uji Fungsi Freeze Dryer Radiofarmaka. *Prosiding Seminar Penelitian Dan Pengelolaan Perangkat Nuklir*. BATAN. Yogyakarta.
- Sari, N. P., Santoso, L. & Hulaidah, S. (2012). Pengaruh Penambahan Tepung Kepala Udang Dalam Pakan Terhadap Pigmentasi Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Jenis Kohaku. *e-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1), 31-38.
- Satyani, D., Sumastri, S. & Komarudin, O. (1992). Peningkatan Kualitas Warna Ikan Botia Dengan Astaxanthin Dalam Pakan Buatan. *Prosiding Seminar Hasil Perikanan Air Tawar 1992/1993*.
- Sukarman & Hirnawati, R. Alternatif Karotenoid Sintesi (Astaxantin) Untuk Meningkatkan Kualitas Warna Ikan Koki (*Carrasius auratus*). *Widyariset*, 17(3), 333-342.
- Susanna, D., Zakianis, E., Hermawati & Adi, H. K. (2007). *Pemanfaatan Spirulina platensis sebagai Suplemen Protein Sel Tunggal (PST) Mencit (Mus musculus)*. *Makara Kesehatan*, 11(1), 44-49.
- Svobodova, Z., Lloyd, R., Machova J. & Vykusova, B. (1993). *Water Quality and Fish Health*. EIFAC TECHNICAL PAPER 54. FAO. Rome.
- Yulvianti, M., Ernayati, W. E., Tarsono & Alfian R. M. (2015). Pemanfaatan Ampas Kelapa Sebagai Bahan Baku Tepung Kelapa Tinggi Serat Dengan Metode Freeze Drying. *Jurnal Intergrasi*, 5(2), 101-107
- Zidni, I, Iskandar & Andriani, Y. (2016). Fermentasi *Lemna* sp. Sebagai Bahan Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Penyediaan Sumber Protein Hewani Bagi Masyarakat. *Prosiding Seminar Nasional*. Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran.

**KAJIAN INTERVAL 2 HARI IRIGASI TERHADAP BUDIDAYA JAGUNG MANIS
(*Zea mays sacaratha sturt L.*) PADA MUSIM KEMARAU**

Dian Ayu Lestari*¹, Nurpilihan Bafdal², Dwi Rustam Kendarto³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran,
Jl. Raya Bandung - Sumedang Km. 21 Jatinangor 43563
e-mail: *¹dianayulestari96@gmail.com; ²nurpillihanbafdal@yahoo.com;
³dwi.r.kendarto@unpad.ac.id

Abstrak. Ketersediaan air irigasi di musim kemarau memiliki jumlah terbatas, oleh karena itu dapat diterapkan teknologi pemanenan air limpasan permukaan (*run off*). Interval waktu pemberian air irigasi diperlukan agar ketersediaan air dapat mencukupi kebutuhan air irigasi. Kebutuhan air irigasi dapat diprediksi menggunakan aplikasi Cropwat 8.0. Namun, melihat iklim tak tentu dan kondisi lahan dengan ketersediaan air terbatas, aplikasi ini belum tentu dapat diterapkan di lahan. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji interval 2 hari pemberian air irigasi secara aktual hasil pemanenan air limpasan terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung manis, dan mengkaji prediksi kebutuhan air irigasi menggunakan Cropwat 8.0. Lokasi penelitian adalah area lahan kering di Jatinangor. Hasil pemberian air irigasi aktual dan prediksi Cropwat 8.0. dianalisis menggunakan root mean square error (RMSE) dan koefisien korelasi. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata tinggi tanaman 162,829 cm, rata-rata jumlah daun 12 helai, dan produktivitas tanaman 7,136 ton/ha. Pemberian air irigasi dengan interval 2 hari memberikan hasil yang kurang optimal. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pemberian air irigasi aktual dan prediksi Cropwat 8.0. mempunyai RMSE 2325,739 dan koefisien korelasi 0,667. Hal ini menunjukkan bahwa Cropwat 8.0 dapat diterapkan di lahan penelitian.

Kata kunci: Cropwat 8.0, interval 2-hari, jagung manis

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis dengan dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Curah hujan yang tinggi pada musim hujan berdampak baik pada kegiatan pertanian karena ketersediaan air untuk irigasi berlimpah. Sedangkan, pada musim kemarau curah hujan cukup rendah, sehingga terjadi kekurangan air untuk irigasi. Kekurangan air di musim kemarau mengakibatkan terbatasnya kegiatan pertanian, terutama pada lahan yang hanya bergantung pada curah hujan. Berdasarkan kendala tersebut, menurut Bafdal et al. (2014), sumber air yang sangat mungkin dikembangkan adalah menggunakan teknologi pemanenan air hujan dan teknologi pengelolaan air limpasan (*run off*) terutama pada musim hujan demi memenuhi kebutuhan air irigasi di musim kemarau.

Pemanenan air limpasan merupakan metode untuk mendorong, mengumpulkan, menyimpan, dan melestarikan limpasan permukaan untuk pertanian (Boers & Ben-Asher, 1982 dalam Salazar & Casanova, 2010). Irigasi adalah proses memberikan air pada tanaman untuk memenuhi kebutuhan air tanaman (Wirosoedarmo, 2010). Keterbatasan air di musim kemarau mengakibatkan perlu dilakukannya penjadwalan irigasi dengan memilih interval waktu sebagai usaha untuk memenuhi kebutuhan air sesuai dengan ketersediaan air. Menurut Hamdani (2015), pada musim kemarau interval 2 hari pemberian air pada tanaman jagung manis memberikan produktivitas yang lebih baik dibandingkan dengan interval 4 hari, selisih produktivitasnya mencapai 6,786 ton/hektar.

Kebutuhan air dapat diprediksi menggunakan aplikasi berbasis *windows*, yaitu Cropwat 8.0. Aplikasi tersebut merupakan suatu program yang dikembangkan FAO. Menurut Adriana & Cuculeanu (1999) dalam Naik et al. (2015), Cropwat 8.0 menggunakan metode Penman-Monteith dalam perhitungan evapotranspirasi tanaman, perangkat lunak ini memungkinkan pengembangan rekomendasi perencanaan jadwal irigasi, dan penilaian produksi dalam kondisi tadah hujan. Namun, melihat kondisi lahan dengan terbatasnya ketersediaan air dan iklim yang tak menentu, kebutuhan air irigasi prediksi Cropwat 8.0 belum tentu dapat diterapkan di lahan.

Jagung manis (*Zea mays sacaratha Sturt. L.*), merupakan salah satu komoditas yang memiliki adaptasi yang baik, dapat ditanam pada lahan kering dan lahan basah dengan tipe iklim berbeda. Tanaman jagung manis dapat beradaptasi dengan kondisi iklim pada daerah 58°LU-40°LS dengan ketinggian mencapai 3000 m di atas permukaan laut, dan dapat tumbuh hampir di semua tipe tanah dengan pengairan yang baik (Syukur & Rifianto, 2013). Masa pertumbuhan tanaman ini terbilang cepat, kurang lebih 60-150 hari. Menurut Supriadi et al. (2014), dalam 1 tahun, lahan dapat ditanami jagung manis sebanyak 3 kali. Namun, karena kurangnya ketersediaan air pada musim kemarau, petani menanam tanaman jagung manis 1 kali dalam setahun. Menurut Aldila (2013), ancaman terbesar tanaman jagung manis pada musim kemarau adalah kekeringan dan suhu tinggi. Kekeringan menyebabkan banyak tanaman jagung manis gagal berkecambah, tanaman tidak berbuah, bahkan mati. Hal ini terjadi karena pemberian air irigasi tidak dilakukan secara rutin terhadap tanaman jagung manis. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pemberian air irigasi dengan interval 2 hari, di mana sumber air irigasi berasal dari hasil pemanenan air limpasan, untuk mengetahui cukup tidaknya air limpasan yang dipanen dalam kolam tampungan memenuhi kebutuhan air irigasi selama musim tanam dan pengaruh interval 2 hari pemberian irigasi terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman jagung manis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2018–Februari 2019. Bertempat di Lahan Percobaan dan Penelitian FTIP Ciparanje, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, dengan luas lahan 413,075 m². Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif analisis, yaitu suatu metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2008). Penelitian ini mengkaji pemberian air irigasi hasil pemanenan air limpasan dengan interval 2 hari dan prediksi kebutuhan air menggunakan Cropwat 8.0 terhadap tanaman jagung manis (*Zea mays sacaratha Sturt L.*) pada musim kemarau, serta mengkaji pengaruh irigasi interval 2 hari terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis yang dilakukan di lahan percobaan dan penelitian Ciparanje, Jatinangor, Kabupaten Sumedang. Sampel tanaman yang diamati dipilih menggunakan metode pengambilan acak sederhana (*simple random sampling*). Tanaman sampel yang diambil sebanyak 19%, yaitu 70 tanaman dari 368 tanaman.

Alat yang digunakan untuk penelitian, yaitu alat tulis, cangkul, *current meter*, gayung, *handphone*, kolam tampungan, laptop *Intel Pentium Quad Core N5000*, RAM 4 GB, OS *Windows 10*, meteran, perangkat lunak *Cropwat 8.0 for windows 64 bit*, *sprayer*, tali raffia dan timbangan. Bahan yang digunakan untuk penelitian, yaitu bahan untuk penanaman tanaman jagung manis, (antracol 250 g, benih Talenta F1 Hibrida, furadan 1 kg, regent 250 ml, pupuk phonska 25 kg, urea 25 kg, KCl 10 kg, dan KSP 25 kg, pupuk kandang, shooter 865 SL), data rekaman klimatologi bulanan 10 (sepuluh) tahun terakhir 2008–2017, data tanah lahan Ciparanje dan data tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan Efektif

Data curah hujan harian yang digunakan merupakan data dari tahun 2008 hingga 2017. Data curah hujan ini digunakan sebagai data masukan dalam aplikasi Cropwat 8.0 untuk menghitung curah hujan efektif.

Tabel 1. Data curah hujan efektif di lokasi penelitian

Bulan	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan Efektif (mm)
Januari	199,15	135,7
Februari	231,2	145,7
Maret	349,65	160
April	208,75	139
Mei	119,95	97
Juni	73,3	64,7
Juli	35,05	33,1
Agustus	27,9	26,7
September	53,3	48,8
Oktober	128,95	102,4
November	332,25	158,2
Desember	330	158
Total	2089,9	1269,3

Pada tabel 1 dapat terlihat bahwa rata-rata dalam satu tahun di lokasi penelitian mengalami 3 bulan kering (curah hujan < 60 mm/bulan), 1 bulan lembab (curah hujan 60 sampai 100 mm/bulan), dan 8 bulan basah (curah hujan > 100 mm/bulan). Bulan kering rata-rata dimulai dari bulan Juli hingga September, bulan lembab pada bulan Juni, dan bulan basah rata-rata dimulai dari bulan Oktober hingga bulan Mei. Penanaman tanaman jagung manis dilakukan pada akhir bulan Mei hingga Agustus, yaitu pada bulan lembab dan bulan kering. Total curah hujan selama setahun sebesar 2089,9 mm dengan curah hujan efektif 1269,3 mm.

Analisis Evapotranspirasi Potensial (ET_o)

Evapotranspirasi potensial ini digunakan dalam menentukan kebutuhan air tanaman, di mana nilainya diperoleh dari hasil perhitungan Cropwat 8.0. Data klimatologi yang digunakan untuk perhitungan evapotranspirasi potensial merupakan data dari tahun 2008 hingga 2017.

Energi radiasi pada permukaan tanah dan evapotranspirasi potensial rata-rata mengalami fluktuasi setiap bulannya, namun tidak berbeda jauh. Selama penelitian dilakukan, evapotranspirasi potensial tertinggi terjadi pada bulan Agustus dengan 4,23 mm/hari dan energi radiasi 21,8 MJ/m²/hari. Semakin tinggi energi radiasi pada permukaan tanah, maka semakin tinggi pula evapotranspirasi potensial yang terjadi. Rata-rata nilai evapotranspirasi potensial sebesar 3,90 mm/hari (Tabel 2).

Tabel 2. Data evapotranspirasi potensial di lokasi penelitian

Bulan	Rad (MJ/m ² /hari)	ET _o (mm/hari)
Januari	19,2	3,83
Februari	18,6	3,72
Maret	18,4	3,68
April	20,1	3,93
Mei	19,0	3,7
Juni	18,1	3,5
Juli	19,2	3,69
Agustus	21,8	4,23
September	23,0	4,59
Oktober	21,2	4,33
November	19,3	3,88
Desember	18,9	3,78
Rata-rata	19,7	3,90

Analisis Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman dapat diperoleh dengan mengalikan evapotranspirasi potensial dengan koefisien tanaman. Koefisien tanaman untuk jagung manis yang digunakan mengacu pada *buku Manual Irrigation Modul 4: Crop Water Requirement and Irrigation Scheduling* yang dikeluarkan oleh Food and Agriculture Organization (2002). Kebutuhan air tanaman dapat diprediksi menggunakan Cropwat 8.0.

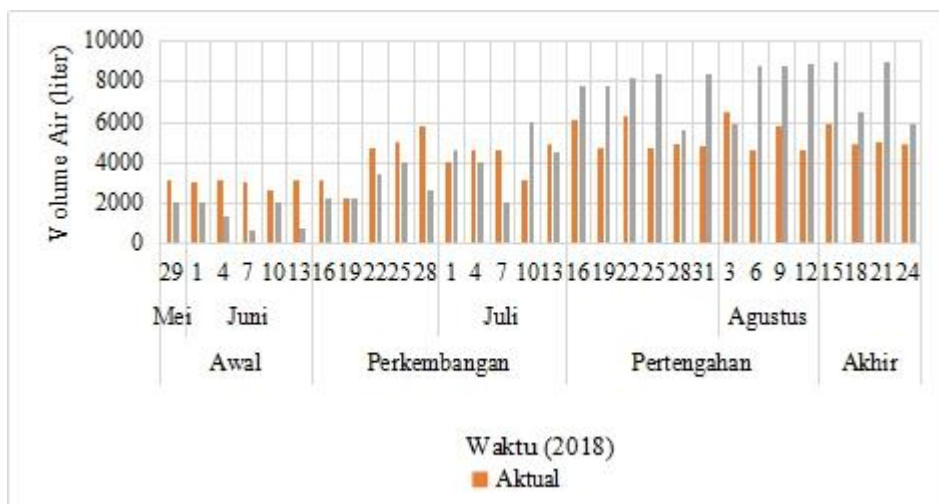
Tabel 3. Hasil prediksi kebutuhan air tanaman Cropwat 8.0

Bulan	Dekade	Fase	Kc koefisien	ETc (mm/hari)	ETc (mm/dek)	Eff rain (mm/dek)	Irr. Req. (mm/dek)
Mei	3	Awal	0,3	1,09	5,4	12,9	0
Juni	1	Awal	0,3	1,07	10,7	25,2	0
Juni	2	Perkembangan	0,34	1,2	12	21,6	0
Juni	3	Perkembangan	0,59	2,11	21,1	18,1	3
Juli	1	Perkembangan	0,87	3,16	31,6	13,8	17,8
Juli	2	Pertengahan	1,11	4,08	40,8	9,9	31
Juli	3	Pertengahan	1,13	4,39	48,3	9,6	38,7
Agustus	1	Pertengahan	1,13	4,6	4,6	8,8	37,2
Agustus	2	Akhir	1,12	4,73	47,3	7,6	39,7
Agustus	3	Akhir	1,06	4,61	32,3	6,7	21,8

Kebutuhan air tanaman pada fase awal hingga fase akhir pertumbuhan tanaman jagung manis terus meningkat (Tabel 3). Pada bulan Mei 3 hingga Juni 2, tidak membutuhkan air irigasi karena curah hujan efektif yang terjadi lebih besar dari kebutuhan air tanaman. Sedangkan pada bulan Juni 3 hingga Agustus 3, total curah hujan efektif yang terjadi lebih kecil dibandingkan kebutuhan air tanaman sehingga dibutuhkan air irigasi untuk mencegah tanaman dari cekaman kekurangan air.

Analisis Air Irigasi Aktual dan Prediksi Cropwat 8.0

Pemberian air irigasi perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman yang tidak terpenuhi oleh curah hujan efektif. Pada Cropwat 8.0 digunakan data irigasi kotor (*gross irrigation*) dalam membandingkan kebutuhan air irigasi hasil prediksi dengan air irigasi aktual.



Gambar 1. Grafik air irigasi aktual dan hasil prediksi Cropwat 8.0

Berdasarkan gambar 1, pada fase awal dan perkembangan, air irigasi yang diberikan secara aktual di lahan cenderung lebih banyak dibandingkan air irigasi hasil prediksi Cropwat 8.0. Sedangkan pada fase pertengahan hingga fase akhir, air irigasi yang diberikan cenderung lebih sedikit dibandingkan air irigasi hasil prediksi Cropwat 8.0. Berdasarkan kondisi aktual, apabila pemberian air irigasi di fase pertengahan hingga fase akhir dengan jumlah air mengikuti kebutuhan air irigasi prediksi Cropwat 8.0, akan banyak air yang terbuang akibat limpasan permukaan dan tanah di antara guludan sudah cukup tergenang. Sedangkan di fase awal membutuhkan air irigasi lebih banyak dibandingkan hasil prediksi Cropwat 8.0 karena dengan volume tersebut semua tanaman jagung manis dapat terairi dengan baik.

Data penelitian menunjukkan bahwa jumlah total air irigasi hasil prediksi Cropwat 8.0 lebih banyak dibandingkan jumlah air irigasi yang diberikan secara aktual. Total air irigasi yang diberikan secara aktual dan hasil prediksi Cropwat 8.0 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil perbandingan air irigasi aktual dan prediksi Cropwat 8.0

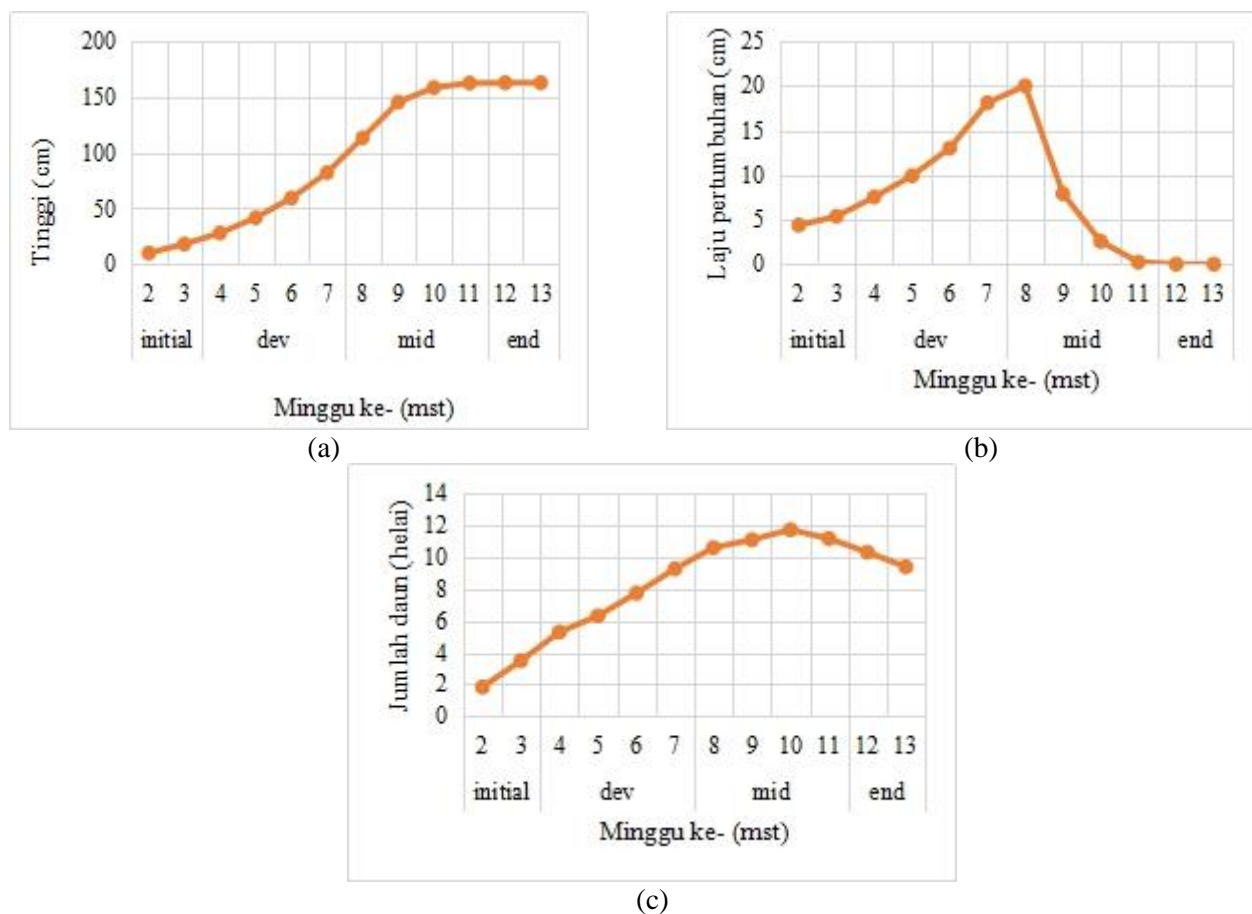
	Total Irigasi (liter)	RMSE	Koefisien Korelasi
Aktual	134173,3983	2325,739	0,667301
Cropwat 8.0	153663,9		

Berdasarkan tabel 4, selisih total air irigasi yang diberikan secara aktual di lahan dengan air irigasi yang dibutuhkan hasil prediksi Cropwat 8.0 sebanyak 19.490,5 liter. Kolam tampungan hasil pemanenan air limpasan dapat menampung air sebanyak 196.270 liter. Air yang tertampung pada kolam dapat memenuhi kebutuhan air irigasi selama musim tanam di musim kemarau.

Kesalahan akar kuadrat rata-rata menunjukkan nilai yang besar karena nilai total irigasi juga besar. Hasil perhitungan menunjukkan perbandingan antara air irigasi aktual dan air irigasi prediksi Cropwat 8.0 memiliki kesalahan akar kuadrat rata-rata sebesar 2325,739. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa data hasil Cropwat 8.0 memiliki hubungan yang kuat dengan data pemberian air irigasi aktual, dengan koefisien korelasi 0,667301. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Cropwat 8.0 dapat diterapkan di lahan penelitian.

Pengamatan Pertumbuhan Jagung Manis

Tanaman jagung manis dengan pemberian air irigasi interval 2 hari menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik.



Gambar 2. Grafik rata-rata pertumbuhan tinggi (a), laju pertumbuhan (b), dan jumlah daun (c) tanaman jagung manis setiap minggu

Grafik pada gambar 2(a) menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman jagung manis tampak normal. Pola grafik menyerupai huruf “S” atau menunjukkan bentuk kurva sigmoid. Rata-rata tinggi tanaman jagung manis 162,8 cm, dengan tanaman jagung manis tertinggi mencapai 179,8 cm dan paling rendah 128,2 cm. Berdasarkan grafik laju pertumbuhan (gambar 2(b)), pada fase akhir, yaitu minggu ke-11, laju pertumbuhan rata-rata tanaman berhenti karena tanaman jagung manis telah berhenti masa pertumbuhan vegetatifnya. Pada gambar 2(c) menunjukkan bahwa pada minggu ke-11

hingga ke-13 setelah tanam, rata-rata jumlah daun tidak lagi bertambah karena memasuki masa akhir. Pengurangan jumlah daun disebabkan daun paling bawah layu dan mati. Rata-rata jumlah daun maksimal sebanyak 12 helai.

Fase vegetatif pada tanaman jagung manis berhenti saat tanaman telah berbunga jantan (*tasseling*) sebelum munculnya rambut dari dalam tongkol (*silking*). Selanjutnya tanaman jagung manis memasuki fase generatif, di mana serbuk sari pada bunga jantan mulai dilepas dan menyentuh permukaan rambut tongkol (Tabel 5).

Tabel 5. Rata-rata muncul bunga jantan dan betina tanaman jagung manis

Parameter	Rata-Rata Hari (hst)
Muncul Bunga Jantan	59
Bunga Jantan Mekar	62
Muncul Rambut	64

Rata-rata bunga jantan muncul pada hari ke-59 setelah tanam. Rata-rata bunga jantan mulai mekar (*tasseling*) 3 hari kemudian, yaitu pada hari ke-62 setelah tanam. Selanjutnya 2 hari setelah bunga jantan mekar, rambut dari dalam tongkol mulai muncul (*silking*).

Pengamatan Hasil Panen

Panen dilakukan saat umur tanaman jagung manis 92 hst. Hasil panen tanaman jagung manis dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil panen jagung manis

Rata-rata Bobot per Tongkol Jagung Manis (g)	402
Jumlah Tongkol Jagung Manis (buah)	301
Total Bobot Tongkol Jagung Manis (kg)	123,975
Produktivitas (ton/ha)	7,1357

Total jumlah tongkol jagung manis yaitu 301 buah dengan rata-rata bobot per tongkol jagung manis yaitu 402 gram. Total bobot tongkol jagung sebesar 123,975 kg. Berdasarkan data pada buku Kabupaten Sumedang dalam Angka tahun 2017, produktivitas jagung di Jatinangor yaitu 5,794 ton/hektar. Hasil produktivitas jagung manis pada penelitian ini melebihi produktivitas jagung di Jatinangor, yaitu 7,1357 ton/hektar (Tabel 6).

Pada umumnya petani di Kecamatan Jatinangor hanya menanam jagung manis pada bulan basah dan kebutuhan irigasi hanya bergantung pada curah hujan yang terjadi, sehingga produktivitas jagung dalam setahun rendah. Pemanenan air limpasan pada musim hujan untuk kebutuhan irigasi di musim kemarau memberikan solusi untuk keberlanjutan kegiatan pertanian di musim kemarau. Sehingga dalam setahun, budidaya tanaman jagung manis dapat dilakukan paling sedikit 2 kali dan produktivitas jagung di Kecamatan Jatinangor dapat meningkat. Air limpasan yang tertampung di kolam penampungan dapat mencukupi kebutuhan air irigasi selama masa tanam dengan irigasi interval 2 hari. Selain itu, hasil tanaman jagung manis dengan pemberian irigasi interval 2 hari memberikan produktivitas yang cukup tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh dosen di Teknik Pertanian, FTIP, Universitas Padjadjaran dan mahasiswa angkatan tahun 2015 yang telah membantu proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldila, H. F. (2013). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Risiko Produksi Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata*) di Desa Gunung Malang Kecamatan Tenjolaya Kabupaten Bogor. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Ekonomi dan Manajemen. Institut Pertanian Bogor.
- Bafdal, N., Perwitasari, S. D. N. & Amaru, K. (2014). Analisis Rasio Luas Daerah Tangkapan Air (Catchment Area) dan Areal Budidaya Pertanian (Cultivated Area) dalam Desain *Model Run*

- Off Management Integrated Farming* di Lahan Kering. *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 21(3), 205-212.
- Hamdani, D. (2015). Kajian Kebutuhan Air dan Interval Irigasi di Lahan Kering pada Pola Tanam Monokultur Menggunakan Perangkat Lunak Cropwat 8.0 (Studi Kasus Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata*) di Lahan Kering Ciparanje Kampus Universitas Padjadjaran Jatinangor) *Skripsi*. Sumedang: Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran.
- Naik, B. R., Latha T. H. & Babu, C. M. (2015). Command Area Development by Using FAO Cropwat 8.0 Model and Impact of Climate Change on Crop Water Requirement-a Case Study on Araniar Reservoir Basin (Pichatur dam). *International Journal of Applied Research*, 1(13), 142-155.
- Salazar, O. & Casanova, M. (2010). Runoff Water Harvesting as a Strategy for Increasing Agricultural Production on Hillslope Areas in Arid and Semiarid Zones. *Water Recycling and Water Management*, 1-39.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Supriadi, Izhar, L. & Safitri, O. I. (2014). Potensi Ketersediaan Hijauan Pakan dari Limbah Tanaman Jagung Manis di Provinsi Kepulauan Riau. *Seminar Nasional dalam rangka HUT Litbang Pertanian ke-40 dan BPTP Sumatera Selatan ke-20*. Palembang: 16 September: Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian
- Syukur, M. & Rifianto, A. (2013). *Jagung Manis*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Wirosoedarmo, R. (2010). *Drainase Pertanian*. Malang: Universitas Brawijaya Press.

PENILAIAN KELENGKAPAN FASILITAS DAN SANITASI SERTA PROSEDUR PEMOTONGAN HEWAN QURBAN DI JATINANGOR

Dudi^{*1}, Dedi Rahmat², Hadiyanto A Rachim³

^{1,2}Departemen Produksi Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran
Jatinangor 45363, telp/fax 022 7798212

³Departemen Ilmu Kesejahteraan Sosial, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Padjadjaran
Jatinangor 45363 telp/fax 022 7796416

e-mail: ^{*1}dudi@unpad.ac.id, ²dedi.rahmat@unpad.ac.id, ³hadiyantoarachim@unpad.ac.id

Abstrak. Ibadah qurban merupakan salah satu bentuk ketaatan kaum muslimin dalam meningkatkan ketakwaan terhadap Allah SWT dengan menyembelih hewan qurban yang telah disyariatkan syarat dan rukunnya. Penelitian ini bertujuan untuk menilai pemotongan hewan qurban di wilayah Kecamatan Jatinangor dari aspek kelengkapan fasilitas dan sanitasi, serta prosedur pemotongan. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2018 berlokasi di 12 Desa se-Kecamatan Jatinangor. Penelitian dilakukan menggunakan metode survai dengan penentuan sampel purposive sampling. Alat pengumpul data yang digunakan berupa kuisioner. Variabel yang diteliti meliputi, kelengkapan fasilitas, sanitasi dan prosedur pemotongan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan prosedur analisis statistika deskriptif dan dibuat skor dengan kategori baik untuk skor 80-100 %, cukup dengan skor 60-70 % dan kurang dengan skor <59 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelengkapan fasilitas dan sanitasi termasuk kategori buruk yakni dengan skor 56,11 dan 57,300 % sedangkan untuk prosedur pemotongan termasuk kategori baik dengan skor penilaian sebesar 81,50 %.

Kata kunci: fasilitas, sanitasi, pemotongan, qurban

PENDAHULUAN

Ibadah qurban adalah salah satu ibadah ritual yang perintahkan Allah Subhanahu Wata'ala kepada umat islam yakni berupa penyembelihan hewan seperti kambing, domba, sapi, dan unta pada hari raya Idul Adha dan hari Tasyrik (Sartiyati, 2011; Hidayat, 2015). Sesuai dengan namanya "Qurban" yang berarti "dekat", maka ibadah ini harus diiringi niat untuk mendekatkan diri kepada Allah (Zikri, 2011; Abdullah, 2016; Wathan. 2017). Berqurban merupakan bentuk ibadah kepada Allah yang disyariatkan melalui keteladanan Nabi Ibrahim 'alaihi salaam, demi memenuhi panggilan Allah yang paling dicintainya, untuk bersyukur kepada Allah atas nikmat dan karunia yang telah Allah berikan kepadanya sehingga mendorong seseorang untuk senantiasa berbuat baik terhadap orang lain. Landasan Syar'i berqurban sebagaimana firman Allah dalam Alquran QS Al-Kautsar: 1-3 dan QS Al-Hajj: 34.

Salah satu implementasi kecintaan makhluk kepada Allah SWT dan Rasul-Nya dituntut sebuah pengorbanan yang besar sebagai bukti atas kecintaan tersebut. Ibadah qurban merupakan salah satu bukti cinta kepada Allah SWT dan Rasulullah SAW. Ibadah qurban yang dicontohkan oleh nabi Nabi Ibrahim 'Alaihissalaam mengandung teladan yang sangat nyata akan sebuah pengorbanan sehingga Nabi Ibrahim merupakan sosok keluarga yang ideal yang hanya mengabdikan kepada Allah SWT. Warga Unpad sebagai insan abdi masyarakat pembina nusa bangsa berusaha sekuat tenaga ingin memberikan maslahat bagi warga masyarakat salah satunya mencontoh sikap keluarga Nabi Ibrahim Alaihissalam yakni melaksanakan ibadah qurban. Secara institusi Unpad memberikan bantuan hewan qurban bagi seluruh desa di kecamatan Jatinangor (Dudi et al., 2017).

Penyembelihan hewan kurban di Indonesia umumnya dilaksanakan setelah shalat Ied di lingkungan masjid. Pengurus dan jamaah masjid bahu membahu melaksanakan ibadah ini dengan sukarela mengacu kepada tatacara pemotongan hewan secara Islam (Depag, 2010). Kelengkapan fasilitas, sanitasi dan prosedur pemotongan hewan qurban perlu diperhatikan dengan baik, karena aspek ini sebagai salah satu upaya untuk mendukung peningkatan kesehatan masyarakat dan pencegahan pencemaran lingkungan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 114 tahun 2014 (Deptan, 2014). Pemerintah Indonesia sejak tahun 2012 memberikan aturan yang jelas

terkait pemotongan hewan sebagaimana dituangkan dalam Peraturan Pemerintah No. 95 tahun 2012 tentang kesehatan masyarakat veteriner dan kesejahteraan ternak yakni harus berlandaskan aspek aman, sehat, utuh dan halal (ASUH).

Terdapat tiga hal yang harus diperhatikan bagi penyelenggara penyembelihan hewan qurban, (1) Fasilitas dan perlengkapan yang memenuhi standar penyembelihan hewan qurban, (2) Tenaga penyembelih yang berkompenten dan (3) Panitia qurban yang memahami tata cara penyembelihan sesuai syariat Islam (Bimas Islam, 2016). Supratikno (2018) mengemukakan bahwa selain sehat, kebersihan usai penyembelihan juga menentukan kualitas daging qurban. Kebersihan masih kerap luput dari perhatian panitia penyembelihan qurban di lingkungan masyarakat sehingga kondisi darurat seperti Idul Adha sebaiknya tetap memperhatikan kebersihan sesuai standar Rumah Potong Hewan (RPH). Kondisi sanitasi tempat penyembelihan hewan qurban dapat dinilai berdasarkan lantai tempat penyembelihan, sumber air yang digunakan, tempat pembuangan darah dan isi perut serta usus.

Tempat penyembelihan, alat dan wadah yang digunakan dalam penanganan daging juga harus diperhatikan aspek sanitasinya. Perlakuan sanitasi harus efektif sehingga bebas dari mikroorganisme pembusuk maupun patogen. Tujuan dari proses sanitasi adalah untuk membunuh semua mikroorganisme yang terdapat pada daging dan wadah yang digunakan (Azwarini, 2013). Hingga saat ini belum pernah dilakukan penelitian tentang penerapan standar penilaian kelengkapan fasilitas dan sanitasi serta prosedur pemotongan dalam penyembelihan hewan qurban di wilayah Jatinangor sebagai kawasan pendidikan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memberikan gambaran mengenai kelengkapan fasilitas dan sanitasi serta prosedur pemotongan hewan qurban di Jatinangor sampai dengan saat ini apakah sudah mengikuti standar yang ditetapkan oleh pemerintah Indonesia. Manfaat dari penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai informasi dasar untuk pertimbangan dalam pelaksanaan qurban guna memperoleh daging yang aman, sehat, utuh dan halal.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama hari penyembelihan hewan qurban (tanggal 10, 11, 12 dan 13 Dzulhijjah) pada iedul adha tahun 2018 di Kecamatan Jatinangor. Metode penelitian yang digunakan adalah survey dengan teknik samplingnya *purposive*. Sampel yang diteliti sebanyak 12 tempat pemotongan hewan qurban dari total 30 tempat pemotongan yang tersebar di 12 Desa dengan jumlah responden sebanyak 60 orang. Variabel yang diteliti meliputi aspek fasilitas pemotongan, sanitasi dan prosedur pemotongan. Pengumpulan data menggunakan kuesioner yang telah diuji validitasnya. Data penelitian dianalisis menggunakan prosedur analisis statistika deskriptif dan dibuat skor dengan kategori baik untuk skor 80-100%, cukup dengan skor 60-70% dan kurang dengan skor kurang dari 59%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai kelengkapan fasilitas dan sanitasi serta prosedur pemotongan hewan qurban di Kecamatan Jatinangor pada perayaan iedul adha tahun 2018 menunjukkan keragaman yang cukup berarti seperti diuraikan berikut ini.

Aspek Kelengkapan Fasilitas Penyembelihan Hewan Qurban

Data aspek kelengkapan fasilitas penyembelihan hewan qurban dalam penelitian ini meliputi ketersediaan tempat khusus untuk menerima dan menampung hewan qurban, ketersediaan air bersih yang cukup selama proses penampungan, penyembelihan hewan qurban, ketersediaan tempat penyembelihan dan penanganan hewan qurban (Tabel 1).

Tabel 1. Data jawaban responden mengenai kelengkapan fasilitas penyembelihan hewan qurban

Materi kuisioner yang ditanyakan	Pilihan Jawaban	Jumlah jawaban responden (orang)	Persentase (%)
Apakah tersedia tempat khusus untuk menerima dan menampung hewan qurban	Ya	35	58,33
	Tidak	25	41,67
Apakah tempat penampungan hewan qurban dengan tempat penyembelihan terpisah cukup jauh	Ya	34	56,67
	Tidak	26	43,33
Apakah tersedia air bersih yang cukup selama proses penampungan dan penyembelihan hewan qurban	Ya	32	53,33
	Tidak	28	46,67
Apakah tersedia tempat penyembelihan dan penanganan hewan qurban	Ya	34	56,67
	Tidak	26	43,33
Apakah tersedia tempat pembuangan darah penyembelihan hewan qurban	Ya	35	58,00
	Tidak	25	42,00
Apakah tersedia tempat pembuangan isi rumen hewan qurban	Ya	34	56,67
	Tidak	26	43,33

n = 60 orang responden

Jawaban responden atas pertanyaan mengenai ketersediaan tempat khusus untuk menerima dan menampung hewan qurban, ketersediaan air bersih yang cukup selama proses penampungan, penyembelihan hewan qurban, ketersediaan tempat penyembelihan dan penanganan hewan qurban berturut-turut sebesar 58,33; 56,67; 53,33 dan 56,67 persen. Semuanya termasuk kategori rendah (Tabel 1). Pemerintah Indonesia sesungguhnya telah menerbitkan peraturan melalui Permentan RI No. 13 tahun 2010 tentang persyaratan rumah potong hewan dan Permentan RI No. 114 tahun 2014 tentang pemotongan hewan kurban, namun demikian belum dapat diimplementasikan di daerah Jatinangor untuk aspek kelengkapan fasilitas penyembelihan hewan qurban. Hal ini diduga akibat adanya keterbatasan lahan dan air sebagai konsekuensi logis Jatinangor merupakan daerah padat penduduk dan pusat pendidikan tinggi terkenal di Jawa Barat.

Data hasil penelitian terkait aspek sanitasi penyembelihan hewan qurban meliputi tempat pembuangan darah penyembelihan dan tempat pembuangan isi rumen menunjukkan sebesar 58,00 dan 56,67 persen responden menyatakan bahwa terdapat tempat pembuangan darah dan isi rumen hewan qurban. Limbah pemotongan hewan qurban berupa darah dan isi rumen merupakan media yang baik untuk berkembangbiaknya mikroba sehingga mudah membusuk. Hal ini dapat mencemari tanah, air dan udara sehingga perlu penanganan khusus. Permentan No. 114 tahun 2014 sudah sangat jelas mengatur persyaratan sanitasi penyembelihan hewan qurban. Namun demikian data menunjukkan aspek sanitasi penyembelihan hewan qurban di Jatinangor masih termasuk kategori rendah. Hal ini diduga ada 2 penyebab yakni daya dukung lahan yang tidak memadai dan rendahnya pembinaan dari parat terkait. Upaya penanganan yang baik sesuai rekomendasi Winarso et al. (2014) adalah dengan cara membuat lubang khusus dan menutupnya kembali sehingga tidak mencemari lingkungan.

Aspek Prosedur Penyembelihan Hewan Kurban dan Penanganan Produknya

Penyembelihan hewan qurban menurut responden penelitian seluruhnya (100%) dilakukan oleh juru sembelih yang memenuhi syarat, beragama Islam dan sudah akil baligh; memiliki keahlian dalam penyembelihan; dan memahami tata cara penyembelihan secara syar'i. Hal ini sangat menggembirakan disebabkan penyembelihan hewan qurban adalah tutunan ibadah sebagaimana digariskan panduannya oleh Depag (2010) dan Permentan No 114 (2014). Fasilitasi oleh dokter hewan dalam pelaksanaan penyembelihan hewan qurban masih sangat rendah yakni baru sekitar 20 persen dikarenakan terbatasnya jumlah tenaga dokter hewan di wilayah Jatinangor Kabupaten Sumedang.

Data hasil penelitian terkait perobohan hewan saat akan disembelih dilakukan dengan cara yang baik dan tidak kasar, dibanting, diinjak, ditarik ekor atau ditarik kepalanya menunjukkan sebesar 93,33 persen. Kesadaran akan kesejahteraan hewan para pekerja yang terlibat dalam penyembelihan hewan qurban sangat baik (Tabel 2). Awaludin et al. (2017) menyatakan bahwa handling ternak

sebelum disembelih sangat diperlukan agar menghasilkan kualitas daging yang aman, sehat, utuh dan halal serta mengedepankan aspek pelaksanaan kesejahteraan hewan dengan sempurna.

Tabel 2. Data aspek prosedur penyembelihan hewan kurban dan penanganan produknya

Materi kuisisioner yang ditanyakan	Pilihan Jawaban	Jumlah jawaban responden (orang)	Persentase (%)
Apakah penyembelihan hewan kurban dilakukan oleh juru sembelih yang memenuhi syarat, beragama Islam dan sudah akil baligh; memiliki keahlian dalam penyembelihan; dan memahami tata cara penyembelihan secara syar'i.	Ya	60	100,00
	Tidak	0	0,00
Apakah pemotongan hewan kurban yang dilakukan di fasilitas pengawasan dokter hewan.	Ya	12	20,00
	Tidak	48	80,00
Apakah perobohan hewan saat akan disembelih dilakukan dengan cara yang baik dan tidak kasar, dibanting, diinjak, ditarik ekor atau ditarik kepalanya.	Ya	56	93,33
	Tidak	4	6,67
Apakah penyembelihan dilakukan dengan menggunakan pisau yang tajam dengan posisi pada bagian bawah 8-10 cm di belakang lengkung rahang bawah dan dipastikan telah memutus 3 (tiga) saluran yaitu saluran pembuluh darah kanan dan kiri, saluran pernafasan dan saluran makanan dan adanya pancaran aliran darah dan/atau gerakan hewan sebagai tanda hewan yang disembelih dalam keadaan hidup.	Ya	60	100,00
	Tidak	0	0,00
Apakah hewan kurban yang telah disembelih dan mati sempurna dilakukan penanganan secara aman, sehat, utuh dan halal.	Ya	56	93,33
	Tidak	5	6,67

Secara keseluruhan pelaksanaan penyembelihan hewan kurban di Jatinangor dilakukan dengan menggunakan pisau yang tajam dengan posisi pada bagian bawah 8-10 cm di belakang lengkung rahang bawah dan dipastikan telah memutus 3 (tiga) saluran yaitu saluran pembuluh darah kanan dan kiri, saluran pernafasan dan saluran makanan dan adanya pancaran aliran darah dan/atau gerakan hewan sebagai tanda hewan yang disembelih dalam keadaan hidup menunjukkan (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa pelaksanaan penyembelihan mengikuti prosedur yang ditetapkan oleh Depag (2010) dan Permentan No. 114 (2014) secara syar'i.

Hasil penelitian menunjukkan sebesar 93,33 persen responden melaksanakan penanganan hewan kurban secara aman, sehat, utuh dan halal. Hal ini ditunjukkan dengan adanya tempat penanganan daging yang terpisah dari tempat penyembelihan, tempat penanganan jeroan. Panitia kurban yang menangani daging atau jeroan tampak menjaga kebersihan tangan, tempat dan pakaian, serta menghindari tercemarnya daging dan jeroan dari tangan dan bahan yang kotor, seperti air, peralatan, alas daging, dan lalat/serangga. Dapat disimpulkan bahwa dalam aspek ini panitia kurban berpedoman pada Permentan No. 114 (2014) dan Perpres No.95 (2012). Umam et al. (2015) mengungkapkan bahwa daging sebagai bahan pangan bergizi yang mengandung sifat fungsional dari komponen bioaktif sebagai antioksidan. Secara umum, antioksidan didefinisikan sebagai substansi yang dapat menunda, memperlambat, atau mencegah kerusakan pada bahan makanan akibat oksidasi. Antioksidan merupakan salah satu komponen bahan makanan yang bermanfaat bagi kesehatan karena dapat menghambat radikal bebas sehingga dapat mencegah penyakit-penyakit yang dihubungkan dengan radikal bebas seperti karsinogenesis, kardiovaskuler dan penuaan dini.

Potongan daging dikemas dalam kantong yang bersih dan tidak toksik yang terpisah dari kemasan jeroan. Salestin et al. (2016) mengungkapkan bahwa kemasan berperan aktif dalam menjaga kesehatan daging baik pada saat penyimpanan dan atau pendistribusian. Permentan No. 114 (2014) menganjurkan bahwa pendistribusian potongan daging dan jeroan dilakukan sesegera mungkin dan tidak melebihi waktu 4 (empat) jam setelah proses penyembelihan. Hal ini sejalan dengan rekomendasi Badan Standar Nasional (2009) bahwa penanganan, pengemasan dan pendistribusian bahan pangan

asal hewani harus dijaga dari cemaran mikroba. Pendistribusian daging dan jeroan saat Idul qurban di Jatinangor telah dilaksanakan secara merata oleh panitia qurban melalui Dewan Kemakmuran Masjid kepada orang yang berhak menurut ketentuan syariat Islam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Bapak Rektor Universitas Padjadjaran dan Bapak Ketua Badan Koordinator Masjid Universitas Padjadjaran yang telah mempercayakan kepada tim peneliti untuk meneliti pelaksanaan qurban di Jatinangor sebagai salah satu wujud nyata *Unpad Ngahiji Unpad Kahiji*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2016). Qurban: Wujud Kedekatan Seorang Hamba dengan Tuhannya. *Jurnal Pendidikan Agama Islam Ta'lim*, 14(1).
- Alquran. (2010). *Mushaf Alquran*. Departemen Agama Republik Indonesia.
- Awaludin, A., Nugraheni, Y. R. & Nusantoro, S. (2017). Teknik Handling dan Penyembelihan Hewan Qurban. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Peternakan*, 2(2).
- Azwarini, R. (2013). Kondisi Sanitasi Peralatan dan Tempat Pemotongan serta Tingkat Kontaminasi Mikroba dalam Daging Kurban di DKI Jakarta. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Hewan, IPB, Bogor.
- Badan Standar Nasional (BSN). (2009). *Standar Nasional Indonesia 7388:2009 Batas Maksimum Cemaran Mikrobiologi Dalam Pangan*.
- Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI. (2010). *Pedoman dan Tata Cara Pemotongan Hewan Secara Halal*.
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 114/Permentan/Pd.410/9/2014. Tentang Pemotongan Hewan Kurban
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 95. Tahun 2012 Tentang Kesehatan Masyarakat Veteriner dan Kesejahteraan Hewan Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa Presiden Republik Indonesia
- Rahmat, D. D. & Rachim, H. A. (2017). Optimalisasi Maslahat Qurban Universitas Padjadjaran di RW 05 Desa Mekar Galih Kecamatan Jatinangor. *Laporan Penelitian*.
- Selestin, N. C., Hestningsih, R. & Yuliawati, S. (2016). Gambaran Jumlah Kuman Total pada Sampel Daging Keab Stand di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (E-Journal)*, 4(4).
- Umam, K., Triatmojo, S., Erwanto, Y. & Artama, W. T. (2015). Komponen Bioaktif dalam Daging dan Sifat Fungsionalnya: Sebuah Kajian Pustaka. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 10(1), 22-34.
- Wathan, H. (2017). Pandangan Ulama Kota Medan Tentang Pelaksanaan Iddikhar Daging Qurban di Rumah Zakat Medan-Sumatera Utara. *HUMAN FALAH*, 4(1).
- Winarso, A., Darmakusuma, D., Urias, M. & Sanam, E. (2018). Promosi Kesejahteraan Hewan dan Higiene Sanitasi dalam Penyembelihan Hewan Kurban di Kota Kupang. *ARSHI Vet Lett.*, 2(3), 57-58.
- Zikri, K. (2011). Animal Sacrifice (Qurban) In Idul Adha. *Esensia*, 7(2), 235-253.

DOMESTIKASI IKAN HIAS *Betta Channoides* DALAM SISTEM TERKONTROL SEBAGAI UPAYA MEMPERTAHANKAN DIVERSIFIKASI SPESIES DI ALAM

Agus Priyadi¹, Asep Permana², Idil Ardi³, Bastiar Nur⁴

Balai Riset Budidaya Ikan Hias Depok

e-mail: 1agus.perikanan@gmail.com

Abstrak. Ikan hias yang dikenal dengan nama perdagangan *Betta splendens* merupakan ikan hias populer yang sangat digemari oleh hobiis ikan hias, karena bentuk dan corak warnanya yang indah. Kelompok jenis ikan ini sangat beragam, dan hampir semua ikan hias kelompok ini yang indah-indah dieksploitasi dari alam. Berdasarkan catatan dari Dinas Perikanan Kalimantan Timur ada 60 jenis ikan ini yang diperdagangkan. *Betta channoides* adalah salah satu jenis ikan cupang yang sangat digemari untuk ekspor. Peningkatan permintaan terhadap species ini, dikhawatirkan akan menimbulkan tekanan populasi di alam. Apalagi karakter ikan ini fekunditas rendah, jarak waktu pemijahan (Recovery) cukup lama. Kekhawatiran atas kepunahan species ini ke depan maka dilakukan suatu percobaan domestikasi dengan sistem pemeliharaan dan pemberian berbagai jenis pakan terhadap keberhasilan pemijahan. Kegiatan penelitian upaya domestikasi induk ikan *Betta channoides* dengan memeliharanya dalam wadah terkontrol. Ikan dipelihara 1 ekor dalam satu wadah volume 5 L. Selama pemeliharaan ikan ini diberi pakan *Moina* sp. dan *Culex* sp. (jentik nyamuk). Selama perawatan dan adaptasi 2 bulan tidak ditemui ikan yang mati. Kemudian dilakukan juga percobaan pematangan gonad induk dengan perlakuan jenis pakan yaitu pakan alami *Moina*, *Culex*/jentik nyamuk dan kombinasi. Hasilnya menunjukkan bahwa pada perlakuan pemberian pakan alami kombinasi memperlihatkan terjadi pemijahan 3 kali, sedangkan perlakuan pakan *Moina* sp. dan *Culex* sp. terjadi pemijahan 2 kali. Perlakuan pemberian pakan *Moina* dan kombinasi pakan alami menghasilkan larva masing-masing 52 ekor dan 61 ekor, sedangkan pada perlakuan pakan alami *Culex* tidak menghasilkan larva. Disimpulkan bahwa pemberian pakan alami kombinasi (*Moina* sp. dan *Culex* sp.) memberikan respon lebih baik terhadap kemampuan reproduksi ikan *Betta channoides*

Kata kunci: domestikasi, pakan alami, reproduksi

PENDAHULUAN

Betta splendens adalah nama perdagangan ikan hias cupang, dan jenis ini termasuk jenis yang diekspor ke beberapa negara. Berdasarkan data buku statistik perdagangan luar negeri pada tahun 2015 *Betta splendens* telah di ekspor ke 40 negara, kemudian tahun tahun berikutnya terus meningkat pada tahun 2016 ke 52 negara. Dilihat dari jumlah negara tujuan ekspor *Betta splendens* menempati urutan ke dua, setelah jenis ikan *Chromobotia macracanthus* (BPS, 2017).

Indonesia dikenal sebagai sumber ikan hias cupang alam terbesar di dunia, lebih dari tiga perempat jenis ikan cupang alam dapat dijumpai pulau-pulau tanah air kita, Penggemar ikan cupang di luar negeri sangat gandrung akan cupang alam. Tingginya peminat ikan cupang ini menyebabkan harganya cukup mahal dapat mencapai ratusan ribu rupiah perekor. Berdasarkan catatan dari Dinas Perikanan Kalimantan Timur dan Kalimantan Barat, masing-masing memiliki 33 jenis dan 27 jenis ikan cupang alam yang diperdagangkan dengan kisaran nilai Rp. 150.000,00 hingga Rp. 2.000.000,00 per pasang. Kondisi ini telah memicu masyarakat mengeksploitasi tanpa terkendali terhadap jenis ikan cupang alam.

Salah satu jenis ikan cupang alam yang banyak digemari oleh hobiis ikan hias adalah ikan channo (*Betta channoides*) asal Kalimantan Timur, dan nama dalam perdagangan dikenal Snakehead Betta. Dalam kontes-kontes cupang hias yang diselenggarakan oleh International Betta Congress (IBC), *B. channoides* ini dikelompokkan ke dalam kategori wild betta – small mouthbrooder. Hampir selalu *B. channoides* mendapatkan juara dalam setiap ke ikut sertaannya karena penampilan yang menarik dan warnanya yang atraktif. Jantan berwarna merah kecoklatan dengan adanya garis putih disiripnya, sementara betinanya berwarna lebih pucat. Warna ikan jenis ini akan lebih cemerlang pada masa kematangan gonad. Cupang dewasa berukuran paling panjang 5 cm. Ikan ini habitat aslinya di

Sungai Mahakam dekat Pampang Kalimantan Timur dalam kondisi air yang tenang dan sedikit warna ke cokelatan karena pembusukan daun daunan dan akar. Ikan *Betta channoides* yang diperdagangkan diperoleh dari hasil tangkapan di alam. Ada tendensi populasi ikan ini di alam mulai menurun akibat eksploitasi berlebihan, menurunnya mutu lingkungan dan beralihnya fungsi lahan. Apabila tidak diperhatikan pengelolannya, dikhawatirkan ikan ini dapat punah. Untuk mendukung produksi, perlu dilakukan penelitian ke arah domestikasi, sehingga produksi ikan tersebut dapat dipertahankan bahkan dapat ditingkatkan melalui kegiatan budidaya agar peluang usaha tetap dapat dikembangkan, sekaligus mencegah kepunahan. Untuk maksud tersebut, maka dilakukan suatu kegiatan penelitian upaya perawatan dan adaptasi induk alam ke arah kondisi buatan (budidaya), kemudian upaya pematangan gonad, reproduksi, dengan memanfaatkan pakan alami sebagai pakannya.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan yang dilakukan terdiri beberapa tahap mulai dari pencarian informasi teknik transportasi, perawatan atau penanganan pasca pengangkutan, adaptasi dan pematangan gonad induk dengan perlakuan jenis pakan alami. Perawatan dan Adaptasi ikan perlu dilakukan karena ikan yang digunakan berasal dari alam. Ukuran panjang dan berat ikan yang digunakan, betina panjang total (PT) 3,84 cm hingga 4,19 cm, bobot 0,60-0,87 g dan jantan panjang total (PT) 3,93 hingga 4,45 cm dan berat 0,69 hingga 1,19 g. Jumlah ikan yang diamati untuk uji pakan, masing-masing (jantan dan betina) adalah 9 ekor. Ikan betina di rawat dalam toples volume 5 L dan diisi air 3 L, dan setiap toples dipelihara 1 ekor ikan. Ikan jantan dipelihara dalam akuarium kecil ukuran 12cm x 15cm x 20cm. Akuarium kecil tersebut di susun dalam akuarium besar ukuran 50cm x 120cm x 30cm (Gambar 1). Bagian dasar akuarium kecil tidak ada kaca tujuannya agar mudah terjadi pertukaran air saat pergantian air. Diamati secara visual terhadap kesehatan, perilaku dan respon ikan terhadap pakan yang diberikan. Pakan yang digunakan adalah pakan alami *Moina* sp. dan *Culex* sp. (jentik nyamuk). Pengamatan dilakukan selama 2 minggu untuk masa perawatan di karantina dan 1,5 bulan untuk adaptasi.



Gambar 1. Wadah Penelitian untuk pemeliharaan induk

Penelitian terhadap pengaruh jenis pakan terhadap penampilan kematangan seksual induk dilakukan selama 6 bulan sejak bulan April hingga September 2018. Sebagai perlakuan adalah jenis pakan *Moina* sp. (M), *Culex* sp. (jentik nyamuk) (C) dan kombinasi *Moina* sp. dan *Culex* sp. (MC). Masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan, yaitu individu ikan sebagai ulangan. Setiap masing-masing induk dipelihara dalam 1 buah wadah. Induk betina dipelihara dalam toples, dan induk jantan dalam akuarium. Pakan diberikan 1 kali sehari secara “*ad libitum*”. Parameter yang diamati kematangan gonad diindikasikan dari pemijahan, jumlah larva yang dihasilkan. Kematangan diamati setiap hari secara visual kondisi perut, juga dengan uji mendekati jantan dan betina. Ikan jantan dimasukkan ke dalam botol transparan kemudian di masukkan ke wadah yang ada ikan betinanya. Jika terlihat ada respon didasarkan perubahan warna jenis jantan dan betina maka dilangsungkan pemijahan, dengan melepaskan ikan jantan dari botol transparan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cara Transportasi Ikan

Ikan yang akan diangkut adalah hasil penangkapan dari alam dengan cara di pancing. Namun dilakukan dengan tidak menggunakan mata pancing. Kemudian ikan di tampung dalam wadah botol akua 1 liter dengan kepadatan 1 ekor/wadah. Setelah penampungan selama 2-3 hari ikan baru siap di transportasi. Transportasi ikan dilakukan dengan menggunakan kantong plastik ukuran 10x20 cm dan streoform. Kantong kantong plastik yang telah diisi ikan disusun dalam wadah streoform. Setiap kantong plastik diisi air sepertiga, kemudian kantong tersebut diisi udara (bukan oksigen murni) dan diikat dengan karet. Hasil pengangkutan memperlihatkan bahwa semua ikan sehat sampai tujuan (kematian 0% dari Samarinda ke Jakarta). Penanganan awal setelah transportasi ke wadah pemeliharaan harus hati-hati agar ikan tidak menunjukkan gejala stress.

Karantina dan Adaptasi

Tujuan dari karantina ini adalah untuk mengurangi stress ikan selama perubahan dari kebiasaan hidup bebas di alam dan wadah dalam sistem terkontrol. Jika ikan stress memudahkan mendapat serangan penyakit. Selama masa karantina, manajemen pemberian pakan dan manajemen air sangat diutamakan. Pakan yang diberikan berupa *Moina* sp. dan *Culex* sp. diberikan satu kali sehari secara *ad libitum*. Untuk menciptakan kondisi di alam digunakan air campuran air bersih dan air rendaman daun ketapang, sehingga warna air coklat teh. Menurut Anonymous (2014a), daun ketapang yang mengering dapat melepaskan asam organik seperti *humic* dan *tannin*, yang dapat menurunkan pH air, dan menyerap bahan-kimia berbahaya dan memberikan kondisi air yang nyaman bagi ikan. Berdasarkan monitor kualitas air memperlihatkan bahwa pH media kultur berkisar 5,42 - 6,41 dan alkalinitas 26,45 - 37,03 ppm. Air rendaman daun ketapang bersifat anti bakteri, sehingga mencegah berkembangnya bakteri patogen. Pada saat karantina media kultur diberi garam hingga mencapai kisaran 2 - 3 permil, juga diberi *oksitetra siklin* sebanyak 5 ppm. Untuk mencegah akumulasi sisa metabolisme yang dapat mempengaruhi mutu air maka dilakukan pengontrolan mutu air dan pergantian air setiap 3 hari sekali. Selama masa perawatan karantina 2 minggu tidak terjadi kematian ikan dan semua ikan sehat dan aktif makan.

Ikan dari alam, apabila dipindahkan dalam lingkungan baru akan melakukan adaptasi. Menurut Fahmi (2016), adaptasi merupakan proses alami untuk memunculkan karakter-karakter tertentu yang mengarah kepada *fitness* atau seleksi. Selama proses adaptasi terjadi kompensasi terhadap perubahan lingkungan melalui perubahan karakter, di mana karakter-karakter tersebut tidak muncul pada kondisi normal. Menurut Anonymous (2014b) adaptasi adalah cara bagaimana organisme mengatasi tekanan lingkungan sekitarnya untuk bertahan hidup. Organisme yang mampu beradaptasi terhadap lingkungannya mampu memperoleh nutrisi untuk metabolisme tubuh, mengatasi perubahan lingkungan dari habitat alami ke habitat buatan, dan mampu bereproduksi. Sehingga ikan yang baru masuk ke habitat bukan aslinya akan melakukan adaptasi fisiologis dan tingkah laku. Hasil pengamatan terhadap induk ikan cupang uji memperlihatkan bahwa ikan dapat beradaptasi dengan baik tercermin dari kesehatan dan bentuk tubuh dan warna tubuh. Warna tubuh tetap mendekati warna aslinya. Respon terhadap pemberian pakan alami juga tetap tinggi. Dalam masa adaptasi terlihat beberapa induk yang menunjukkan perkembangan gonad dicirikan dengan semakin besarnya bagian perut. Dilakukan uji respon penjatan terhadap betina dengan cara memasukan ikan jantan yang ditampung dalam botol akua kedalam wadah toples yang berisi induk betina, jika terlihat bahwa warna yang jantan dan betina muncul dan terlihat cerah menunjukkan jantan dan betina siap dikawinkan (Gambar 2). Induk betina garis putih di tubuh cerah dan terlihat jelas, sedangkan yang jantan menunjukkan warna merah terang. Apabila ikan menunjukkan warna yang jelas dan cerah saat jantan digabung dengan betina ini mencirikan ikan birahi dan mencapai tingkat kematangan gonad, siap dipijahkan.



Induk Jantan birahi



Induk betina birahi

Gambar 2. Indikasi induk jantan dan betina birahi dilihat dari kecerahan warna

Perkembangan Gonad dan Produksi Larva

Perkembangan gonad ikan uji diamati tiap minggu, namun pada saat perkembangan gonad hampir mencapai puncaknya dilakukan pengamatan setiap hari. Perkembangan gonad dilihat secara visual terhadap morfometrik warna bagian perut, kemudian dilakukan test dengan mendekatkan pasangannya ikan jantan ke induk betina. Jika ikan betina ada respon demikian juga jantannya ditunjukkan dengan munculnya kecerahan dan keindahan warna maka dilakukan perkawinan/pemijahan dengan melepaskan induk jantan pada wadah induk betina. Setelah terjadi perkawinan akan terlihat bahwa induk jantan mengeramkan telur dalam mulutnya. Hasil pengamatan terhadap kematangan gonad memperlihatkan bahwa terjadi pemijahan pada bulan Mei untuk perlakuan pemberian pakan *Moina* dan *Culex* dan kombinasi, kemudian pada bulan September juga ditemui induk yang memijah pada ke tiga perlakuan (Tabel 1).

Tabel 1. Pemijahan dan keberhasilan produksi larva induk betina pada ke tiga perlakuan.

Parameter diamati	Periode waktu (bulan)	Perlakuan/Pakan Alami		
		<i>Moina</i> (M)	<i>Culex</i> (C)	Kombinasi (<i>Moina</i> dan <i>Culex</i>)
Jumlah mijah (ekor)	Mei	1 (M3)	1 (C3)	MC1 dan MC3
Jumlah Anak (ekor)		26	Hasil kosong	31 dan 26
Jumlah mijah (ekor)	September	1 (M1)	1 (C3)	1 (MC3)
Jumlah Anak (ekor)		26	Hasil kosong	6

Dilihat dalam penanganan telur oleh induk ikan *Betta channoides*, termasuk katagori “*mouth brooder*” (Kusrini, 2010), yaitu mengeramkan telur dalam mulut. Pengeraman telur oleh induk jantan akan berlangsung hingga hari ke 12-15.

Pada perlakuan pemberian pakan *Moina* sp. terjadi 2 kali pemijahan dari 2 induk, perlakuan pemberian pakan *Culex* sp. juga terjadi 2 kali pemijahan, sedangkan perlakuan pakan kombinasi *Moina* sp. dan *Culex* sp. terjadi pemijahan 3 kali, 2 kali pemijahan terjadi dari satu induk (Tabel 1). Dari satu induk terjadi pemijahan 2 kali mencirikan bahwa sel telur dalam ovarium ikan cupang jenis ini terdiri dari beberapa kelas. Ini harus dibuktikan melalui pengamatan histologi ovarium. Sebagian jenis baru yang mengalami domestikasi perlu dihimpun karakter reproduksi species untuk strategi pengembangan. Pada perlakuan dengan pakan alami *Moina* sp., kedua hasil pemijahan dapat menghasilkan larva sebanyak 52 ekor, pada perlakuan dengan pemberian pakan *Culex* sp. tidak diperoleh larva, dan pada perlakuan kombinasi pakan alami terjadi 3 kali pemijahan yang dapat menghasilkan larva sebanyak 63 ekor. Pada percobaan ini tidak dilakukan pengukuran jumlah telur yang dihasilkan oleh setiap induk, karena telur yang di produksi langsung di eramkan dalam mulut. Jika di asumsikan derajat penetasan telur mencapai 100% maka, jumlah telur yang dihasilkan oleh induk ikan cupang uji (*Betta channoides*) sangat sedikit berkisar 26 - 31 butir. Rendahnya produksi telur dan larva justru lebih menyakin terhadap ke khawatiran kepunahan jika eksploitasi di alam berlebihan. Pengamatan lanjut terhadap induk-induk ikan uji ini memperlihatkan bahwa setelah 4 bulan dari masa produksi larva belum ditemui induk betina yang mencapai matang kelamin lagi. Kondisi ini menambah keyakinan bahwa kekhawatiran terhadap kepunahan terhadap jenis ikan ini sangat beralasan. Jumlah telur yang diproduksi ikan cupang *Betta channoides* sangat rendah. Wahyudi (2016) mencatat bahwa ikan cupang *Betta splendens* yang telah mengalami domestikasi dapat memproduksi telur sebanyak 400 butir. Menurut Dewantoro (2001) fekunditas telur ikan kelompok

cupang sangat di pengaruhi oleh umur, ukuran ikan, dan kualitas pakan. Dari percobaan ini dapat dilihat bahwa pemberian pakan kombinasi *Moina* sp. dan *Culex* sp. memberikan produksi larva, frekuensi pemijahan lebih tinggi dibandingkan induk cupang yang diberi pakan *Moina* sp. dan *Culex* sp. saja (Tabel. 1). Ditemui induk yang memijah dua kali dalam perlakuan pakan alami kombinasi. Lebih lanjut hasil penelitian Dewantoro (2001) terhadap pengaruh beberapa jenis pakan alami (*Daphnia* sp., *Tubifex* dan *Culex* sp.) terhadap potensi reproduksi ikan cupang *Betta splendens* menunjukkan bahwa pemberian pakan alami *Daphnia* sp. memberikan hasil lebih baik terhadap produksi dan kualitas telur. *Daphnia* sp. merupakan crustacea renik yang sering digunakan makanan ikan, dan ini satu ordo dengan *Moina* sp. James & Sampath (2004) mengemukakan bahwa kuantitas dan kualitas pakan merupakan faktor yang penting pada tatanan reproduksi pada ikan. Ikan cupang betina memerlukan tambahan protein, lemak, vitamin dan mineral untuk meningkat jumlah telur. Nilai gizi pakan *Culex* sp. lebih tinggi dibandingkan *Moina* sp. Menurut Riyana (2017) *Moina* sp. mengandung protein 37,38 %, lemak 13,29% Kadar Abu 11%, sedangkan *Culex* sp. menurut Figueroa et al. (2019) mengandung protein 43,49 % lemak 9,44%, karbohidrat 5,23% dan serat kasar 5,66%. Walaupun kandungan protein *Culex* sp. lebih tinggi, namun memberikan hasil larva yang kurang baik dibandingkan induk yang diberi pakan *Moina* sp. dan kombinasi *Moina* sp. dan *Culex* sp.. Kaitan dengan kebutuhan gizi yang tersedia dalam pakan alami untuk mendukung reproduksi tidak saja tergantung dengan kandungan protein, tetapi juga tergantung dengan kandungan asam lemak dan asam aminonya (Li & Gatlin, 2006). Lebih lanjut Li & Gatlin (2006) mencatat bahwa glutamic acid, glycine, asam aspartit dan arginin (Li et al., 2009) penting peranannya dalam aktivitas reproduksi. Arginin telah memperlihatkan memperbaiki spermatogenesis (Wu, 2010). Penelitian yang mendalam peranan asam lemak dan asam amino terhadap aktivitas reproduksi ikan cupang belum pernah diteliti.

Hasil penelitian ini memberikan informasi yang bermanfaat, karena selama ini banyak peternak cupang yang beranggapan pakan alami *Culex* sp. sangat berkualitas sebagai pakan induk. Menurut Muchtar & Nofrizal (2011) ukuran keberhasilan domestikasi dapat dilihat dari (1). Tingkah lakunya normal dan tenang; (2). Mau memangsa pakan alami yang diberikan; (3). Tumbuh secara wajar; (4). Dapat terjadi pemijahan. Berdasarkan kriteria ini dapat disimpulkan bahwa ikan (*Betta channoides*) asal alam mudah di domestikasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa ikan cupang alam, *Betta channoides* mudah melakukan adaptasi pada wadah terkontrol dengan manajemen air, dan pemberian pakan alami. Pakan kombinasi *Moina* sp. dan *Culex* sp. memberikan respon lebih baik terhadap kemampuan reproduksi ikan cupang *Betta channoides*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. (2014a). Alam Ikan : Manfaat daun Ketapang Untuk Budidaya Ikan. www.alamikan.com/2014/03/manfaat-daun-ketapang-untuk-budidaya.html.
- Anonymous. (2014b). Pengertian Macam-Macam Adaptasi dan Contoh Adaptasi. <https://sainsforhumanblongspot.com/2014/06/pengertian-macam-dan-contoh-adaptasi>.
- BPS. (2015). *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, Ekspor-Import*. Biro Pusat Statistik.
- BPS. (2016). *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, Ekspor-Import*. Biro Pusat Statistik.
- BPS. (2017). *Satistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, Ekspor-Import*. Biro Pusat Statistik.
- Dewantoro. W. (2001). Fekunditas dan Produksi Larva pada Ikan Cupang (*Betta splendens*) yang Berbeda Umur dan Pakan Alami. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 1(2), 49-52.
- Fahmi, M. R., Zamroni, M., Nur Bastiar & Permana, A. (2016). Adaptasi Beberapa Jenis Ikan Hias Lahan Gambut di Lingkungan Terkontrol. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Pusat Riset Perikanan Budidaya.
- Figueroa, J. L., Orce, E., Figueroa, J. & Archundia, M. (2019). Pre-adults Mosquito in Fish Species Feeding. *International Journal of Aquatic Science*. 10(1), 55-69.
- James, R. & Sampath, K. (2004). Effect of Feeding Frequency on Growth and Fecundity in an Ornamental Fish, (*Betta splendens* regan). *The Israil Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 136-145.

- Kusrini, E, Sudarto & Kusuma R. V. (2010). Aspek Biologi dan Reproduksi ikan Cupang Alam (*Betta bellica*) dan Potensi Budidayanya. *Prosiding Seminar Ikan VI*, 197-200.
- Li, P. & Gatlin, D. M. (2006). Nucleotide Nutritia in Fish: Current Knowledge and Future Application. *Aquaculture*, 251, 141-152.
- Li, P., Mai, K., Trushenski, J. & Wu. (2009). New Develoment in Fish Amino Acid Nutrition to Wards Function and Enviromrntally Oriented Aqua Feeds. *Aminoacid*, 37(1), 43-53.
- Muchtar, A. & Nofrizal. (2011). Pemijahan dan Penjinakan Ikan Pantau (*Rasbor latestriata*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 16(1), 71-78.
- Riyana, S. (2017). Pemberian *Moina sp* yang Diperkaya Tepung Ikan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Gabus (*Chana striata*). *Skripsi*. Program studi Budidaya Perikanan dan Kelautan. Fakultas pertanian Universitas Lampung. 31 hal.
- Wahyudi, G. A. D. (2016). *Pengaruh Perbedaan Umur Induk Betina Ikan Cupang (Betta splendens) Terhadap Tingkat Fekunditas dan Produksi Larva*. Surabaya: Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga.
- Wu, G. (2010). Fuctional Amino Acids in Growth, Reproduction and Health. *Advances in Nutrition*, 1, 31-37.

EVALUASI TATA LETAK UPAYA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII TALUNSANTOSA

Muhammad Rizki Fariduddin^{*1}, Irfan Ardiansah², Dwi Purnomo³

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian
Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung - Sumedang Km. 21 Jatinangor 43563
e-mail: ^{*1}rizkiadiputraa@gmail.com

Abstrak. Tata letak pabrik atau fasilitas produksi merupakan pengaturan untuk menetapkan letak fasilitas dengan mempertimbangkan aliran pemindahan bahan, luas area dan sebagainya. Hasil observasi menunjukkan bahwa kendala tata letak yang diterapkan di pabrik Santosa saat ini masih belum begitu baik, karena adanya kesimpangsiuran aliran bahan yang mengakibatkan penumpukan aliran bahan menuju proses selanjutnya sehingga bahan terkadang terlalu lama menunggu. Kendala yang dialami oleh pabrik Santosa dalam aspek aliran bahan harus dihilangkan demi meningkatkan kapasitas produksi. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh tata letak fasilitas yang efektif dalam mendukung peningkatan produksi. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu dengan cara mendeskripsikan secara sistematis keadaan yang sedang terjadi di pabrik dan mengukur indikator-indikator penelitian sehingga diperoleh gambaran. Proses analisa menggunakan peta Activity Relationship Chart untuk membantu menggambarkan nilai kepentingan hubungan antar bagian yang satu dan bagian yang lainnya. Hasil penelitian menunjukkan data produksi yang diperoleh PTPN VIII Talunsantosa pada tahun 2018 menunjukkan nilai basah/kering (B/K) dibawah 4,50 yang berarti industri tersebut sudah dapat memaksimalkan nilai produksi teh pertahunnya, pada tahun 2018 jumlah produksi pada pabrik Santosa masih dikatakan baik dengan nilai B/K 4,40. Dapat disimpulkan bahwa tata letak pabrik Santosa sudah baik karena sudah dapat memaksimalkan jumlah produksi pada tahun 2018.

Kata kunci: aliran bahan, pabrik, produksi, tata letak

PENDAHULUAN

Tata letak pabrik atau fasilitas produksi merupakan pengaturan untuk menetapkan letak fasilitas dengan mempertimbangkan aliran pemindahan bahan, luas area dan sebagainya. Dengan tata letak pabrik yang baik maka akan didapatkan suatu kondusifitas dalam hal utilisasi ruang, aliran informasi, moral karyawan, interaksi, dan fleksibilitas. Desain tata bangunan sejak awal telah mempertimbangkan keterpaduan dan kenyamanan (Arianty, 2013).

Menurut Ardiansah (2017), persediaan yang terlalu besar atau terlalu tinggi akan berpengaruh terhadap operasional, apabila persediaan yang terlalu banyak maka akan menimbulkan carrying cost. Hal ini juga berkaitan dengan tata letak yang diterapkan pada perusahaan, jika tata letak yang digunakan sudah baik maka seluruh kinerja perusahaan akan tertata rapi.

Efisiensi dalam produksi juga menjadi salah satu alasan utama mengapa tata letak pabrik ini sangat dibutuhkan. Efisiensi dalam produksi merupakan perbandingan output dan input berhubungan dengan tercapainya output maksimum dengan jumlah input, yang artinya jika rasio output lebih besar maka efisiensi dikatakan semakin tinggi (Sutanto, 2005).

Untuk bertahan dalam persaingan, suatu perusahaan juga harus memiliki fleksibilitas yang tinggi. Salah satu cara untuk dapat mencapai hal tersebut adalah dengan menerapkan suatu tipe tata letak pabrik yang berorientasi pada peningkatan produktivitas. Terdapat empat tipe dasar tata letak yang digunakan dalam sistem manufaktur yaitu Product Layout, Process Layout, Fixed Position Layout dan Group Layout (Wignjosoebroto, 2009).

Dari keempat tipe dasar tata letak tersebut, perancangan tata letak pabrik didefinisikan sebagai perencanaan dan integrasi aliran komponen-komponen suatu produk untuk mendapatkan interelasi yang paling efektif dan efisien antar operator, peralatan, dan proses transformasi material dari bagian penerimaan sampai ke bagian pengiriman produk (Apple, 1990).

Material handling adalah salah satu jenis transportasi (pengangkutan) yang dilakukan dalam perusahaan yang artinya memindahkan bahan baku, barang setengah jadi atau barang jadi dari tempat asal ke tempat tujuan yang telah ditetapkan. Pemindahan bahan atau material handling merupakan suatu aktivitas yang sangat penting dalam kegiatan produksi dan memiliki kaitan erat dengan perencanaan tata letak fasilitas produksi (Wignjosoebroto, 2000).

Perencanaan tata letak fasilitas produksi merupakan suatu persoalan yang penting dalam analisis perancangan model industri karena pabrik atau industri akan beroperasi dalam jangka waktu yang lama, maka kesalahan di dalam analisis dan perencanaan layout akan menyebabkan kegiatan produksi berlangsung tidak efektif dan tidak efisien. Perencanaan tata letak merupakan salah satu tahap perencanaan fasilitas sangat penting yang bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem produksi yang efektif dan efisien, sehingga akan tercapainya suatu proses produksi dengan biaya yang paling ekonomis (Ekoanindiyo & Wedana, 2012).

PT. Perkebunan Nusantara VIII merupakan BUMN yang bergerak pada sektor perkebunan dengan kegiatan usaha meliputi pembudidayaan tanaman, pengolahan lahan, pembibitan, penanaman, pemeliharaan dan penjualan komoditi perkebunan. Komoditas utama PTPN VIII adalah teh, karet dan kelapa sawit serta kina sebagai komoditi pendukungnya, dan juga pengembangan buah-buahan yang dimulai pada tahun 2012. Sampai pada saat ini, PT Perkebunan Nusantara VIII dapat mengelola 41 kebun dan 2 unit non kebun yaitu Agrowisata dan Industri Hilir Teh (IHT) yang tersebar di 11 kabupaten/kota di Jawa Barat dan 2 kabupaten di Propinsi Banten (Wardiman, 2015).

PT. Perkebunan Nusantara VIII Talunsantosa terdiri dari dua buah pabrik yang beroperasi yaitu pabrik Talun dan pabrik Santosa, akan tetapi untuk proses administrasi ditempatkan pada satu kantor. Pada penelitian kali ini dilakukan hanya di pabrik Santosa. Tata letak yang diterapkan di pabrik Santosa saat ini masih belum begitu baik karena adanya kesimpangsiuran aliran bahan yang mengakibatkan penumpukan antar bahan menuju proses selanjutnya sehingga bahan terkadang terlalu lama menunggu. Maka diperlukan suatu penelitian untuk melihat efektifitas kinerja dalam pabrik dikaitkan dengan kondisi tata letak dan aliran bahan yang ada pada saat ini.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2018 sampai dengan bulan Januari 2019. Penelitian ini bertempat di PT. Perkebunan Nusantara VIII Kebun Talunsantosa, Pangalengan, Jawa Barat. Analisis data dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Sistem Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Alat Pendukung Penelitian

No	Nama Alat	Kegunaan
1.	Alat tulis	Mencatat aktivitas, waktu dan data.
2.	<i>Stopwatch</i>	Menghitung waktu proses pemindahan.
3.	<i>Laptop</i>	Menganalisis data hasil penelitian.
4.	<i>Ms. Visio</i>	Mendesain.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu dengan cara mendeskripsikan secara sistematis keadaan apa yang sedang terjadi di pabrik pada masa sekarang lalu mengukur beberapa indikator-indikator penelitian sehingga akan diperoleh gambaran-gambaran diantara variabel-variabel tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Produksi

Produksi pabrik Santosa didokumentasikan setiap bulannya dengan bertujuan untuk mempermudah mencatat perkembangan produksi dalam jangka waktu satu tahun.

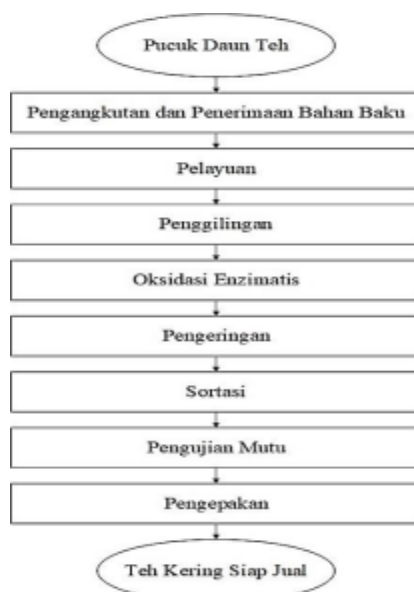
Tabel 2. Data Hasil Produksi

No.	Bulan	B/K	
		BI	SBI
1	Januari	4,34	4,34
2	Februari	4,49	4,41
3	Maret	4,37	4,41
4	April	4,54	4,43
5	Mei	4,44	4,43
6	Juni	4,33	4,41
7	Juli	4,37	4,40
8	Agustus	4,22	4,38
9	September	-	4,38
10	Oktober	-	4,38
11	November	-	4,38
12	Desember	4,49	4,40

Realisasi hasil produksi di pabrik Santosa pada tahun 2018 menunjukkan perbandingan produksi basah sebelum diolah terhadap produksi kering yang sudah diolah. Semakin kecil nilai B/K maka hasil produksi tersebut semakin baik, dimana tidak banyak *waste* atau produksi yang terbuang dan masuk kategori limbah. PTPN Talunsantosa memiliki standar maksimal untuk nilai B/K yaitu tidak lebih dari 4,50 yang artinya pada produksi setiap bulannya nilai B/K tidak boleh melebihi angka tersebut demi memaksimalkan produksi teh pertahunnya. Dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2018, jumlah produksi pabrik Santosa bisa dikatakan baik dengan total nilai B/K 4,40.

Flow Process Chart

Peta ini berfungsi sebagai diagram operasi yang meliputi analisa aliran bahan dimulai dari bahan baku sampai bahan jadi siap jual secara jelas. Peta FPC ini menunjukkan secara detail setiap tahap proses pengolahan teh yaitu pengangkutan dan penerimaan pucuk teh, pelayuan, penggilingan, oksidasi enzimatis, pengeringan, sortasi dan yang terakhir yaitu pengepakan (Gambar 1).



Gambar 3. FPC Santosa

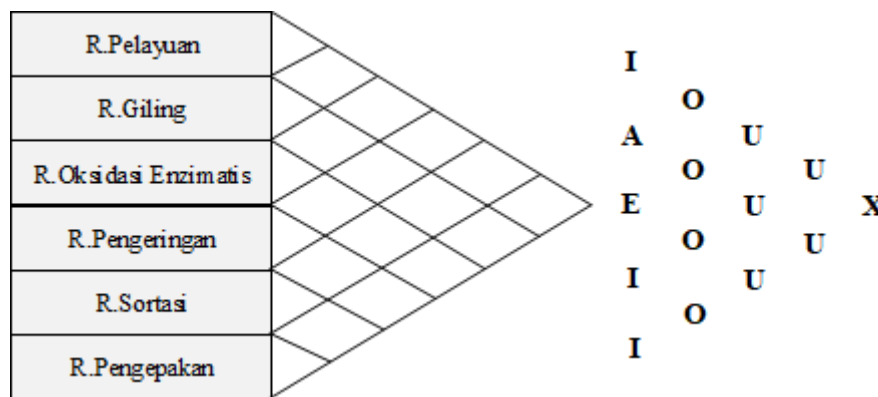
Activity Relationship Chart

Activity relationship chart (ARC) merupakan peta untuk merencanakan dan menganalisa hubungan antar kegiatan yang menggambarkan tingkat kepentingan antar bagian yang satu dan bagian yang lainnya. Setiap ruangan produksi di PT. Perkebunan Nusantara VIII Talunsantosa pabrik Santosa dinilai tingkat hubungan kedekatannya menggunakan *activity relationship chart* untuk mengetahui kepentingan pada setiap ruangan produksi.

Sumber data untuk proses penilaian dalam mengisi peta ARC ini dilakukan dengan proses wawancara kepada delapan orang responden yang merupakan pegawai di pabrik Santosa. Berikut adalah daftar nama responden yang menjadi sumber data proses penilaian:

1. Rendra Citra Lesmana, SE. (JTU Kepala)
2. Kurnaedi (Mdr. Besar QC)
3. Jajang (Mdr. Pelayuan)
4. Agus (Mdr. Penggilingan)
5. U.Suparman (Mdr. Oksidasi Enzimatis)
6. Dede Karman (Mdr. Pengeringan)
7. Ai Komala (Mdr. Sortasi)
8. Dede Saepuloh (Mdr. Pengepakan)

Berdasarkan hasil wawancara, dapat dianalisa hubungan antar kegiatan produksi sesuai dengan tingkat kepentingan setiap ruang produksi.



Gambar 4. ARC Santosa

Terdapat beberapa simbol yang digunakan untuk mengisi tabel ARC, yaitu:

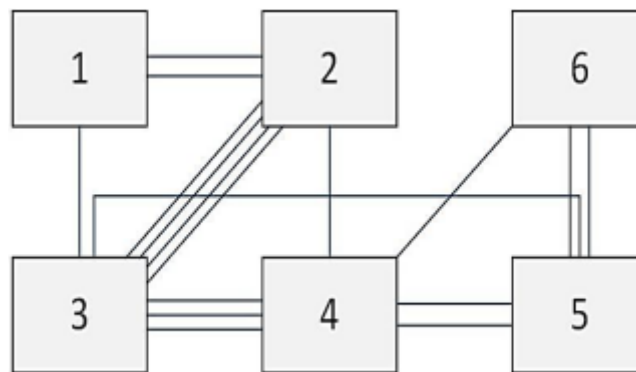
- A = mutlak perlu berdekatan
- E = sangat perlu berdekatan
- I = penting berdekatan
- O = tidak jadi soal (biasa)
- U = tidak perlu berdekatan
- X = tidak diharapkan berdekatan

Dapat disimpulkan dari *activity relationship chart* diatas, terdapat satu indikator A yang mutlak perlu berdekatan yaitu ruang giling dan ruang oksidasi enzimatis. Terdapat satu indikator E dimana memiliki arti sangat perlu berdekatan yaitu ruang oksidasi enzimatis dan ruang pengeringan. Terdapat satu indikator X yang tidak diharapkan berdekatan yaitu ruang pelayuan dan ruang pengepakan. Lalu terdapat tiga indikator I yang berarti penting berdekatan, empat indikator O yang berarti tidak jadi soal, dan lima indikator U yang berarti tidak perlu berdekatan.

Activity Relationship Diagram

Activity relationship diagram (ARD) merupakan diagram keterkaitan kegiatan atau hubungan antar aktivitas dibuat menggunakan informasi dari peta keterkaitan kegiatan yang digunakan menjadi dasar perencanaan keterkaitan. Pada tahap ini dilakukan proses penyusunan sesuai dengan hasil yang didapatkan pada tahap sebelumnya.

Merancang ARD memiliki keuntungan yaitu mempermudah proses tata letak, meminimalisir ruangan yang tidak terpakai, pembagian wilayah kegiatan produksi dengan sistematis, menjamin ruangan yang cukup, dan akan menjadi dasar untuk dilakukannya perencanaan selanjutnya.



Gambar 5. ARD Santosa

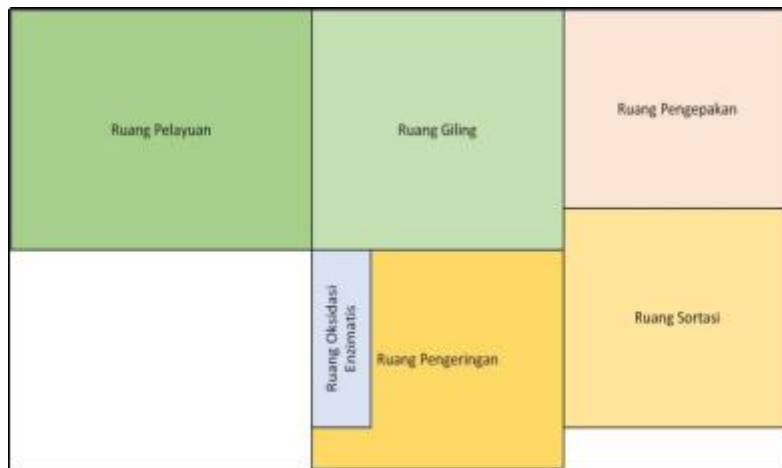
Terdapat beberapa kotak dengan penunjuk angka yang menggambarkan seluruh ruangan produksi pabrik Santosa, dan juga beberapa garis penghubung diantara ruangan tersebut yang memiliki arti dimana empat garis hubung menggambarkan indikator A pada ARC sebelumnya yaitu mutlak perlu berdekatan, lalu tiga garis hubung menggambarkan indikator E yaitu sangat perlu berdekatan, lalu dua garis hubung menggambarkan indikator I yaitu penting berdekatan, lalu satu garis hubung menggambarkan indikator O yaitu tidak jadi soal, sedangkan untuk indikator U dan X tidak diberikan garis hubung karena menggambarkan ruangan tersebut tidak perlu untuk berdekatan. Kode angka yang ada pada peta ARD tersebut menunjukkan ruangan produksi, yaitu:

- 1 = ruang pelayuan
- 2 = ruang giling
- 3 = ruang oksidasi enzimatis
- 4 = ruang pengeringan
- 5 = ruang sortasi
- 6 = ruang pengepakan

Ruangan nomor 1 dan ruang nomor 2 diberikan dua garis hubung yaitu penting untuk berdekatan, sedangkan ruang nomor 1 dan ruang nomor 3 diberikan satu garis hubung yaitu tidak jadi soal (biasa). Selanjutnya yaitu ruangan nomor 2 dan ruangan nomor 3 diberi empat garis hubung dimana hal tersebut berarti kedua ruangan ini memiliki indikator mutlak perlu berdekatan. Sedangkan ruang nomor 2 dan nomor 4 diberi satu garis hubung yaitu tidak jadi soal. Lalu selanjutnya ruangan nomor 3 dan nomor 4 diberi tiga garis hubung yaitu sangat perlu berdekatan. Sedangkan ruang nomor 3 dan nomor 5 diberi satu garis hubung yaitu tidak jadi soal. Selanjutnya yaitu ruangan nomor 4 dan nomor 5 diberi dua garis hubung yaitu penting untuk berdekatan. Sedangkan nomor 4 dan 6 hanya satu garis hubung yang tidak jadi soal. Selanjutnya yaitu ruangan nomor 5 dan ruang nomor 6 diberi dua garis hubung yang berarti penting untuk berdekatan.

Area Allocation Diagram

Area allocation diagram (AAD) merupakan lanjutan dari ARD, dimana ARD telah diketahui kesimpulan tingkat kedekatan antar aktivitas, dengan demikian berarti bahwa ada sebagian aktivitas harus dekat dengan aktivitas lain dan ada juga sebaliknya, atau dapat dikatakan bahwa hubungan antar aktivitas mempengaruhi tingkat kedekatan antar tata letak aktivitas tersebut.



Gambar 6. AAD Pabrik Santosa

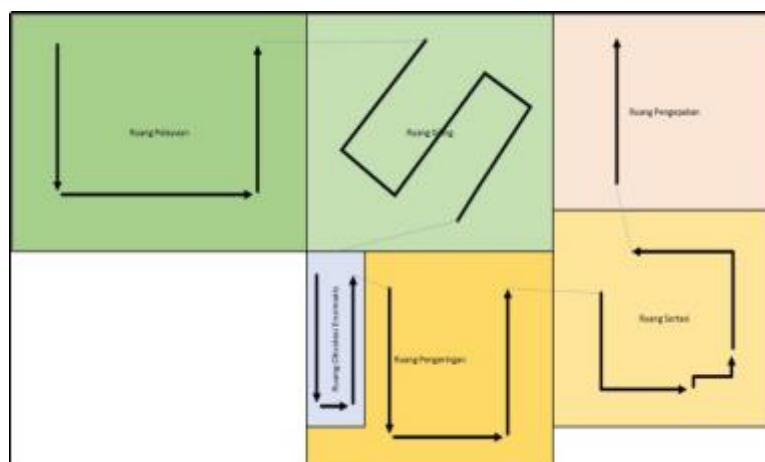
ARC dan AAD merupakan jenis peta yang dapat menggambarkan hubungan antara ruangan-ruangan produksi. Dapat dilihat yang pertama yaitu ruang pelayuan sangat berdekatan dengan ruang giling karena daun teh yang sudah dilayukan akan langsung memasuki tahap penggilingan. Lalu selanjutnya ruang giling berdekatan dan berhubungan secara langsung dengan ruang oksidasi enzimatis, karena pucuk teh yang sudah dihancurkan harus segera dilakukan proses fermentasi.

Tahap selanjutnya yaitu ruang oksidasi enzimatis dengan ruang pengeringan, kedua ruangan ini sangat berdekatan karena bubuk teh yang sudah difermentasikan harus segera dikeringkan untuk menghentikan proses fermentasi dan membunuh sisa-sisa bakteri yang terbawa pada tahap sebelumnya. Lalu setelah itu ruangan pengeringan dan ruang sortasi yang harus berdekatan, karena bubuk teh yang sudah dikeringkan harus disortir untuk memisahkan sisa kotoran yang masih terbawa pada tahap sebelumnya dan juga untuk dipisahkan sesuai dengan ukuran, berat, dan grade-nya masing-masing.

Tahap yang terakhir yaitu ruang sortasi dan ruang pengepakan, kedua ruangan ini harus didekatkan karena teh yang sudah dipisahkan sesuai dengan *grade*-nya akan disimpan dalam peti miring dan nantinya akan segera dibungkus kedalam *paper sack*.

Template

Template merupakan tahap lanjutan yang merupakan suatu gambaran yang lebih jelas dari sebuah tata letak pabrik dan merupakan gambaran yang lebih detail dari *area allocation diagram* yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Informasi yang dapat dilihat dari *template* diantaranya yaitu tata letak ruangan bagian produksi, aliran setiap material, dimulai dari tahap produksi yang pertama sampai dengan *finishing* yang menggunakan gambar pola dasar aliran horizontal.



Gambar 7. Template Pabrik Santosa

Pada gambar 5 diatas dapat dilihat bentuk dari *template* lengkap dengan jenis pola aliran bahan yang dapat diterapkan pabrik Santosa. Tanda panah berwarna hitam menunjukkan bentuk aliran bahan yang digunakan pada setiap ruangan produksi dimulai dari tahap awal sampai tahap akhir. Sedangkan tanda garis putus-putus berwarna biru menunjukkan perpindahan aliran bahan dari ruangan satu ke ruangan yang lainnya.

Pada ruang pelayuan, pola aliran bahan yang diterapkan yaitu pola berbentuk U. Bentuk ini diterapkan karena diharapkan daun teh yang sudah dilayukan mengakhiri proses pada tempat yang relatif sama dengan awal proses. Sedangkan pada ruang giling menggunakan pola aliran bahan bentuk zig-zag karena proses produksi relatif lebih panjang dari yang digunakan, selain itu juga hal ini bertujuan untuk memaksimalkan ruangan dengan jumlah mesin yang ada.

Pada ruangan oksidasi enzimatis dan ruang pengeringan sama-sama menggunakan pola berbentuk U, karena diharapkan dapat memaksimalkan ruangan dan produk dapat mengakhiri proses pada titik tertentu. Sedangkan pada ruang sortasi menerapkan pola aliran bahan bentuk melingkar, bentuk ini digunakan karena produk yang sudah diproses diharapkan kembali pada posisi awal atau mendekati posisi awal. Lalu selanjutnya yaitu ruang pengepakan, pada ruangan ini diterapkan pola aliran bahan bentuk garis lurus (*Straight Line*) karena proses yang terjadi pada ruangan pengepakan relatif pendek dan sederhana, hanya menyangkut beberapa komponen saja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat selama kegiatan penelitian yaitu:

1. Jumlah produksi PT. Perkebunan Nusantara VIII Talunsantosa pada tahun 2018, teh hitam yang dihasilkan masih dapat dikatakan baik karena tidak melebihi batas standar yaitu dengan nilai B/K 4,40.
2. Tahapan pengolahan teh hitam ortodoks yaitu dimulai dari pengangkutan dan penerimaan bahan baku, pelayuan, penggilingan, oksidasi enzimatis, pengeringan, sortasi dan pengepakan.
3. Pada peta ARC terdapat 1 indikator A yang mutlak perlu berdekatan, 1 indikator E yang sangat perlu berdekatan, 3 indikator I yang penting berdekatan, 4 indikator O yang tidak jadi soal, 5 indikator U yang tidak perlu berdekatan dan 1 indikator X yang tidak diharapkan berdekatan.
4. Tata letak yang diterapkan pada pabrik Santosa sudah baik jika dilihat berdasarkan tingkat kepentingan antar ruangan produksi.

Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah diperlukan penelitian lanjutan mengenai perancangan alternatif tata letak yang dapat lebih memaksimalkan kinerja produktivitas para pekerja dan menaikkan jumlah produksi setiap tahunnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J. (1990). *Tata Letak Pabrik Dan Penanganan Bahan, diterjemahkan oleh Nurhayati Mardiono* (3rd ed.). Bandung: ITB.
- Ardiansah, I., Totok, P. & Gita, A. (2017). Analisis Perencanaan Dan Pengendalian Persediaan Beras Pada Perum Bulog Divisi Regional Jawa Barat. *Jurnal String*, 2.
- Arianty, N. (2013). Analisis Perbedaan Pasar Modern dan Tradisional Ditinjau Dari Strategi Tata Letak (Layout) dan Kualitas Pelayanan. *Manajemen Dan Bisnis*, 13(01), 12.
- Ekoanindiyo, F. A. & Wedana, Y. A. (2012). Perencanaan Tata Letak Gudang Menggunakan Metode Shared Storage Di Pabrik Plastik Kota Semarang, VI, 46–57.
- Sutanto, H. A. (2005). Analisis Efisiensi Alat Tangkap Perikanan Gillnet Dan Cantrang. *Program Pasca Sarjana*.
- Wardiman, D. (2015). *Gambaran Umum PTP Nusantara VIII Kebun Talunsantosa*.
- Wignjosoebroto, S. (2000). Evaluasi Ergonomis Dalam Proses Perancangan Produk. *Evaluasi Ergonomis Dalam Proses Perancangan Produk*.
- Wignjosoebroto, S. (2009). *Tata Letak Pabrik dan Pindahkanan Bahan* (Edisi Keti). Surabaya: Guna Widya..

PEMANFAATAN CANGKANG *BIVALVIA* DAN *GASTROPODA* BERBASIS ETNOZOOLOGI

Tia Sarawati¹, Rahma Wati², Muhimatul Umami³

^{1,2,3}Jurusan Tadris IPA-Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan IAIN Syekh Nurjati Cirebon,
Jl. Perjuangan By Pass Sunyaragi, Karyamulya, Kesambi, Kota Cirebon, Jawa Barat 45131
e-mail: *¹sarawatytya@gmail.com, ²rahmawati24121998@gmail.com

Abstrak. *Moluska merupakan salah satu phylum pada kingdom animalia yang memiliki diversitas tertinggi kedua setelah arthropoda, sebagian besar memiliki cangkang. Salah satu jenis moluska yang banyak ditemukan di daerah Cirebon adalah bivalvia dan gastropoda. Namun pemanfaatan limbah cangkang tersebut belum termanfaatkan secara optimal sehingga perlu kajian lebih lanjut terkait hal tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemanfaatan limbah cangkang bivalvia dan gastropoda yang berbasis etnozooologi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode survey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat Cirebon terutama sekitar Hutan Pranje memanfaatkan limbah cangkang moluska terutama bivalvia dan gastropoda sebagai kerajinan dan dekorasi rumah. Tahap pembuatannya antara lain, pembersihan cangkang, pembentukan dan penghalusan, yang dilakukan secara konvensional oleh masyarakat pengrajin cangkang. Hasil kerajinan dari cangkang tersebut mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi sehingga mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar. Selain pemanfaatan cangkang sebagai kerajinan, limbah cangkang pun dapat dimanfaatkan oleh beberapa masyarakat sebagai benda yang memiliki sisi magis yang dipercayai sebagai keyakinan yang telah diwariskan oleh nenek moyang sebelumnya. Kesimpulan, limbah cangkang dari kelas bivalvia dan gastropoda dapat dimanfaatkan sebagai kerajinan, aksesoris dan dipercayai sebagai benda magis yang harus dijaga dengan baik.*

Kata kunci: *bivalvia, etnozooologi, gastropoda, kearifan lokal*

PENDAHULUAN

Perairan Cirebon memiliki sumber daya perikanan yang sangat beragam. Salah satu komoditas hasil lautnya adalah moluska yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi untuk dikembangkan sebagai kerajinan dalam memenuhi kebutuhan sandang masyarakat. Moluska merupakan salah satu filum dari kingdom animalia. Memiliki kelas terbesar yakni bivalvia dan gastropoda (Dharma, 1992).

Indonesia tercatat memiliki sekitar 3400 jenis moluska. Jenis Moluska yang sering dibudidayakan dan dimanfaatkan yakni berasal dari kelas bivalvia (Sulistijo et al., 1980). Bivalvia dan gastropoda mempunyai bentuk tubuh dan ukuran cangkang yang beraneka ragam. Bentuk cangkang ini sangat penting dalam menentukan spesies kedua kelas tersebut (Nurdin et al., 2008)

Masyarakat di sekitar perairan Cirebon umumnya sudah lama mengenal moluska, terutama dari jenis bivalvia dan gastropoda. Hutan Paranje merupakan salah satu destinasi kearifan lokal di Cirebon yang terletak di Desa Salam, Kecamatan Beber, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Pada umumnya struktur tanah dari Hutan Pranje terdiri dari perbukitan bersemak.

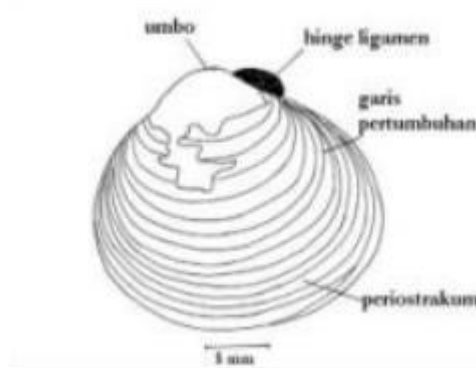
Menurut warga yang tinggal di sekitar Hutan Pranje, mengatakan bahwa dahulunya Hutan Pranje merupakan tempat dimana terjadinya pasang surut air laut, sehingga terdapat jenis moluska yang seharusnya berada di laut, tetapi ditemukan di hutan. Seiring berjalannya waktu moluska tersebut berubah menjadi fosil atau membatu.

Kearifan lokal yang berkolerasi dengan dunia nyata yang dimanfaatkan sebaigian masyarakat yang dipercayai sebagai keyakinan yang telah diwariskan oleh nenek moyang sebelumnya. Penelitian etnozooologi ini penting untuk dilakukan mengingat pengetahuan lokal yang semakin terdegradasi akibat kemajuan zaman. Studi etnozooologi ini dapat memberikan kontribusi yang besar dalam proses pengenalan sumber daya alam yang ada di suatu wilayah melalui kegiatan pengumpulan data pengetahuan lokal masyarakatdesa Tengah Tani kabupaten Cirebon setempat. Kajian etnozooologi oleh masyarakat di Hutan Pranje perlu dilakukan untuk menunjang upaya pelestarian dan pemanfaatan cangkang gastropoda dan bivalvia yang menjadi nilai ekonomis yang tinggi.

METODE

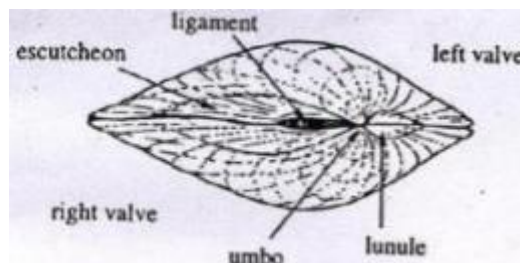
Penelitian ini dilaksanakan pada 20 November 2018 dan 30 Januari 2019, bertempat di Hutan Pranje, Desa Salam, Kecamatan Beber, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Tanggal 10 November 2018 dan 29 maret 2019 di Istana Kerang, Tengah Tani, Kabupaten Cirebon

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode penelitian studi lapangan (*field study*). Objek penelitian berupa fosil yang ditemukan di lokasi penelitian serta 2 orang responden yakni, Bapak Tarif Radisa Carbo selaku Juru Kunci Hutan Pranje dan Bapak Abdu selaku tokoh masyarakat.

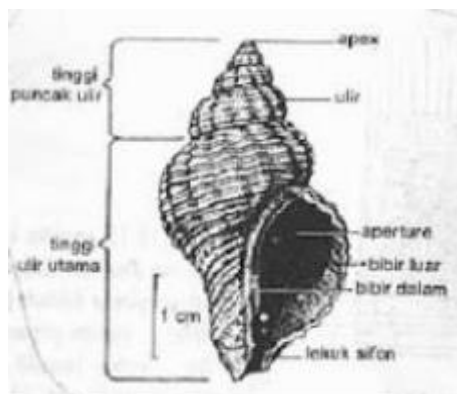


Gambar 1. Struktur Morfologi Bivalvia
(Sumber: bagibagigus.com)

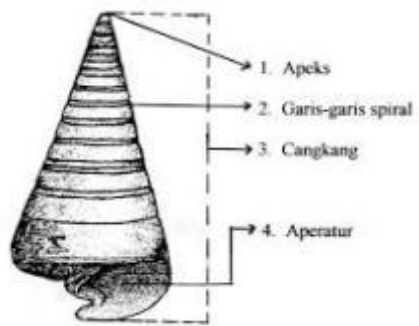
Teknik pengumpulan data dengan observasi, pedoman wawancara dan dokumentasi. Teknik analisis data dengan analisis deskriptif, transkripsi hasil wawancara dan studi literature. Identifikasi sampel fosil bivalvia dan gastropoda dilakukan dengan memperhatikan morfologi dan karakteristik dari sampel fosil moluska.



Gambar 2. Struktur Morfologi Bivalvia
(Sumber: dokumen.tips)



Gambar 3. Struktur Morfologi Gastropoda
(Sumber: giobiologi20.com)








Gambar 4. Struktur Morfologi Gastropoda
(Sumber: joeleriksson.com)

Analisis karakteristik dilakukan untuk mengetahui karakteristik yang dimiliki dari masing-masing sampel fosil Mollusca dilakukan analisis yang dikaitkan dengan jurnal pendukung yang relevan. Analisis karakteristik dilihat dari morfologi, habitat, dan pemanfaatan sampel Mollusca sebelum menjadi fosil.

HASIL DAN PEMBAHASAN





Tabel 1. Kelas Bivalvia

No	Nama Spesies dan Klasifikasi	Klasifikasi	
1.	<i>Pilsbryoconcha exilis</i>  (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Kingdom	: Animalia
		Phylum	: Mollusca
		Class	: Bivalvia
		Ordo	: Eulamellibranchiata
		Family	: Unionidae
		Genus	: <i>Pilsbryoconcha</i>
		Species	: <i>Pilsbryoconcha exilis</i> (Pennak, 1953)
2.	<i>Anadara granosa</i>  (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Kingdom	: Animalia
		Phylum	: Mollusca
		Class	: Bivalvia
		Ordo	: Arcoida
		Family	: Archidae
		Genus	: <i>Anadara</i>
		Species	: <i>Anadara granosa</i> (Barnes, 1989)
3.	<i>Spisula solidissima</i>  (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Kingdom	: Animalia
		Phylum	: Mollusca
		Class	: Bivalvia
		Ordo	: Veneroida
		Family	: Mactridae
		Genus	: <i>Spisula</i>
		Species	: <i>Spisula solidissima</i> (Dillwyn, 1817)
4.	<i>Perna viridis</i>  (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Kingdom	: Animalia
		Phylum	: Mollusca
		Class	: Bivalvia
		Ordo	: Anisomyria
		Family	: Mytilidae
		Genus	: <i>Perna</i>
		Species	: <i>Perna viridis</i> (Linnaeus, 1758)

5.	<i>Pinctada maxima</i>	Kingdom	: Animalia
		Phylum	: Mollusca
		Class	: Bivalvia
		Ordo	: Pterioida
		Family	: Pteriidae
		Genus	: Pinctada
		Species	: <i>Pinctada maxima</i> (Linnaeus, 1758)

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tabel 2. Kelas Gastropoda

No.	Nama Spesies dan Gambar	Klasifikasi	
1.	<i>Ellobium aurisjudae</i>	Kingdom	: Animalia
		Phylum	: Mollusca
		Class	: Gastropoda
		Family	: Ellobiidae
		Genus	: Ellobium
		Species	: <i>Ellobium aurisjudae</i> (Linnaeus, 1758)
2.	<i>Turritella terebra</i>	Kingdom	: Animalia
		Filum	: Mollusca
		Kelas	: Gastropoda
		Family	: Turritellidae
		Genus	: Turritella
		Species	: <i>Turritella terebra</i> (Linnaeus, 1758)
3.	<i>Pila ampullacea</i>	Kingdom	: Animalia
		Phylum	: Mollusca
		Class	: Gastropoda
		Family	: Ampullariidae
		Ordo	: Ampullariinae
		Genus	: Pila
		Species	: <i>Pila ampullacea</i> (Linnaeus, 1758)
4.	<i>Lymnaea rubiginosa</i>	Kingdom	: Animalia
		Phylum	: Mollusca
		Class	: Gastropoda
		Ordo	: Hygrophila
		Family	: Lymnaeidae
		Genus	: Lymnaea
		Species	: <i>Lymnaea rubiginosa</i> (Rafinesque, 1815)

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan tabel hasil penelitian diatas, terdapat 9 jenis moluska yang telah menjadi fosil di Hutan Pranje. Fosil tersebut terdiri dari 9 spesies, 9 genus, dan 9 famili. Kelas bivalvia terdiri dari 4 jenis, sementara dari kelas gastropoda terdiri dari 5 jenis.

Fosil moluska yang ditemukan dijadikan sebagai benda magis kepercayaan masyarakat Hutan Pranje sertadi istana kerang kabupaten Cirebon cangkang dari filum moluska dapat dijual dengan harga jual yang tinggi.

Pilsbryconcha exilis

Pilsbryconcha exilis memiliki nama lokal yakni kerang kijing. Termasuk kedalam kelas bivalvia dalam phylum moluska. Berdasarkan hasil analisis *Pilsbryconcha exilis* memiliki dua buah cangkang, berbentuk simetri bilateral, memiliki cangkang yang terdapat 2 umbo yang terletak pada

persendiannya. Memiliki garis pertumbuhan. Fosil moluska yang ditemukan memiliki 9 garis pertumbuhan yang terlihat jelas. Memiliki 8 periostrakum. Memiliki 1 ligamen dan 1 lunule.

Ciri umum dari *Pilsbryconcha exilis* mempunyai bentuk tubuh bilateral atau simetris, tidak beruas-ruas, tubuh lunak dan ditutupi mantel yang menghasilkan zat kapur, bentuk kepala jelas, bernapas dengan paru-paru atau insang. (Nurjanah, 2005)

Cangkang kerang kijing dapat dimanfaatkan sebagai aksesoris rumah yang dapat menambah nilai estika rumah, namun dalam kepercayaan masyarakat Hutan Pranje fosil dari kerang kijing dapat menambah keberkahan dari pemiliknya.

Anadara granosa

Berdasarkan hasil pengamatan, *Anadara granosa* memiliki 2 cangkang dan 2 umbo, namun dalam penelitian ini umbo pada fosil jenis *Anadara granosa* sudah rusak. *Anadara granosa* berbeda dengan *Pilsbryconcha exilis* yang memiliki garis konsentris atau garis pertumbuhan yang horizontal, sementara *Anadara granosa* memiliki garis pertumbuhan yang vertikal.

Berdasarkan sampel fosil *Anadara granosa* yang ditemukan memiliki 24 garis pertumbuhan. Bagian cangkangnya ditutupi dengan zat kapur. Memiliki 1 ligamen dan 1 lunule yang dapat terlihat jelas.

Kerang darah merupakan jenis bivalvia yang hidup pada dasar perairan dan mempunyai ciri khas yaitu ditutupi oleh dua keping cangkang (valve) yang dapat dibuka dan ditutup karena terdapat sebuah persendian berupa engsel elastis. (Nurjanah, 2005).

Anadara granosa juga dapat dijadikan sebagai hiasan lampu ataupun dinding rumah yang bisa menciptakan kenyamanan dalam melihatnya, namun fosil dari *anadara granosa* dipercayai oleh masyarakat sekitar Hutan Pranje sebagai penolak bala.

Spisula solidissima

Spisula solidissima memiliki nama lokal kerang selam atlantik, juga disebut kerang bar, kerang ayam, skimmer, atau kerang laut. Kerang selam atlantik termasuk kelas bivalvia karena bentuk tubuhnya yang pipih.

Berdasarkan hasil pengamatan kerang *Spisula solidissima* atau kerang selam atlantik memiliki morfologi dengan cangkang berbentuk oval pipih, kuat dan halus, kecuali untuk garis pertumbuhan tidak beraturan. Fosil kerang tersebar di Hutan Pranje dengan cangkang yang tertutup zat kapur.

Perna viridis

Perna viridis termasuk dalam kelas bivalvia atau pelecypoda. Cangkang *Perna viridis* berbentuk segitiga lonjong dengan garis-garis pertumbuhan pada cangkang bagian luar yang jelas dimana pada *Perna viridis* dewasa memiliki bagian yang kuat untuk menempel. Kerang hijau dapat mencapai panjang maksimum 16,5cm, tetapi umumnya ditemukan berukuran 8cm (Gosling, 2004).

Berdasarkan hasil analisis, *Perna viridis* yang ditemukan tersebar luas di Hutan Pranje dengan karakteristik dan ciri khas tersendiri dalam *perna viridis* yang ditemukan garis-garis lingkaran tahun yang kurang terlihat tertutup zat kapur sehingga untuk melihat garis lingkaran tahun memerlukan pengelasan terlebih dahulu, bentuknya seperti lempengan batu.

Pinctada maxima

Pinctada maxima mempunyai nama lokal kerang mutiara. Berdasarkan hasil pengamatan *Pinctada maxima* tersebar luas di Hutan Pranje dengan morfologi fosil sepasang cangkang yang bergirigi berwarna kuning kecoklatan berbentuk pipih ditemukan hanya berupa cangkang tanpa isi didalamnya. memilikisepasang cangkang, bentuknya pipih berwarna kuning kecoklatan.

Kedua cangkang *Pinctada maxima* tidak memiliki cangkang sama bentuknya (*inequivalven*), cangkang agak pipih sedangkan cangkang kiri cembung. Dibagian tengah dorsal sepasang cangkang dihubungkan oleh ligamen yang elastis serta adanya gigi engsel. Kedua cangkang memiliki otot yang liat dan kuat yang berfungsi untuk membuka dan menutup. (Susilowati & Sumantadinata, 2009).

Ellobium aurisjudae

Ellobium aurisjudae memiliki nama lokal sebagai keong. Dapat ditemukan menempel pada substrat. Sehingga pada saat penelitian fosil ini ditemukan dekat dengan bebatuan. Berdasarkan hasil

pengamatan, *Ellobium aurisjudae* memiliki bentuk apex atau puncak cangkang yang tumpul dengan bentuk yang lonjong dan sedikit mengecil ke bagian dekat bibir luar. Sama seperti fosil Moluska jenis lainnya, fosil *Ellobium aurisjudae* memiliki cangkang yang ditutupi dengan zat kapur.

Turritella terebra

Turritella terebra memiliki nama lokal yakni kerang sumpil, dapat dijumpai diperairan dangkal. Dan merupakan jenis moluska yang banyak ditemukan dalam bentuk fosil di Hutan Pranje. Berdasarkan hasil analisis, *Turritella terebra* memiliki bentuk cangkang yang mengerut ke atas, apex berbentuk runcing, pada cangkang terdapat garis-garis spiral. Sampel fosil *Turritella terebra* yang diamati memiliki 8 garis-garis spiral. Memiliki cangkang yang tertutupi dengan zat kapur, dan apabila di hilangkan zat kapur tersebut sampel fosil menghasilkan warna yang menarik dan bervariasi.

Turritella terebra memiliki cangkang langsing serupa gulungan benang, seluk 9-10, dindingnya melingkar sempurna, mengkilap, dan transparan, seluk akhir dengan tinggi 2/5 dari seluruh tinggi cangkang, garis taut (Karyanto, 2016).

Pila ampullacea

Pila ampullacea memiliki nama lokal keong sawah atau keong mas termasuk kedalam kelas Gastropoda, karena memiliki cangkang yang membulat. Berdasarkan hasil pengamatan, *Pila ampullacea* memiliki morfologi berupa cangkang yang membulat dengan apex berada dibagian sampingnya serta tidak meruncing ke atas. Cangkang yang ditemukan berwarna putih, namun saat bagian kapurnya dihilangkan, cangkang tersebut menjadi warna coklat. Seperti namanya keong sawah ini dapat ditemukan di sawah ataupun perairan tawar.

Lymnaea rubiginosa

Berdasarkan hasil pengamatan *Lymnaea rubiginosa* memiliki apex yang meruncing, namun tidak lebih runcing dari kerang sumpil. Fosil *Lymnaea rubiginosa* memiliki warna cangkang yang sama ketika telah menjadi fosil yakni berwarna putih. Bibir luarnya terlihat jelas. Memiliki 3 garis-garis spiral.

Lymnaea rubiginosa spesies yang tersebar di Hutan Pranje memiliki panjang berkisar antara 2-4 cm, tipe cangkang memanjang dengan bagian ulir utama yang melebar, memiliki apeks meruncing, celah mulut lebar dengan lekuk sifon tumpul, memiliki warna cangkang kuning pucat.

Menurut hasil wawancara dengan Bapak Tarif Radisa Carbo (Kakang Arya Ireng), dengan Bapak Abdu selaku tokoh masyarakat, Hutan Pranje dahulunya adalah tempat terjadinya pasang surut air laut yang membawa jenis-jenis moluska, lalu karena terjadinya penyurutan air laut bertahun-tahun mengakibatkan beberapa jenis moluska tertinggal dan berubah menjadi fosil atau membuat

Hutan Pranje memiliki jarak sekitar 12km dari laut. Jika jarak 5m permukaan dari laut membutuhkan waktu 40 tahun. Sehingga menurut Bapak Tarif Radisa Carbo ada pembuktian bahwa dahulu Hutan Pranje merupakan laut.

Bapak Tarif Radisa Carbo mulai mencari fosil sejak tahun 1975. Karena ketertarikannya terhadap fosil moluska yang unik dan nyata serta harga yang ekonomi yang tinggi jika diolah atau dilas lebih halus sampai zat kapur yang menempel pada fosil itu hilang. Fosil yang terdapat banyak populasinya di Hutan Pranje diantaranya jenis fosil kelas bivalvia dan gastropoda. Spesies yang lebih banyak ditemukan yakni *Turritella terebra* dan *Pilsbryoncha exilis*.

Fosil moluska yang terdapat di Hutan Pranje dimanfaatkan oleh Bapak Radisa Carbo sebagai hiasan dan aksesoris. Tahap awal proses pengolahan fosil moluska antara lain, pembersihan cangkang, pembentukan dan penghalusan, yang dilakukan oleh Bapak Radisa Carbo selaku pengrajin fosil moluska.

Hasil kerajinan dari fosil moluska tersebut dapat dijual sehingga mampu meningkatkan kesejahteraan keluarga Bapak Radisa Carbo. Selain pemanfaatan fosil moluska sebagai kerajinan, limbah fosil moluska juga dapat dimanfaatkan oleh beberapa masyarakat sebagai benda yang memiliki sisi magis yang dipercayai sebagai keyakinan yang telah diwariskan oleh nenek moyang sebelumnya.

Cangkang kerang yang dijadikan aksesoris dan hiasan rumah yang bernilai jual tinggi di kelola oleh industry kerajinan kerang di Cirebon dengan tahapan.

Proses eksperimentasi atau pengolahan pada filum moluska yang dapat dijadikan hiasan dinding sendiri dibagi dalam beberapa tahap, yakni:

- a. Eksperimentasi melalui proses pembenflikan (eksperimen bentuk). Dilakukan dengan pemukulan cangkang kerang sampai menjadi pipih sebelumnya kerang dibersihkan terlebih dahulu Eksperimentasi ini dilakukan dengan tujuan mencari alternatif bentuk sisa cangkang kerang hijau sehingga memungkinkan diolah menjadi sebuah produk dengan fungsi sederhana.
- b. Eksperimentasi melalui pemanasan (eksperimen suhu). Setelah berbentuk pipih kerang di panaskan guna untuk menghasilkan kualitas yang bagus Eksperimentasi ini bertujuan guna mencari perubahan fisik kerang sehingga diharapkan cangkang kerang hijau dapat mudah dibentuk menjadi suatu bentuk produk tertentu.
- c. Eksperimentasi melalui pencampuran dan penggabungan material lain (eksperimen kombinasi material lain). Eksperimentasi ini untuk mendapatkan kemungkinan pencampuran material lain dengan cangkang kerang hijau agar didapat percampuran material baru yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan sebelumnya.
- d. Eksperimentasi melalui proses pewamaan dan penyelesaian akhir (eksperimen/ inishing). Eksperimentasi ini bertujuan untuk mendapatkan proses pewamaan dan penyelesaian akhir permukaan produk, sehingga produk memiliki karakter berbeda, yang lebih kuat, bersih serta aman digunakan tanpa harus kehilangan karakteristik dari bivalvia atau gastropoda yang diolah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa di Hutan Pranje, Kecamatan Beber, Kabupaten Cirebon terdapat fosil moluska. Jenis fosil moluska yang ditemukan adalah kelas bivalvia terdiri dari 5 spesies (*Pilsbryconcha exilis*, *Anadara granosa*, *Perna viridis* dan *Spisula solidissima*, *Pinctada maxima*) dan gastropoda terdiri dari 4 spesies (*Ellobium aurisjudae*, *Turritella terebra*, *Pila ampullacea* dan *Lymnaea rubiginosa*). Proses pengidentifikasian pada fosil moluska dilakukan dengan mengidentifikasi dan menganalisis morfologinya.

Fosil moluska tersebut dijadikan sebagai bahan pembelajaran zoologi avertebrata dengan memahami karakter taksonomi moluska dalam upaya menginventarisasi fosil moluska berbasis kearifan lokal di Cirebon. Fosil moluska yang terdapat di Hutan Pranje dimanfaatkan sebagai hiasan, aksesoris dan sebagai benda yang memiliki sisi magis oleh masyarakat sekitar. Penulis menyarankan untuk penelitian lebih lanjut dapat meneliti keberagaman fosil yang terdapat di Hutan Pranje dan sampel fosil yang ditemukan dapat diuji untuk mengetahui secara pasti usia fosil sebenarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Muhimatul Umami selaku dosen pembimbing, serta semua rekan- rekan yang membantu dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, N. T. (1974). *American Seashell Second Editon*. New York: Van Nostrand Reinhold Co.
- Barnes, R. D. (1974). *Invertebrata Zoologi*. 3rd Edition. Philadelphia: W.B. Saunder Comp.
- Cappenberg, H. A. W., Aziz, A. & Aswandy, I. (2006). Komunitas Moluska di Perairan Teluk Gilimanuk, Bali Barat. *Oseonologi dan Limnologi di Indonesia*, 40, 53-64.
- Dibyowati, L. (2009). Keanekaragaman Moluska (Bivalvia dan Gastropoda) di Sepanjang Pantai carita, Pandeglang, Banten. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Elok, M. K. (2013). Potensi Keunggulan Lokal Berbasis Karakter dalam Pendidikan Biologi di Indonesia. *Jurnal Seminar Nasional Biologi UNS*.
- Gosling, E. (2004). *Bivalvia Mollusc Biology, Ecology and Culture*. Fishing Bews Books.
- Karyanto. (2016). *Fosil Keong*. Yogyakarta: CV. Mutiara Central.
- Nurjanah, Zulhamsyah & Kustiariyah. (2005). Kandungan Mineral dan Proksimat Kerang Darah (*Anadara granosa*) yang diambil dari Kabupaten Boalemo, Gorontalo. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 8(2), 15-24.
- Sulistiawan, R. S. N. (2007). *Potensi Kijing (Pilsbryconcha exilis) sebagai Biofilter Perairan di Waduk Cirata, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat*.

- Susilowati, R. & Sumantadinata, K. (2009). *Keragaman genetik tiram mutiara sebagai informasi dasar untuk pemuliaan tiram mutiara*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Weinberg, J. R., Murawski, S. A. & Serchuk, F. M. (1997). Sejarah dan Manajemen Perikanan *Surfclam* Atlantik AS. *Jurnal Penelitian Shellfish*, 16(1), 277-278.

PERTUMBUHAN DAN YIELD KEDELAI KULTIVAR GEMA MELALUI PEMUPUKAN NANOSILIKA DAN *Rhizobacteria* DI LAHAN KERING

Arif Umami*¹, Valensi Kautsar²

^{1,2}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Stiper, Yogyakarta 55282
e-mail : *¹umamiarif@instiperjogja.ac.id, ²valkauts@instiperjogja.ac.id

Abstrak. Kedelai merupakan salah satu komoditas pangan strategis di Indonesia. Kebutuhan konsumsi dalam negeri lebih dari 60% masih diimpor dari luar negeri. Pendekatan baru perlu dilakukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor melalui peningkatan produksi kedelai nasional. Peluang peningkatan produksi kedelai masih terbuka lebar melalui pemanfaatan lahan kering sebagai lahan pertanian. Peningkatan kesuburan lahan kering tentu diperlukan agar tanaman dapat menghasilkan yield yang tinggi. Hal ini dapat dilakukan melalui pemupukan yang tepat. Aplikasi pupuk nanosilika dan Pupuk *Rhizobacteria* di penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan produksi kedelai di lahan kering. Penelitian bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan yield tanaman kedelai kultivar Gema terhadap penggunaan pupuk nano-silika dan *Rhizobacteria*. Rancangan Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor meliputi konsentrasi nanosilika (0, 100 dan 200 ppm) dan konsentrasi pupuk *Rhizobacteria* (0, 5, 10 dan 15 %). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi kedelai dengan perlakuan nanosilika 100 ppm dan *Rhizobacteria* 10% mampu menghasilkan yield tanaman kedelai lebih tinggi dibandingkan kontrol. Adanya nanosilika dan *Rhizobacteria* mampu menghasilkan yield tanaman yang baik melalui peningkatan serapan unsur hara, sintesis hormon pemacu tumbuh tanaman dan ketahanan tanaman terhadap cekaman.

Kata kunci: kedelai, lahan kering, nanosilika, *rhizobacteria*.

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Indonesia tahun 2010 sekitar 237 juta jiwa dan diperkirakan menjadi 380 juta jiwa pada tahun 2050 dengan laju pertumbuhan penduduk sekitar 1,5% per tahun atau terjadi pertambahan penduduk 3,5 juta per tahun (BPS, 2017). Peningkatan jumlah penduduk yang besar harus didukung ketersediaan pangan yang cukup. Namun produksi tanaman pangan saat ini, khususnya kedelai, masih jauh lebih rendah dari kebutuhan konsumsi nasional. Sebagai contoh, tahun 2013 produksi kedelai dalam negeri hanya mencapai 779.992 ton atau 33,9% dari total kebutuhan yang mencapai 2,2 juta ton sehingga kekurangannya sekitar 1,4 juta ton. Sementara tahun 2015 produksi kedelai mencapai 963.183 ton (BPS, 2017). Di sisi lain, peluang peningkatan produksi kedelai di dalam negeri masih terbuka lebar, baik melalui peningkatan produktivitas maupun perluasan areal tanam.

Luas lahan pertanian produktif sangat terbatas dan semakin berkurang. Setiap tahun sekitar 110.000 hektar lahan beralih fungsi menjadi lahan non-pertanian. Jika hanya bergantung kepada produksi pertanian di lahan subur maka dapat dipastikan tidak akan mampu memenuhi kebutuhan pangan nasional yang semakin meningkat. Pilihan untuk mewujudkan ketahanan dan kedaulatan pangan adalah perluasan lahan pertanian pada lahan-lahan marginal seperti, lahan gambut, lahan sulfat masam, lahan pasang surut dan pada lahan kering. Luas total lahan kering Indonesia sekitar 148 juta ha (Mulyani, 2006). Lahan tersebut kondisi kesuburannya rendah, sehingga diperlukan inovasi teknologi untuk memperbaiki produktivitasnya salah satu contohnya yaitu dengan pemupukan hayati dan pemanfaatan teknologi pupuk nano.

Silika merupakan unsur hara non-esensial, namun silika sangat bermanfaat bagi tanaman. Berbagai penelitian telah dilakukan dalam pemanfaatan nanosilika dibidang pertanian. Nano-silika diketahui dapat menekan laju transpirasi tanaman tomat yang mengalami defisit air (Silva, 2012). Nanosilika dapat mempercepat perkecambahan dan meningkatkan pertumbuhan kacang *Vicia faba* . (Roohizadeh et al., 2015) Nanosilika juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman shorgum terhadap kekeringan (Ahmed et al., 2011).

Rhizobacteria adalah kelompok bakteri menguntungkan yang mengkolonisasi lapisan tanah tipis antara 1-2 mm di sekitar zona perakaran (rizosfer). Aktivasinya memberi keuntungan bagi pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Pengaruh langsung Rhizobacteria didasarkan atas kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu tumbuh. Sedangkan pengaruh tidak langsung berkaitan dengan kemampuan rhizobacteria menekan aktivitas patogen dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik dan siderophore. Rhizobacteria juga mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan (Zahedi & Abbasi, 2015).

Berdasarkan nilai indeks sensitivitas cekaman (ISC), Gema merupakan kultivar kedelai yang tidak tahan terhadap cekaman kekeringan ($ISC > 1$) (Suryanti et al., 2015). Penggunaan pupuk nano-silika dan rhizobacteria di harapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan terhadap kekeringan kultivar kedelai Gema, sehingga memberikan solusi pada rendahnya produktivitas tanaman kedelai, serta optimalisasi lahan kering di Indonesia sebagai lahan pertanian.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah kedelai varietas Gema yang didapatkan di Balai Pengembangan Benih Dinas Pertanian Propinsi DIY. Nanosilika didapatkan dari LIPI Serpong, Tangerang sementara itu Rhizobacteria dibuat menggunakan Rhizosfer akar bambu dan putri malu. Penelitian dilaksanakan di Kebun Penelitian dan Pendidikan Institut Pertanian Yogyakarta pada bulan Maret – Agustus 2018. Benih kedelai disemai pada polybag yang telah diisi media tanah pasir (regosol). Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial terdiri atas 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor 1 yaitu konsentrasi nano-silika terdiri dari $N_0 = 0$ ppm, $N_1 = 100$ ppm dan $N_2 = 200$ ppm. Faktor 2 yaitu konsentrasi rhizobacteria meliputi $P_0 = 0\%$; $P_1 = 5\%$; $P_2 = 10\%$ dan $P_3 = 15\%$.

Uji Total Mikroba, Pelarut Fosfat dan Penambat Nitrogen

Pupuk Rhizobacteria dilakukan perhitungan total mikroba menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*) menggunakan medium Nutrien Agar. Sementara itu Uji Pelarut Fosfat menggunakan medium *Pikovskaya*, Koloni yang dihitung adalah koloni yang mampu memberikan zona bening pada medium. Uji Penambat Nitrogen menggunakan medium *Yeast Mannitol Extract Agar* dengan pewarnaan *Congo red*, koloni mikroba yang dihitung adalah koloni yang menyerap warna merah.

Pemupukan Nanosilika dan Rhizobacteria

Pemupukan Nanosilika dan Rhizobacteria dilakukan pada tanaman 14 HST setiap 2 minggu sekali dan dihentikan pada umur tanaman 64 HST. Larutan nanosilika dibuat sesuai dengan perlakuan dan diaplikasikan pada tanaman dengan dosis 50 mL/2 minggu. Sementara Rhizobacteria diaplikasikan dengan konsentrasi sesuai perlakuan dan dosis 100 mL/2 minggu. Penyiraman dilakukan seminggu sekali sampai kapasitas lapang.

Variabel Penelitian

Variabel yang diukur pada penelitian ini adalah berat basah tajuk, berat kering tajuk, jumlah daun berat basah akar, berat kering akar, klorofil a, klorofil b, klorofil total, jumlah polong, jumlah biji, berat 100 biji dan potensi hasil. Variabel kadar klorofil a, kadar klorofil b. Kadar klorofil total, jumlah daun, berat basah tajuk, berat kering tajuk, berat basah akar dan berat kering akar diamati pada umur 8 minggu setelah tanam. Variabel jumlah polong, jumlah biji, berat 100 biji, dan potensi hasil diamati pada umur 12 minggu setelah tanam.

Kandungan Klorofil a, Klorofil b dan Klorofil Total

Pengamatan kandungan klorofil dilakukan pada umur 8 minggu setelah tanam menurut metode destruksi. Ekstraksi klorofil dari daun kedelai dilakukan dengan menghaluskan 0,1 gram daun segar tanaman dengan pelarut acetone 80%. Ekstrak daun kemudian disaring menggunakan kertas saring. Filtrat kemudian diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 645 dan 663nm.

Hasil absorbansi yang didapat kemudian dimasukkan ke dalam rumus berikut:

Klorofil A = $(12,21 (A663) - 2,81(A645)) \times (\text{volume}) / 1000 \times \text{berat sampel (g)}$

Klorofil B = $(20,13 (A645) - 5,03(A663)) \times (\text{volume}) / 1000 \times \text{berat sampel (g)}$

Klorofil total = $20,2 \times A645 + 8,02 \times A663$

Analisis Data

Data hasil pengamatan di analisis dengan sidik ragam. Untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan dilakukan uji lanjut dengan uji jarak berganda *Duncan* atau *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada jenjang nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kedelai tidak dipengaruhi oleh pemupukan rhizobacteria kecuali pada variabel berat kering akar, kandungan klorofil b dan klorofil total (Tabel 1). Secara umum pemberian konsentrasi 10% memberikan hasil yang baik dibandingkan kontrol (tanpa rhizobacter). Pertumbuhan tanaman kedelai juga tidak dipengaruhi oleh pemupukan nanosilika dengan berbagai konsentrasi (Tabel 2). Meskipun demikian, pupuk rhizobacteria dengan nanosilika memberikan interaksi nyata pada variabel volume akar (Tabel 3). Pemberian nanosilika bersama rhizobacteria memberikan hasil volume akar yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian Rubin et al. (2017) bahwa pupuk rhizobacter mampu meningkatkan pertumbuhan akar pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan.

Mekanisme pemacu pertumbuhan oleh rhizobacteria bervariasi secara fisik dan kimia. Rhizobacteria menurut Lim & Kim (2013) dan Hayat (2010) menghasilkan aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase yang mampu mendegradasi ethylene (hormone yang menghambat pertumbuhan akar dan batang saat kondisi tercekam kekeringan). Secara fisik, rhizobacteria menghasilkan matriks ekstraseluler yang mengandung oligo dan polisakarida (penting dalam menahan air) sehingga tanah lebih adaptif terhadap kekeringan (Naseem & Bano, 2014; Timmusk et al., 2014).

Tabel 1. Pengaruh Pupuk rhizobacteria terhadap pertumbuhan kedelai Gema

Variabel	Tanpa Rhizobacter	Rhizobacter 5%	Rhizobacter 10%	Rhizobacter 15%
Berat basah akar (g)	4,99±0,40b	7,54±0,93a	5,07±0,35b	5,17±0,30b
Berat kering akar (g)	0,46±0,04b	1,03±0,10a	0,88±0,10a	0,81±0,10a
Berat kering tajuk (g)	2,57±0,60a	2,47±0,41a	3,00±0,71a	3,07±0,36a
Berat basah tajuk (g)	9,39±2,17a	8,19±0,99a	11,18±2,40a	10,31±0,98a
Jumlah daun	37,89±2,51a	43,28±5,39a	40,56±2,80a	33,17±2,08a
Klorofil a (mg/g)	2,01±0,01a	2,01±0,01a	1,98±0,01a	2,00±0,01a
Klorofil b (mg/g)	1,90±0,09b	2,08±0,12b	2,37±0,07a	2,07±0,10b
Klorofil total (mg/g)	3,91±0,09b	4,09±0,12b	4,34±0,07a	4,07±0,10b
Berat 100 biji	9,89±0,58a	10,37±0,54a	9,98±0,58a	9,19±0,54a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi α 0,05

Tabel 2. Pertumbuhan kedelai Gema dengan pemupukan nanosilika

Variabel	Tanpa nanosilika	Nanosilika 100ppm	Nanosilika 200ppm
Berat basah akar (g)	5,37±0,39p	6,26±0,72p	5,43±0,51p
Berat kering akar (g)	0,84±0,12p	0,86±0,09p	0,68±0,06p
Berat kering tajuk (g)	2,51±0,40p	2,80±0,54p	3,02±0,42p
Berat basah tajuk (g)	8,90±1,16p	9,72±1,85p	10,70±1,38p
Jumlah daun	41,58±3,70p	35,08±2,98p	39,50±2,28p
Klorofil a (mg/g)	2,00±0,01p	2,00±0,01p	2,00±0,01p
Klorofil b (mg/g)	2,05±0,10p	2,04±0,09p	2,22±0,09p
Klorofil total (mg/g)	4,04±0,09p	4,04±0,09p	4,22±0,09p
Berat 100 biji	9,99±0,46p	9,74±0,49p	9,83±0,49p

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi α 0,05

Tabel 3. Volume akar tanaman kedelai dengan perlakuan berbagai konsentrasi pupuk rhizobacteria dan nanosilika

Perlakuan	Volume akar (ml)
Rhizobacteria 0% +Nanosilika 0 Ppm	3,67 ±0,33cd
Rhizobacteria 0% + Nanosilika 100ppm	5,33 ±0,33abc
Rhizobacteria 0% + Nanosilika 200ppm	3,00 ±0,00d
Rhizobacteria 5% + Nanosilika 0ppm	5,33 ±0,67abc
Rhizobacteria 5% + Nanosilika 100ppm	4,67 ±0,67abc
Rhizobacteria 5% + Nanosilika 200ppm	5,67 ±1,20abc
Rhizobacteria 10% + Nanosilika 0ppm	4,83 ±0,44abc
Rhizobacteria 10% + Nanosilika 100ppm	3,83 ±0,17bcd
Rhizobacteria 10% + Nanosilika 200ppm	5,67 ±0,88ab
Rhizobacteria 15% + Nanosilika 0ppm	6,33 ±1,33a
Rhizobacteria 15% + Nanosilika 100ppm	5,83 ±0,17a
Rhizobacteria 15% + Nanosilika 200ppm	4,50 ±0,29abc

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi α 0,05

Yield Kedelai Gema

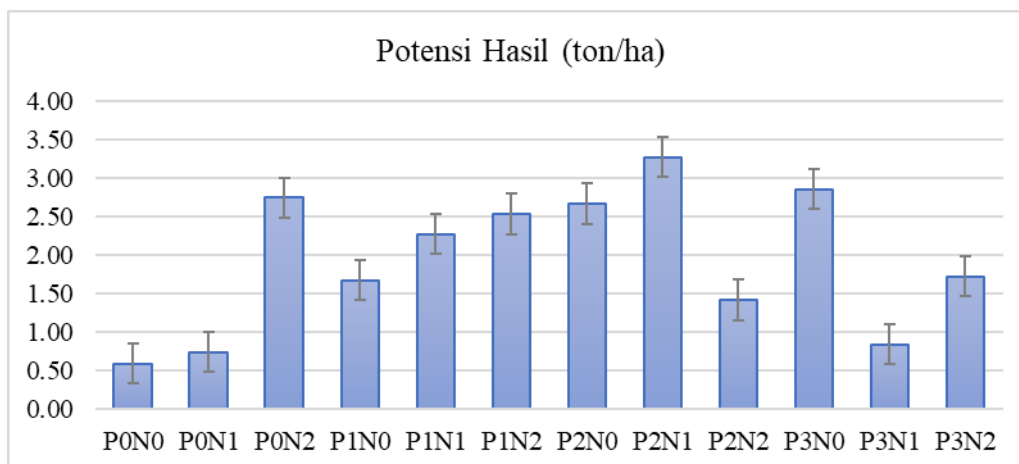
Yield tanaman kedelai Gema pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 4. meliputi jumlah polong (per tanaman), Jumlah biji (per tanaman), Berat polong (per tanaman), Berat 100 biji (g) dan potensi hasil (ton/ha). Hasil menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara perlakuan rhizobacter dengan nanosilika terhadap yield, kecuali pada variabel berat 100 biji (perlakuan tidak berpengaruh nyata). Berat 100 biji yang dihasilkan di penelitian ini pada rentang 9,19 – 10,37 g.

Tabel 4. Pengaruh rhizobacteria dan Pupuk Nano Silika terhadap Jumlah Polong, Jumlah Biji dan Berat Polong

Perlakuan	Jumlah Polong	Jumlah biji	Berat polong (g)
Rhizobacteria 0% +Nanosilika 0 Ppm	8,33 ±1,20d	13,00 ±2,65e	2,46 ±0,37c
Rhizobacteria 0% + Nanosilika 100ppm	11,33 ±2,40d	14,67 ±0,33e	3,83 ±0,34bc
Rhizobacteria 0% + Nanosilika 200ppm	26,33 ±4,37abc	59,33 ±9,68ab	18,40 ±2,82a
Rhizobacteria 5% + Nanosilika 0ppm	26,33 ±8,88abc	32,00 ±3,46cde	12,45 ±3,74a
Rhizobacteria 5% + Nanosilika 100ppm	22,67 ±6,74bcd	43,00 ±11,93bcd	11,85 ±2,25ab
Rhizobacteria 5% + Nanosilika 200ppm	27,33 ±2,60abc	49,67 ±1,33abc	15,27 ±0,95a
Rhizobacteria 10% + Nanosilika 0ppm	22,33 ±2,33bcd	48,33 ±7,06abc	14,43 ±0,51a
Rhizobacteria 10% + Nanosilika 100ppm	39,00 ±1,15a	71,00 ±5,77a	17,50 ±3,46a
Rhizobacteria 10% + Nanosilika 200ppm	17,00 ±1,00cd	50,67 ±14,24abc	15,55 ±5,43a
Rhizobacteria 15% + Nanosilika 0ppm	32,67 ±7,26ab	60,00 ±14,47ab	12,72 ±2,10a
Rhizobacteria 15% + Nanosilika 100ppm	14,67 ±1,33cd	19,00 ±0,58de	11,74 ±3,14ab
Rhizobacteria 15% + Nanosilika 200ppm	26,00 ±3,79abc	37,67 ±1,86bcde	11,31 ±0,34ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi α 0,05

Yield kedelai Gema yang tidak mendapat perlakuan nanosilika dan rhizobacteria cenderung rendah (Tabel 4 dan Gambar 1). Sementara itu, Yield kedelai yang tinggi di penelitian ini pada perlakuan rhizobacteria 10%+nanosilika 100ppm dengan jumlah polong $39,00 \pm 1.15$, jumlah biji $71,00 \pm 5,77$, berat polong $17,5 \pm 3,46$ g dan potensi hasil $3,28 \pm 0,21$ ton/ha. Meskipun, hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan rhizobacteria 15% + nanosilika 0ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa produksi optimal kedelai di lahan kering dapat dicapai dengan pemupukan rhizobacteria dan nanosilika. Hal ini juga membuktikan bahwa pemupukan tersebut mampu meningkatkan ketahanan tanaman kedelai gema terhadap kekeringan, meskipun menurut penelitian Suryanti et al. (2015) ISC (indeks sensitivitas cekaman) > 1 yang berarti Kultivar Gema tidak tahan cekaman kekeringan.



Gambar 1. Potensi Hasil tanaman kedelai (ton/ha) dengan perlakuan nanosilika dan rhizobacteria. Garis putus menunjukkan potensi Hasil tanaman kedelai varietas Gema 2,5 ton/ha menurut Kementerian Pertanian.

Ket: P0 (Rhizobacteria 0%) P1 (Rhizobacteria 5%) P2 (rhizobacteria 10%) P3 (rhizobacteria 15%). N0 (Nanosilika 0ppm) N1 (Nanosilika 100ppm) N2 (Nanosilika 200ppm)

Gambar 1 menunjukkan potensi hasil (yield) kedelai Gema yang mendapat perlakuan rhizobacteria 10% dan nanosilika 100ppm berada diatas 2,5 ton/ha yang merupakan hasil optimal di lahan pertanian subur. Hal ini disebabkan penggunaan greenhouse dalam penelitian ini sehingga dapat meminimalisir loses dan mudah dalam pengelolaan. Meskipun demikian hasil tersebut memberikan peluang untuk dikembangkan dan dicoba pada lahan kering tanpa greenhouse sehingga secara actual dapat diketahui pengaruh pemupukan rhizobacter dan nanosilika.

Aplikasi rhizobacteria menurut Zahedi & Abbasi (2015) akan meningkatkan hormon sitokinin, auksin dan giberelin, namun akumulasi asam absisat ditekan. Hal ini akan meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga lebih tahan kering. Selain itu, konsentrasi polyamine, senyawa yang hanya dihasilkan oleh tanaman saat mengalami stress kekeringan, pada kedelai yang ditanam pada kondisi kering mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa rhizobacteria mampu meningkatkan daya tahan tanaman terhadap stress kekeringan. Rhizobacteria juga membantu tanaman dalam meningkatkan ketersediaan fosfat dan membantu dalam pengikatan Nitrogen sehingga dapat dicapai Yield yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa pemupukan rhizobacteria. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan Manivasakan et al. (2013) menunjukkan bahwa nanosilika tidak berefek toksik bagi Rhizobacteria.

Peran silika dalam hal menekan kebutuhan air bagi tanaman disampaikan oleh Sapre & Vakharia (2016), silika meningkatkan pertahanan enzim antioksidan yang merupakan mekanisme pertahanan pertama bagi tanaman pada saat terjadi defisit air. Silika juga berfungsi menghambat senyawa oksidatif penyebab cekaman seperti hidrogen peroksida serta meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti superoksida dismutase (SOD), katalase (CAT) dan glutatin reductase (GR). Hasil penelitian ini sesuai dengan Santi et al. (2018), bahwa pemanfaatan bio-nanosilika (rhizobacter dan nanosilika) mampu meningkatkan yield kedelai dan meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 65%.

KESIMPULAN

Aplikasi pemupukan rhizobacteria konsentrasi 10 % efektif meningkatkan proses fisiologis, pertumbuhan tanaman kedelai. Pemberian rhizobacteria 10 % dan pupuk nano-silika 100 ppm mampu meningkatkan Yield tanaman kedelai kultivar Gema.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M., Qadeer, U. & Aslam, M. A. (2011). Silicon Application and Drought Tolerance Mechanism of Sorghum. *African Journal of Agricultural Research*, 6(3), 594–607.
- Badan Pusat Statistik. (2017). <http://sp2010.bps.go.id/>. Diakses pada 10 Juni 2017.
- Lim, J & Kim, S. (2013). Induction of Drought Stress Resistance by Multi-Functional PGPR *Bacillus licheniformis* K11 in Pepper. *Plant Pathol J*, 29, 201–208.
- Manivasakan, P., Karunakaran, G., Yuvakkumar, R., Prabu, P., Suriyaprabha, R., Kannan, N. & Rajendran, V. (2013). Effect of Nanosilica and Silicon Sources on Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Soil Nutrients and Maize Seed Germination. *IET Nanobiotechnology*, 7(3), 70–77.
- Mulyani, A. (2006). *Perkembangan Potensi Lahan Kering Masam*. Sinar Tani.
- Munasir, M., Triwikantoro, Zainuri, M. & Darminto. (2013). Ekstraksi dan Sintesis Nanosilika Berbasis Pasir Bancar Dengan Metode Basah. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 3(2), 12–17.
- Naseem, H. & Bano, A. (2014). Role of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and Their Exopolysaccharide in Drought Tolerance of Maize. *J Plant Interact*, 9, 689–701.
- Roohizadeh, G., Majd, A. & Arbabian, S. (2015). The Effect of Sodium Silicate and Silica Nano Particles on Seed Germination and Growth in the *Vicia faba* L. *Trop Plant Res*, 2(2), 85–89.
- Rubin, R. L., van Groenigen, K. J. & Hungate, B. A. (2017). Plant Growth Promoting Rhizobacteria are More Effective under Drought: a Meta-Analysis. *Plant and Soil*, 416(1–2), 309–323.
- Sapre, S. S. & Vakharia, D. N. (2016). Role of Silicon Under Water Deficit Stress in Wheat: (Biochemical Perspective): A review. *Agricultural Reviews*, 37(2), 109-116.
- Silva, O. N., Lobato, A. K. S., Ávila, F. W., Costa, R. C. L., Oliveira, N. C. F., Santos, F. B. G., Martins, F. A. P. (2012). Silicon-Induced Increase in Chlorophyll Is Modulated by the Leaf Water Potential in Two Water-Deficient Tomato Cultivars. *PLANT SOIL ENVIRON*, 58(11), 481–86.
- Suryanti, S., Indradewa, D., Sudira, P. & Widada, J. (2015). Kebutuhan Air, Efisiensi Penggunaan Air dan Ketahanan Kekeringan Kultivar Kedelai. *Agritech*, 35(1), 114–120.
- Timmusk, S., Abd El-Daim, I. A., Copolovici, L., Tanilas, T., Kännaste, A., Behers, L., Nevo, E., Seisenbaeva, G., Stenström, E. & Niinemets, U. (2014). Drought-Tolerance of Wheat Improved by Rhizosphere Bacteria From Harsh Environments: Enhanced Biomass Production and Reduced Emissions of Stress Volatiles. *PLoS One*, 9.
- Zahedi, Hossein & Abbasi, S. (2015). Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Water Stress on Phytohormones and Polyamines of Soybean. *Indian Journal of Agricultural Research*, 49(5).

PERBEDAAN JUMLAH DAUN DAN BUAH MURBEI PADA PEMBERIAN DOSIS KOMPOS LIMBAH GOT

Eni Setyowati

IAIN Tulungagung, Jalan Mayor Sujadi Timur No. 46, (0355) 321513
Jurusan Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, IAIN Tulungagung, 66261
e-mail: enistain76@yahoo.com

Abstrak. Limbah got dikenal sebagai limbah yang mengganggu daerah pemukiman karena menimbulkan bau yang kurang sedap. Banyak orang yang belum mengetahui bahwa limbah got dapat digunakan sebagai kompos. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan jumlah daun dan buah murbei pada pemberian dosis kompos limbah got. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan jenis penelitian eksperimen. Analisis data menggunakan uji anova. Perlakuan pemberian dosis kompos cair dari limbah got dibagi menjadi 5 mL, 10 mL dan 15 mL per polybag. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan jumlah daun pada pemberian dosis 5 mL, 10 mL dan 15 mL dengan signifikansi 0,000 ($<0,05$) dan terdapat perbedaan yang signifikan jumlah buah pada pemberian dosis 5 mL, 10 mL dan 15 mL dengan signifikansi 0,008 ($<0,05$).

Kata kunci: buah, daun, got, kompos, limbah, murbei.

PENDAHULUAN

Permasalahan pencemaran lingkungan merupakan permasalahan yang tidak ada habis-habisnya. Permasalahan ini sebenarnya merupakan akibat perilaku manusia yang tidak baik terhadap lingkungan. Salah satu sumber pencemaran yang selalu terjadi di pemukiman adalah pencemaran akibat limbah got. Got sebagai pembuangan limbah rumah tangga menyebabkan kadar BOD yang tinggi, dimana BOD yang tinggi akan menyebabkan bau yang tidak sedap dan air pada got berwarna hitam. Jika hal ini dibiarkan maka akan mengganggu pemukiman di sekitarnya. Oleh karena itu kita dituntut untuk meminimalisir pencemaran yang terjadi. Di dalam Islam, dianjurkan bahwa manusia yang beriman dituntut untuk memfungsikan imannya dengan penyelematan dan pelestarian lingkungan hidup, sebagaimana firman Allah dalam QS. Al-A'raf ayat 10 berikut: “*Sesungguhnya Kami telah menempatkan kamu di muka bumi dan Kami jadikan bagi kalian di dalamnya (sumber) penghidupan. Amat sedikitlah (diantara) kamu yang bersyukur*” (Maulana, 2014).

Berdasarkan ayat di atas sudah seharusnya kita selalu menjaga lingkungan di sekitar kita termasuk mengatasi permasalahan pencemaran limbah got. Ma'sud (2008) menyatakan bahwa, manusia sebagai makhluk yang berpikir dibekali rasa ingin tahu. Rasa ingin tahu inilah yang mendorong untuk mengenal, memahami dan menjelaskan gejala alam, serta berusaha untuk memecahkan masalah yang dihadapi. Sedangkan Walgito (2003) juga menyebutkan bahwa, manusia pada hakikatnya adalah sebagai makhluk individu dan sosial. Sebagai makhluk individu, ia mempunyai hubungan dengan dirinya sendiri dan mengabdikan pada dirinya sendiri, sedangkan sebagai makhluk sosial, ia mempunyai hubungan dengan sekitarnya termasuk masyarakat dan lingkungan. Neolaka (2008) juga menyebutkan bahwa, lingkungan juga berarti alam sekitar termasuk orang-orangnya dalam hidup pergaulan yang mempengaruhi manusia sebagai anggota masyarakat. Tutik (2008) juga memberikan tiga makna lingkungan, antara lain lingkungan fisik, biologis dan sosial. Lingkungan fisik meliputi segala sesuatu di sekitar kita, seperti rumah, kendaraan, gunung, udara, sungai, laut dan sebagainya. Lingkungan biologis meliputi segala sesuatu yang berada di sekitar manusia yang berupa organisme hidup seperti binatang, tumbuh-tumbuhan, jasad renik dan sebagainya. Sedangkan lingkungan sosial meliputi manusia lain di sekitarnya seperti tetangga, teman dan sebagainya.

Farissa (2015) menyatakan bahwa, seiring dengan laju pertumbuhan penduduk dan kebutuhan hidup yang semakin meningkat, tentunya akan meningkat pula limbah yang dihasilkan oleh got, karena got menjadi saluran penampung atau pembuangan semua limbah cair rumah tangga. OJ. Sumampow (2015) juga menyatakan bahwa, limbah cair yang banyak disalurkan di got adalah sisa air

mandi, air bekas cucian dan limbah dapur. Selain limbah cair juga terdapat sampah rumah tangga, sehingga seringkali mengakibatkan got tersumbat, sehingga selain got yang menyebabkan bau tidak sedap, juga jika hujan deras, banjir pun tidak mungkin dapat dicegah.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah got ternyata mengandung 70% pasir, 20% lumpur dan 10% sampah yang menggenang. Di dalam limbah got mengandung H₂S yang menimbulkan bau tidak sedap, metan yang menimbulkan efek buruk bagi kesehatan dan pemanasan global, serta bakteri E. coli dan Salmonella. Namun demikian limbah got ternyata memiliki potensi yang bernilai dan dapat dimanfaatkan sebagai peluang usaha (Mutawakil, 2006). Salah satu potensi limbah got adalah dapat diolah menjadi kompos. Kompos merupakan pupuk organik yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman.

Pada penelitian ini limbah got akan dimanfaatkan sebagai kompos cair yang akan diuji cobakan pada tanaman murbei. Tanaman murbei merupakan tanaman langka, yang saat ini sudah tidak mendapat perhatian masyarakat. Padahal tanaman murbei ini selain mudah dalam perawatannya, juga memiliki banyak manfaat. Berdasarkan Tim Departemen Kehutanan (2007), tanaman murbei mempunyai taksonomi sebagai berikut:

Divisio : Spermatophyta
Sub Divisio : Angiospermae
Class : Urticales
Family : Moraceae
Genus : Morus
Species : *Morus* sp.

Murbei juga mempunyai beberapa jenis yaitu murbei putih (*Morus alba* L.), Murbei hitam (*M. nigra* L.), murbei merah/American murbei (*M. rubra* L.), murbei korea (*M. australis*), murbei Himalayan (*M. laevigata*), murbei India (*M. indica*), *M. muticaulis*, *M. cathayana*, *M. macroura*, *M. itouwase*, *M. shiwasuguea* dan *M. amakusaguwa*. Nama daerah dari murbei adalah walot (Sunda), besaran (Jawa), malur (Batak), nagas (Ambon) dan tambawa mrica (Makasar). Saddul & Halim (2005) juga menyebutkan bahwa, murbei adalah tanaman berumur panjang dan secara alami mudah beradaptasi dengan baik pada beberapa jenis tanah. Daun murbei sangat disukai oleh herbivora dan dapat juga sebagai pakan ternak, serta mempunyai nilai gizi yang baik dan mengandung protein kasar yang tinggi, yaitu 22,9%-25,6%.

Hastuti (2016) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa buah murbei selain dapat dikonsumsi langsung, juga dapat dimanfaatkan sebagai obat batuk gangguan pencernaan dan bisul radang kulit. Sedangkan Has et. al. (2014) juga menyebutkan bahwa serat kasar yang terdapat pada daun murbei dapat merangsang gerakan saluran pencernaan dan sebagai sumber energi. Jika terjadi kekurangan serat akan menyebabkan gangguan pencernaan.

Selain itu dalam penelitian Pudjiono (2007), menunjukkan bahwa buah murbei dapat digunakan sebagai minuman jeli, yaitu minuman yang berbentuk gel yang dibuat dari pektin, agar, keragenan, gelatin atau senyawa hidrokoloid lainnya dengan penambahan gula, asam atau bahan lain. Minuman ini dapat berfungsi sebagai antioksidan karena mengandung antosianin. Sedangkan daun murbei dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas kokon ulat sutera.

Sementara itu penelitian Setiadi et. al. (2011), menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan produksi daun murbei yang berfungsi sebagai pakan ulat sutera. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu kiranya dilakukan penelitian untuk mengetahui perbedaan jumlah daun dan buah murbei pada pemberian dosis kompos limbah got.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Alat yang dibutuhkan meliputi: wadah tempat kompos, ember, pengaduk, ceret/teko penyiram, sarung tangan, masker dan polybag. Bahan yang dibutuhkan meliputi: air got yang telah diendapkan, bioaktivator EM-4, tetes tebu, bibit murbei dan tanah. Pengumpulan data dilakukan dengan menghitung jumlah daun dan buah murbei. Desain eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). RAL dirasa paling cocok pada eksperimen ini, dimana tidak ada pengelompokan (Hanafiah, 2005). Perlakuan dilakukan selama 3 bulan dengan pemberian kompos seminggu sekali dengan dosis 5

mL/polybag, 10 mL/polybag dan 15 mL/polybag. Teknik analisis data yang digunakan adalah ANOVA dengan bantuan SPSS 16.0 (Sujianto, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan jumlah daun dan jumlah buah tanaman murbei antara beberapa perlakuan dapat diketahui dengan menggunakan uji beda ANOVA (*Analysis of Variance*). Setelah data diperoleh, kemudian data diolah dan dianalisis. Sebelum dianalisis dengan ANOVA, dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu, yaitu uji homogenitas dan uji normalitas. Jika data tidak homogen dan/atau tidak normal maka uji hipotesis tidak dapat menggunakan ANOVA namun menggunakan uji non parametrik (*Kruskal Wallis*).

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dimana terdapat 3 perlakuan dan 5 ulangan. Adapun data penelitian yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Jumlah Daun dan Jumlah Buah yang Diberi Kompos Cair dengan Tiga Perlakuan

Ulangan	P1		P2		P3	
	JD	JB	JD	JB	JD	JB
1	134	156	140	143	178	136
2	123	143	125	150	167	132
3	134	140	143	165	189	127
4	120	165	143	154	197	129
5	121	145	150	139	170	134
Jumlah	632	749	701	751	901	658
Rata-rata	126,4	149,8	140,2	150,2	180,2	131,6

Keterangan:

JD : Jumlah daun

JB : Jumlah buah

P1 : Perlakuan dengan kompos cair pada konsentrasi 5 ml/polybag

P2 : Perlakuan dengan kompos cair pada konsentrasi 10 ml/polybag

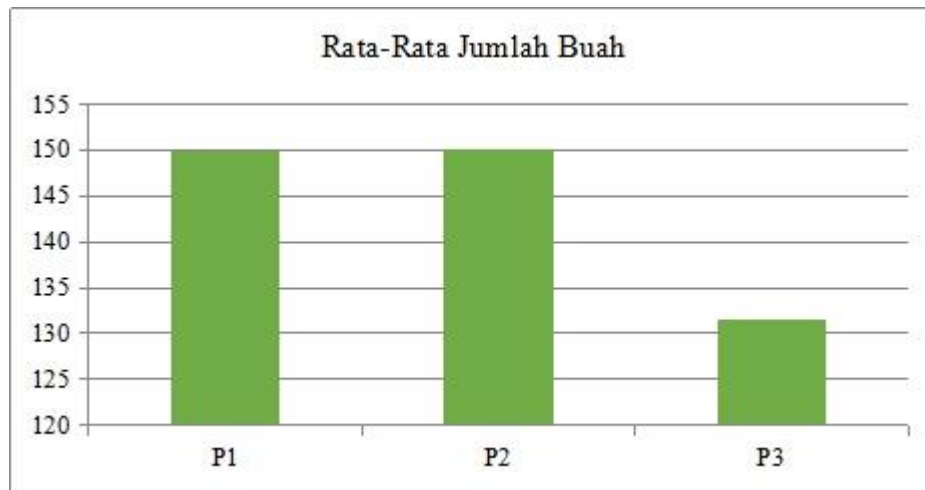
P3 : Perlakuan dengan kompos cair pada konsentrasi 15 ml/polybag

Perlakuan dilakukan selama 3 bulan dengan pemberian kompos seminggu sekali.

Rata-rata jumlah daun dan jumlah buah dari beberapa perlakuan dapat dilihat pada grafik Gambar 1 dan 2 berikut. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa pada jumlah daun semakin banyak dosis pemberian kompos limbah got, semakin banyak jumlah daunnya, sementara pada jumlah buah terjadi sebaliknya. Semakin banyak dosis pemberian kompos limbah got, semakin sedikit jumlah buahnya.



Gambar 1. Grafik Rata-Rata Jumlah Daun dari Tiga Perlakuan



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Jumlah Buah dari Tiga Perlakuan

Data di atas kemudian diuji homogenitas. Berikut ini adalah hasil uji homogenitas dari data jumlah daun dan jumlah buah tanaman murbei.

Tabel 2. Uji Homogenitas Jumlah Daun

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.196	2	12	.336

Berdasarkan uji homogenitas jumlah daun di atas menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) = 0,336 yang berarti lebih besar dari 0,05. Karena sig. > 0,05 maka dapat dikatakan bahwa data jumlah daun adalah homogen.

Tabel 3. Uji Homogenitas Jumlah Buah

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.536	2	12	.121

Berdasarkan uji homogenitas jumlah buah di atas menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) = 0,121 yang berarti lebih besar dari 0,05. Karena sig. > 0,05 maka dapat dikatakan bahwa data jumlah daun adalah homogen.

Selain uji prasyarat homogenitas, selanjutnya juga dilakukan uji prasyarat normalitas. Berikut ini adalah hasil uji normalitas dari data jumlah daun dan jumlah buah tanaman murbei.

Tabel 4. Uji Normalitas Jumlah Daun

		Jumlah_Daun
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	148.93
	Std. Deviation	25.342
Most Extreme Differences	Absolute	.193
	Positive	.193
	Negative	-.127
Kolmogorov-Smirnov Z		.746
Asymp. Sig. (2-tailed)		.634

^aTest distribution is Normal.

Berdasarkan Tabel 4 di atas, uji normalitas jumlah daun menunjukkan bahwa nilai Signifikansi (Sig. = 0,634) yang berarti lebih besar dari 0,05. Karena sig. > 0,05 maka dapat dikatakan bahwa data jumlah daun adalah normal.

Tabel 5. Uji Normalitas Jumlah Buah

		Jumlah_Buah
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	143.87
	Std. Deviation	12.035
Most Extreme Differences	Absolute	.129
	Positive	.129
	Negative	-.094
Kolmogorov-Smirnov Z		.500
Asymp. Sig. (2-tailed)		.964

a. Test distribution is Normal.

Berdasarkan Tabel 5 di atas, uji normalitas jumlah buah menunjukkan bahwa nilai Signifikansi (Sig. = 0,964) yang berarti lebih besar dari 0,05. Karena sig. > 0,05 maka dapat dikatakan bahwa data jumlah buah adalah normal.

Berdasarkan uji prasyarat homogenitas dan normalitas di atas menunjukkan bahwa data jumlah daun dan jumlah buah adalah homogen dan normal. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pada data jumlah daun dan jumlah buah dapat dilakukan analisis lanjutan yaitu analisis parameterik ANOVA. Selanjutnya dilakukan uji hipotesis dengan uji ANOVA. Berikut adalah hasil uji Anova untuk mengetahui jumlah daun dan jumlah buah dari beberapa perlakuan.

Tabel 6. Uji Analisis ANOVA Jumlah Daun Ditinjau Dari Beberapa Perlakuan

Jumlah_Daun					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7808.133	2	3904.067	39.608	.000
Within Groups	1182.800	12	98.567		
Total	8990.933	14			

Berdasarkan tabel 6 di atas, menunjukkan bahwa nilai sig. (0,000) < 0,05. Karena sig. < 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat Perbedaan Jumlah Daun Dari Ketiga Perlakuan Yang Berbeda (Tabel 7)

Tabel 7. Hasil Uji Analisis Post Hoc (LSD) Jumlah Daun Pada Tiap-Tiap Perlakuan

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
P1	P2	-13.800*	6.279	.048	-27.48	-.12
	P3	-53.800*	6.279	.000	-67.48	-40.12
P2	P1	13.800*	6.279	.048	.12	27.48
	P3	-40.000*	6.279	.000	-53.68	-26.32
P3	P1	53.800*	6.279	.000	40.12	67.48
	P2	40.000*	6.279	.000	26.32	53.68

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Berdasarkan Tabel 7 di atas menunjukkan bahwa: (1) Jumlah daun antara P1 dan P2 ada perbedaan yang signifikan, yang ditunjukkan dengan nilai sig. 0,048 < 0,05; (2) Jumlah daun antara P1 dan P3 ada perbedaan yang signifikan, yang ditunjukkan dengan nilai sig. 0,000 < 0,05; dan (3) Jumlah daun antara P2 dan P3 ada perbedaan yang signifikan, yang ditunjukkan dengan nilai sig. 0,000 < 0,05.

Semakin banyak pemberian dosis kompos limbah got, semakin banyak jumlah daunnya (Gambar 1). Sedangkan hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan jumlah daun murbei dengan beberapa perlakuan pemberian kompos limbah got cair. Pada pemberian

kompos limbah got cair dengan dosis yang banyak akan menambah jumlah daun. Ini membuktikan bahwa daun pada tanaman murbei akan tumbuh subur atau banyak daunnya jika dalam konsisi asam.

Berdasarkan hasil analisis penelitian, menunjukkan bahwa tingkat optimalisasi pada daun murbei adalah pada pemberian pupuk kompos limbah got cair yang berkonsentrasi tinggi. Artinya semakin banyak pemberian kompos limbah got cair akan semakin banyak pula jumlah daun yang diproduksi. Hal ini disebabkan bahwa daun pada tanaman murbei menyukai kondisi yang asam, sementara semakin banyak kandungan limbat got maka semakin asamlah limbah got tersebut, sehingga pemberian dosis yang meningkat akan meningkatkan pula jumlah dari daun murbei. Hal ini ditunjukkan bahwa pada perlakuan P3 menunjukkan jumlah daun yang paling banyak jika dibandingkan dengan perlakuan P1 dan P2. Pada perlakuan P2 mempunyai jumlah daun yang lebih banyak daripada P1.

Seperti kita ketahui, bahwa air limbah got mengandung mikroorganismenya yang merugikan seperti *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* (penyebab demam), *Staphylococcus aureus* atau *Streptococcus pyogenes* (penyebab gatal pada kulit) dan *jentik jentik cacing*. Hal ini sangat berbahaya bila kulit kita terkontaminasi atau makanan yang kita makan terkontaminasi air got tersebut. Nutrien yang terdapat pada air got adalah nitrogen dalam bentuk *urea slow reale* hasil dari urine, kalium dari penguraian desinfektan dan surfaktan, fosfat dari sisa protein, sel mati dan sedimen yang mengendap, karbohidrat, lignin, asam amino non esensial, ion Fe dari besi yang mengendap, magnesium, vitamin, selulosa dan lain-lain. Berdasarkan kandungan yang ada di limbah got menunjukkan bahwa limbah got mempunyai kandungan yang bersifat asam, dan daun murbei akan tumbuh subur pada kondisi yang asam.

Tabel 8. Uji Analisis ANOVA Jumlah Buah Ditinjau Dari Beberapa Perlakuan

Jumlah_Buah	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1128.933	2	564.467	7.536	.008
Within Groups	898.800	12	74.900		
Total	2027.733	14			

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai sig. (0,008) < 0,05. Karena sig. < 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan jumlah buah dari ketiga perlakuan yang berbeda (Tabel 9).

Tabel 9. Hasil Uji Analisis Post Hoc (LSD) Jumlah Buah Pada Tiap-Tiap Perlakuan

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
P1	P2	-.400	5.474	.943	-12.33	11.53
	P3	18.200*	5.474	.006	6.27	30.13
P2	P1	.400	5.474	.943	-11.53	12.33
	P3	18.600*	5.474	.005	6.67	30.53
P3	P1	-18.200*	5.474	.006	-30.13	-6.27
	P2	-18.600*	5.474	.005	-30.53	-6.67

*.The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil pada tabel menunjukkan bahwa: (1) Jumlah buah antara P1 dan P2 tidak ada perbedaan yang signifikan, yang ditunjukkan dengan nilai sig. 0,943 > 0,05; (2) Jumlah buah antara P1 dan P3 ada perbedaan yang signifikan, yang ditunjukkan dengan nilai sig. 0,006 < 0,05; dan (3) Jumlah buah antara P2 dan P3 ada perbedaan yang signifikan, yang ditunjukkan dengan nilai sig. 0,005 < 0,05

Semakin banyak pemberian dosis kompos limbah got, semakin sedikit jumlah buahnya (Gambar 2). Sedangkan hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan jumlah buah murbei dengan beberapa perlakuan pemberian kompos limbah got cair. Pada pemberian kompos limbah got cair dengan dosis yang banyak akan mengurangi jumlah buah. Ini membuktikan bahwa buah pada tanaman murbei akan tumbuh subur atau banyak buahnya jika dalam kondisi tidak begitu asam.

Berdasarkan hasil analisis, juga menunjukkan bahwa tingkat optimalisasi pada buah murbei adalah pada pemberian pupuk kompos limbah got yang berkonsentrasi rendah. Artinya semakin banyak pemberian kompos limbah got cair akan semakin sedikit pula jumlah buah yang diproduksi. Hal ini disebabkan bahwa buah pada tanaman murbei kurang menyukai kondisi yang asam, sementara semakin banyak kandungan limbah got maka semakin asamlah limbah got tersebut, sehingga pemberian dosis yang meningkat akan mengurangi pula jumlah dari buah murbei. Hal ini ditunjukkan bahwa pada perlakuan P3 menunjukkan jumlah buah yang paling sedikit jika dibandingkan dengan perlakuan P1 dan P2. Pada perlakuan P1 mempunyai jumlah buah yang hampir sama dengan P1. Pada uji post doc menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan jumlah buah antara yang diberi perlakuan P1 dengan P2, namun sangat berbeda dengan perlakuan P3.

Seperti kita ketahui, bahwa air limbah got mengandung mikroorganisme yang merugikan seperti *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* (penyebab demam), *Staphylococcus aureus* atau *Streptococcus pyogenes* (penyebab gatal pada kulit) dan jentik jentik cacing. Hal ini sangat berbahaya bila kulit kita terkontaminasi atau makanan yang kita makan terkontaminasi air got tersebut. Nutrien yang terdapat pada air got adalah nitrogen dalam bentuk urea slow reale hasil dari urine, kalium dari penguraian desinfektan dan surfaktan, fosfat dari sisa protein, sel mati dan sedimen yang mengendap, karbohidrat, lignin, asam amino non esensial, ion Fe dari besi yang mengendap, magnesium, vitamin, selulosa dan lain-lain. Berdasarkan kandungan yang ada di limbah got menunjukkan bahwa limbah got mempunyai kandungan yang bersifat asam, dan buah murbei kurang menyukai kondisi yang asam.

Hasil analisis di atas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan jumlah daun dan jumlah buah murbei dengan beberapa perlakuan pemberian kompos cair. Pada pemberian kompos limbah got cair dengan dosis yang banyak akan menambah jumlah daun. Ini membuktikan bahwa daun pada tanaman murbei akan tumbuh subur atau banyak daunnya jika dalam kondisi asam. Sebaliknya pada jumlah buah, semakin sedikit dosis pemberian kompos limbah got cair maka akan meningkatkan jumlah buah. Seperti yang kita ketahui bahwa di dalam tubuh makhluk hidup itu terjadi keseimbangan, demikian juga pada pertumbuhan tanaman murbei ini. Jika daunnya yang lebat maka buahnya yang sedikit, dan sebaliknya jika daunnya yang sedikit maka buahnya yang lebat.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan, jika kita ingin memanfaatkan daunnya maka kita dapat menambahkan pemberian kompos dari limbah got ini. Murbei adalah tanaman pohon yang mempunyai nilai gizi sangat bagus dan mempunyai kandungan protein kasar yang tinggi yaitu 22,9 – 25,6%, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Kecernakan murbei ini sangat tinggi di dalam murbei. Produksi biomasa murbei tergantung pada musim. Produksinya akan sangat tinggi pada musim hujan dan akan menurun pada musim kemarau. Kualitas gizi murbei sangat dipengaruhi oleh umur panen. Pada umumnya daun murbei banyak digunakan sebagai pakan ternak ulat sutera. Sebaliknya jika kita akan memanfaatkan buahnya, maka kita akan mengurangi dosis kompos limbah got cair. Buah murbei banyak dimanfaatkan antara lain untuk selai, sirup, maupun bahan makanan yang lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan penelitian dengan dana dari BOPTN IAIN Tulungagung dengan dana Rp. 21.750.000,00. terselesaikannya penelitian ini tentunya berkat bantuan beberapa pihak, antara lain: Rektor IAIN Tulungagung (Maftukhin), Ketua LP2M IAIN Tulungagung (Ngainun Naim) dan Tim yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti, Dekan FTIK IAIN Tulungagung (Binti Maunah) yang memberikan izin terselesaikannya penelitian ini, teman-teman dosen dari jurusan Tadris Biologi FTIK IAIN Tulungagung (Nanang Purwanto, Haslinda Yasti Agustin dan Ainun Nikmati Layli) serta mahasiswa Tadris Biologi FTIK IAIN Tulungagung (Triawati, Bambang dan Nisaul Khusna) yang telah membantu dalam penelitian ini.

Tentunya tak ada gading yang tak retak, demikian juga dengan penelitian ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu masukan, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan penelitian selanjutnya. Semoga hasil penelitian ini memberikan manfaat, baik bagi masyarakat umum, mahasiswa, petani maupun pembaca secara luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kehutanan. (2007). *Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Murbei (Morus spp.)*. Sulawesi Selatan: Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial.
- Farissa, I. (2015). *Limbah Got Jadi Produk Yang Bernilai*. Retrieved from https://www.kompasiana.com/ikhwanulparis/limbah-got-jadi-produk-yang-bernilai_567736655c7b6118048b4576
- Hanafiah, K. A. (2005). *Rancangan Kondisional Bidang Pertanian, Peternakan, Perikanan, Industri dan Hayati*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Has, H., Napirah, A. & Indi, A. (2014). Efek Peningkatan Serat Kasar Dengan Penggunaan Daun Murbei dalam Ransum Broiler Terhadap Persentase Bobot Saluran Pencernaan. *JITRO*, 1(1), 63-69.
- Hastuti, S. U., Oktantia, A. & Khasanah, H.N. (2016). Daya Antibakteri Ekstrak Daun dan Buah Murbei Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Shigella dysenteriae*. *Proceeding Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi*, FKIP UNS, Hlm. 529-534.
- Ma'sud, I. (2008). *Ilmu Alamiah Dasar*. Bandung: Pustaka Setia.
- Muhammad, M. (2014). *The Holy Qur'an*. Jakarta: Darul Kutubil Islamiyah.
- Mutawakil. (2006). *Pengolahan Limbah Got Sebagai Peluang Usaha*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Neolaka, A. (2008). *Kesadaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pudjiono, S. & Na'iem, M. (2007). Pengaruh Pemberian Pakan Murbei Hibrid terhadap Produktivitas dan Kualitas Kokon. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 1(2), 1-5.
- Saddul, D. Jeln Z. A. Liang. J. B. & Halim R. A. (2005). Evaluation of Mulberry as Potential Feed Supplement for Ruminants: The Effect of Plant Maturity on *In Situ* Disappearance and *In Vitro* Intestinal Digestibility of Plant Fraction. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 18(11), 1569-1574.
- Setiadi, W., Kasno. & Haneda N. F. (2011). Penggunaan Pupuk Organik Untuk Peningkatan Produktivitas Daun Murbei sebagai Pakan Ulat Sutera. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 2(3), 165-170.
- Sujianto, Agus. (2009). *Aplikasi Statistik dengan SPSS 16.0*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Tutik, Triwulan. (2008). *Pengembangan Sains dan Teknologi Berwawasan Lingkungan Perspektif Islam*. Jakarta: Lintas Pustaka Publisher.
- Walgito. (2003). *Psikologi Sosial*. Yogyakarta: Andi.

PRODUKSI DAN KUALITAS SAYURAN DAUN DENGAN APLIKASI KOMPOS PUPUK KANDANG SAPI DAN KAMBING

Jahra Pelu^{1,3}, S. Y. Tyasmoro², M. Dawam Maghfoer²

¹Pascasarjana Manajemen Produksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

²Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

³Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Iqra Buru

email: yayan2406uniqbu@gmail.com

Abstrak. Penggunaan media tanam lebih dari satu kali penanaman selain menjaga keberlanjutan sistem produksi sayuran juga mengurangi biaya produksi. Kajian tentang pengaruh penggunaan kompos yang berasal dari pengolahan limbah ternak sapi dan kambing sebagai media tanam sayuran daun yang ditanam secara rotasi dan pengaruhnya terhadap akumulasi nitrat sayuran masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan kompos pukan sapi dan kambing terhadap hasil dan kandungan nitrat sayuran daun selama tiga siklus (pakchoi-amaranth-kangkong merah) di greenhouse kelompok Tani Organik Brenjonk, Dusun Penanggungan, Trawas, Mojokerto, Jawa Timur. Perlakuan terdiri dari berbagai perlakuan formulasi media tanam: 100% tanah + pupuk NPK anorganik (anorganik), 90% tanah + 10% kompos pukan sapi (KS₁₀), 80% tanah + 20% kompos pukan sapi (KS₂₀), 60% tanah + 40% kompos pukan sapi (KS₄₀), 90% tanah + 10% kompos pukan kambing (KK₁₀), 80% tanah + 20% kompos pukan kambing (KK₂₀) dan 60% tanah + 40% kompos pukan kambing (KK₄₀) dengan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi media tanam dengan penambahan kompos pukan sapi dan pukan kambing dapat digunakan dalam sistem penanaman sayuran daun secara berturutan, dimana formulasi media tanam 60% tanah + 40% kompos pukan kambing (KK₄₀) memberikan nutrisi yang cukup untuk semua tanaman dan menghasilkan sayuran dengan nitrat rendah dibandingkan dengan pupuk anorganik.

Kata kunci: akumulasi nitrat, bayam merah, kangkung, kompos, pakchoi.

PENDAHULUAN

Sayuran termasuk jenis komoditas hortikultura penting untuk memenuhi kebutuhan vitamin, protein nabati, antioksidan dan serat dalam menunjang kesehatan manusia dimana konsumsi sayuran sesuai Angka Kecukupan Gizi (AKG) sebesar 250 gram perkapita per hari (FAO/WHO, 2004). Pakchoi, bayam dan kangkung termasuk sayuran yang populer dan banyak diminati oleh masyarakat Indonesia (Dirjen Hortikultura, 2011). Upaya pemenuhan gizi dan memudahkan akses pangan bagi keluarga dilakukan dengan mendorong masyarakat agar menanam sayuran di pekarangan melalui Program Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL). Berbagai sistem penanaman dilakukan dalam program ini antara lain penanaman sayuran daun secara berturutan maupun rotasi dengan menggunakan media tanam dalam pot. Sistem tersebut merupakan salah satu model budidaya sederhana dan lebih menguntungkan bagi keluarga yang memiliki pekarangan sempit.

Penyediaan sayuran dengan dengan jumlah (kuantitas) yang cukup juga perlu didukung dengan kualitas produksi yang baik pula. Kualitas pada produk segar berhubungan dengan atribut sensoris seperti penampakan visual, warna, tekstur, aroma, dan rasa, komponen nutrisi untuk kecukupan energi, dan komponen fungsional yang termasuk di dalamnya vitamin, kandungan fitokimia dan keamanan pangan (Kader, 2002) (Valero & Serrano, 2010). Kandungan nitrat dalam jaringan tanaman yang dikonsumsi merupakan salah satu indikator kualitas pangan (FAO/WHO, 2002; Santamaria, 2006) karena akumulasi nitrat yang berlebihan dalam jaringan tanaman yang dikonsumsi berpotensi membahayakan kesehatan (Mensinga et al., 2003; Matallana-Gonzales et al., 2010) antara lain perubahan kadar vitamin dalam tubuh, produksi tiroksin, berpengaruh negatif terhadap sistem reproduksi. Di dalam saluran cerna, perubahan nitrat menjadi nitrit dan bereaksi hemoglobin membentuk methemoglobin yang mengikat oksigen dalam darah dan menghambat aliran oksigen ke otak atau hipoksia bahkan menyebabkan kematian. Perubahan nitrat menjadi nitrit dalam tubuh dapat berikatan dengan senyawa amina dan amida membentuk nitrosamin dan nitrosamida yang merupakan

senyawa penyebab kanker (Santamaria, 2006; Bryan et al., 2012). Oleh karena itu, dalam menjamin keamanan pangan pada tahun 1995 European Commission's Scientific Committee for Food (SCF) merekomendasikan batas maksimum asupan nitrat harian atau Acceptable Daily Intake (ADI) bagi orang dewasa ialah sebesar 3,65 mg.kg⁻¹ berat badan (The Commission of the European Communities, 1997). Dengan demikian maka maksimum asupan nitrat harian manusia dewasa dengan berat badan 30 sampai 70 kg sebesar 109,50 sampai 255.00 mg per hari. dimana jika diasumsikan konsumsi sayuran harian per kapita sesuai Angka Kecukupan Gizi sebesar 250 g/hari/kapita (FAO/WHO, 2004) maka maksimum kadar nitrat dalam sayuran ialah 438 hingga 1042 mg.kg⁻¹ bobot segar sayuran.

Sayuran daun termasuk sayuran yang mengakumulasi nitrat tinggi (Chung et al., 2003; Citak & Sonmez, 2010) sehingga untuk menjamin tersedianya pangan yang aman bagi konsumen, beberapa negara maju telah membuat regulasi maksimum nitrat yang diperbolehkan dalam produk pangan segar konsumsi yang akan dipasarkan sebesar 2500 mg.kg⁻¹ dan pada produk segar untuk sebagai bahan baku lanjutan sebesar 2000 mg.kg⁻¹ (European Food Safety Authority (EFSA), 2010). Di negara lainnya seperti China, maksimum nitrat yang direkomendasikan pada sayuran segar sebesar 3100 mg.kg⁻¹. Di Indonesia memang belum ada regulasi terkait batas nitrat dalam produk pangan. Namun demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa regulasi ini harus harus dipenuhi karena dalam era perdagangan bebas saat ini, negara luar telah memberlakukan batas maksimal nitrat dalam produk pangan yang diekspor.

Pemupukan merupakan faktor penting dalam upaya meningkatkan produksi tanaman melalui penyediaan hara bagi kebutuhan tanaman. Penggunaan pupuk anorganik dapat menyediakan hara dengan cepat dan efektif dalam meningkatkan produksi tanaman. Akan tetapi, proses mineralisasi hara dari pupuk anorganik yang cepat yang jika tidak segera dimanfaatkan oleh tanaman akan berpotensi hilang dimana efisiensi serapan unsur hara oleh tanaman pada pupuk nitrogen berkisar antara 30–40 % dan sekitar 30-50% pupuk akan hilang (Adiningsih, 1995). Nitrogen yang tidak termanfaatkan dapat hilang ke udara maupun perairan yang menyebabkan eutrofikasi dan pengasaman tanah (Vitousek et al., 1997), emisi gas rumah kaca (Liu et al., 2010) serta berpengaruh terhadap kualitas hasil tanaman termasuk kandungan nitrat dalam dalam jaringan konsumsi (Food and Agriculture Organization (FAO)/World Health Organization (WHO), 2002). Oleh karena itu, dalam budidaya tanaman secara intensif, sering dilakukan berulang dengan dosis yang semakin tinggi untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Hal ini tentunya menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, meningkatkan biaya produksi produksi yang akhirnya akan menurunkan daya saing produk. Permasalahan lainnya ialah harga pupuk anorganik yang mahal dan kadang tidak tersedia di pasaran menyebabkan petani kesulitan dalam memperoleh pupuk tersebut.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, maka pengelolaan bahan organik sebagai sumber hara alternatif yang murah harus terus dikembangkan untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Sapi dan kambing merupakan jenis ternak ruminansia yang menghasilkan limbah padat urine, serta sisa-sisa makanan yang tersebar di sekitar kandang mengandung hara yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pembangun kesuburan fisik, kimia dan biologi serta produksi tanaman (Palm et al., 2001; Soumare et al., 2003). Pengelolaan limbah ternak dengan metode pengomposan dalam kondisi terkontrol akan mengurangi pencemaran bau, mencegah emisi gas rumah kaca, mengurangi resiko fitotoksisitas tanaman akibat dari aplikasi langsung atau bahan organik belum terdekomposisi sempurna.

Pupuk organik yang dihasilkan dari proses pengomposan dalam kondisi terkontrol menghasilkan kompos dengan kandungan hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan hara dari bahan organik yang terdekomposisi secara alami. Kompos berkontribusi terhadap penyediaan hara melalui proses mineralisasi dan mempengaruhi perubahan fisik dan biologi tanah seperti pH, kapasitas tukar ion yang secara tidak langsung turut mempengaruhi penyediaan hara dan penyerapannya oleh tanaman (Mahmoud et al., 2009). Pengaruh tersebut akan secara bertahap sejalan dengan proses dekomposisinya dalam tanah, sehingga dengan satu kali aplikasi dapat dimanfaatkan untuk beberapa kali penanaman dan efektifitas kompos dalam meningkatkan produksi tanaman secara intensif tergantung jenis dan kualitas kompos serta jenis tanaman (Adil et al., 2006).

Penelitian mengenai pemanfaatan kompos kotoran ternak dalam budidaya sayuran telah banyak dilakukan. Namun demikian, kebanyakan mengkaji tentang pengaruhnya dalam budidaya sayuran sejenis yang ditanam satu kali dan belum banyak yang meneliti tentang pemanfaatannya dalam penanaman sayuran daun yang ditanam dengan berturut-turut dalam pot. Oleh karena itu, kaitannya

dengan pemanfaatan kompos pukan sapi dan pukan kambing sebagai penyedia nutrisi dalam budidaya sayuran dalam media tanam pot secara intensif masih perlu dilakukan kajian apakah kedua kompos tersebut dapat menggantikan pupuk anorganik dalam memenuhi kebutuhan nutrisi dan mendukung pertumbuhan dan produksi sayuran yang ditanam secara rotasi, Berapa dosis optimal serta bagaimana pengaruhnya terhadap kadar nitrat sayuran.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengkaji pengaruh kompos pukan sapi dan pukan kambing terhadap hasil dan kandungan nitrat pada penanaman rotasi pakchoi-bayam-kangkung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di greenhouse Kelompok Tani Organik Brenjok Dusun Penanggungan Desa Penanggungan, Kecamatan Trawas kabupaten Mojokerto Mulai bulan Nopember 2012 sampai dengan Mei 2013. Benih yang digunakan ialah pakchoi (var white pakchoi, Cap Panah Merah), bayam merah (var red, Bintang Asia) kangkung (Bangkok LP-1, Cap Panah merah). Tanah lapis atas diambil dari kebun petani di Desa Penanggungan yang bebas dari bahan kimia sintetis pada kedalaman 0-20 cm.

Pembuatan kompos pukan sapi dan pukan kambing dilakukan di Rumah Produksi Kompos milik Kelompok Tani Organik Brenjok selama kurang lebih 2 bulan. Masing bahan utama yang 1) feses sapi yang tercampur sisa makanan dan 2) feses kambing yang tercampur sisa makanan dikumpulkan dari kandang terdekat dengan rumah kompos. Masing-masing bahan utama tersebut dikomposkan dengan menambahkan sekam padi sebesar 20% dari berat total bahan utama dengan menggunakan EM-4 sebagai bioaktifator. Proses pengomposan menggunakan sistem tumpukan open windrow. Kompos matang yang sebelum digunakan sebagai komponen media tanam, kedua kompos dilakukan analisis kandungan hara makro meliputi C-organik, N total, P total dan Ktotal (Tabel 1)

Tabel 1. Kualitas kompos pukan sapi, kompos pukan kambing dan sifat fisik dan kimia tanah yang digunakan dalam penelitian

Bahan	C-org	N-total	P-total	K total	Nisbah C/N	pH
	%					
Kompos pukan sapi	23.67	1.42	0.72	0.73	16.67	7.32
1. Kompos pukan kambing	21.19	2.07	0.76	1.49	10.24	6.68
2. Tanah	8.27	0.96	0.35	0.40	8.00	5.97
Tekstur tanah: pasir (69%), liat (20%) dan debu (11%): Pasir berliat						

Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini ialah formulasi media tanam campuran tanah dan kompos sebagai berikut:

Anorganik = 100% tanah + pupuk anorganik (v/v)
 KS₁₀ = 90% tanah + 10% kompos pukan sapi (v/v)
 KS₂₀ = 80% tanah + 20% kompos pukan sapi (v/v)
 KS₄₀ = 60% tanah + 40% kompos pukan sapi (v/v)
 KK₁₀ = 90% tanah + 10% kompos pukan kambing (v/v)
 KK₂₀ = 80% tanah + 20% kompos pukan kambing (v/v)
 KK₄₀ = 60% tanah + 40% kompos pukan kambing (v/v)

Berbagai media tanam disiapkan dengan mencampur tanah, kompos pukan sapi dan kompos pukan kambing sesuai dengan formulasi perlakuan. Penanaman menggunakan pot plastik ukuran 45 cm (p) x 35 cm (l) x 20 cm (t) dengan volume 16000 cm³. Setiap perlakuan terdiri dari 3 (tiga) ulangan, tiap unit perlakuan terdiri dari 3 pot.

Pemeliharaan berupa penyiraman dilakukan setiap hari. Pemupukan tambahan tidak dilakukan kecuali pada perlakuan pupuk anorganik dimana pemberian pupuk anorganik menggunakan NPK pelangi dosis rekomendasi (Susila, 2006) untuk tanaman pakchoi: urea (394 kg ha⁻¹ setara 0,813 g.tan⁻¹), SP-36 (311 kg.ha⁻¹ setara 0,622 g.tan⁻¹) dan KCl (224 kg ha⁻¹ setara 0,06 g.tan⁻¹), untuk

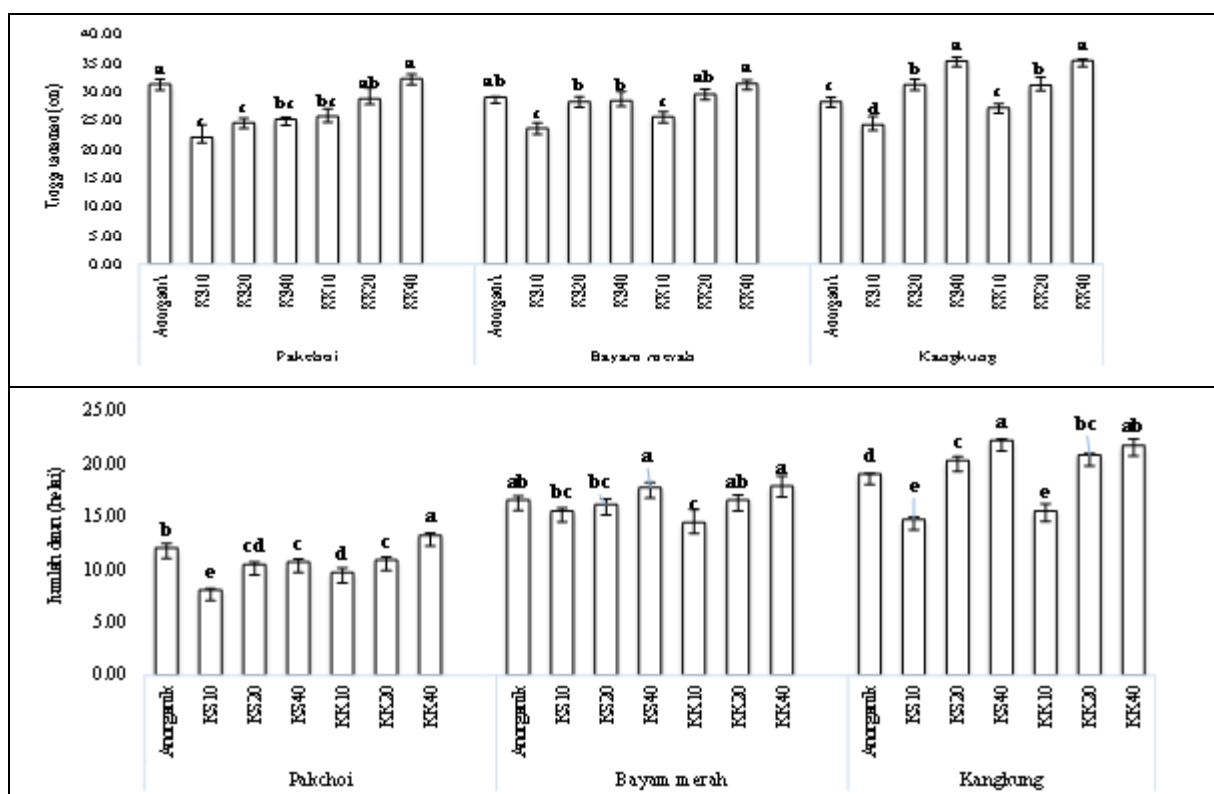
tanaman bayam merah urea (112 kg ha⁻¹ setara 0.075 g.tan⁻¹), SP-36 (250 kg.ha⁻¹ setara 0,167 g.tan⁻¹) dan KCl (90 kg ha⁻¹ setara 0,06 g.tan⁻¹), untuk tanaman kangkung dengan dosis urea 394 kg ha⁻¹ setara 0,263 g.tan⁻¹), SP-36 (311 kg.ha⁻¹ setara 0,207 g.tan⁻¹) dan KCl (224 kg ha⁻¹ setara 0,149 g.tan⁻¹). Penjarangan dilakukan satu minggu setelah pindah semai dengan menyisahkan 4 tanaman per pot (pakchoi) dan 12 tanaman per pot (bayam merah dan kangkung). Pengendalian hama dan penyakit tidak dilakukan karena selama penelitian tidak terjadi gangguan hama dan penyakit yang berarti.

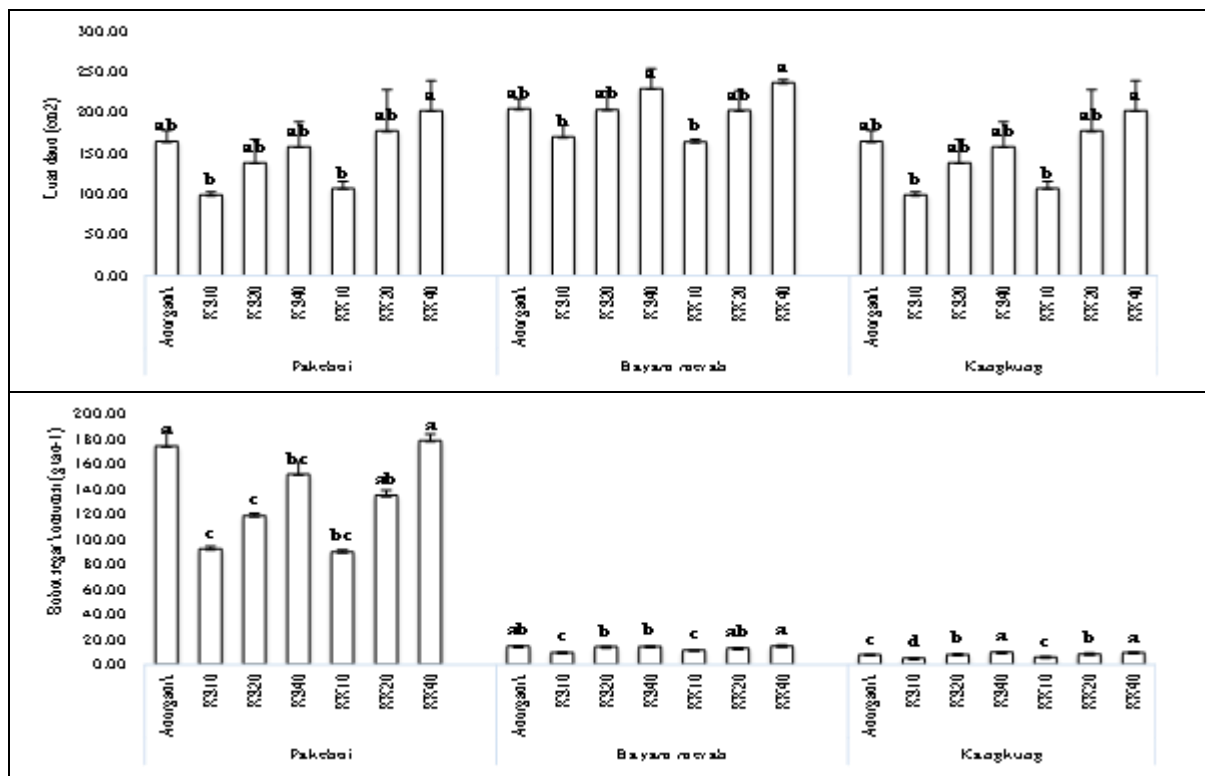
Pengamatan dilakukan pada saat panen yaitu pada saat tanaman pakchoi berumur 40 hst, bayam merah berumur 30 hst, dan kangkung berumur 30 HST dengan menggunakan tiga tanaman sampel pakchoi, sembilan tanaman sampel bayam merah dan kangkung. Parameter pengamatan antara lain: 1) tinggi tanaman, 2) jumlah daun 3) luas daun, 4) bobot segar konsumsi 5) kadar nitrat dalam jaringan tanaman yang dikonsumsi (mg.kg⁻¹) ditentukan dengan menggunakan metode kolorimetrik (Cataldo et al., 1975).

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam dan jika menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf kepercayaan 95%. Preparasi dan analisis data menggunakan software *Microsoft Excel* dan *Minitab 17*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa formulasi media tanam berpengaruh signifikan terhadap parameter pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar konsumsi tanaman dan kandungan nitrat dalam jaringan tanaman yang dikonsumsi pada tanaman pakchoy, bayam merah dan kangkung (Gambar 1).





Gambar 1. Rata-rata + standar deviasi (n=3) tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan bobot segar konsumsi tanaman pakchoy, bayam merah dan kangkung pada berbagai formulasi media tanam (Anorganik, KS₁₀, KS₂₀, KS₄₀, KK₁₀, KK₂₀ dan KK₄₀). Perlakuan dengan huruf yang sama pada jenis tanaman yang sama tidak berbeda pada Uji BNJ (0,05).

Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pengaruh formulasi media tanam terhadap tanaman pakchoi (Gambar 1) menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman pakchoy yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan formulasi media tanam KK₄₀, KK₂₀ dan anorganik sedangkan yang lebih rendah diperoleh pada perlakuan formulasi media tanam KS₁₀, KS₂₀, KK₁₀ dan KK₂₀. Rata-rata jumlah daun yang lebih banyak diperoleh pada perlakuan formulasi media tanam KK₄₀ sedangkan yang lebih sedikit diperoleh pada perlakuan KS₁₀. Rata-rata luas daun yang lebih besar diperoleh pada perlakuan formulasi media tanam KK₄₀, KS₄₀, pupuk anorganik, KK₂₀ dan KS₂₀ sedangkan yang lebih kecil diperoleh pada perlakuan formulasi media tanam KS₁₀ dan KK₁₀. Rata-rata bobot segar konsumsi yang lebih besar diperoleh pada perlakuan formulasi media tanam KK₄₀ dan pupuk anorganik, sedangkan yang lebih kecil diperoleh pada perlakuan KS₁₀ dan KK₁₀.

Pada tanaman bayam merah, rata-rata tinggi tanaman yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan formulasi media tanam KK₄₀, pupuk anorganik dan KK₂₀ sedangkan yang lebih rendah diperoleh pada perlakuan formulasi media tanam KS₁₀ dan KK₁₀. Rata-rata jumlah yang lebih banyak diperoleh pada perlakuan KK₄₀, KS₄₀, KK₂₀, KS₂₀ dan pupuk anorganik, sedangkan yang lebih sedikit diperoleh pada perlakuan KS₁₀ dan KK₁₀. Rata-rata luas yang lebih besar diperoleh pada perlakuan KK₄₀, KS₄₀, KK₂₀, KS₂₀ dan pupuk anorganik, sedangkan yang lebih kecil diperoleh pada perlakuan KS₁₀ dan KK₁₀. Rata-rata bobot segar konsumsi yang lebih besar diperoleh pada perlakuan KK₄₀, pupuk anorganik, KS₄₀ dan KK₂₀, sedangkan yang lebih kecil diperoleh pada perlakuan KS₁₀.

Pada tanaman kangkung, rata-rata tinggi tanaman yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan KK₄₀ sedangkan lebih rendah diperoleh pada perlakuan KS₁₀ dan KK₁₀. Rata-rata jumlah yang lebih banyak diperoleh pada perlakuan KS₄₀ dan KK₄₀ sedangkan yang lebih sedikit diperoleh pada perlakuan KK₁₀ dan KK₁₀. Rata-rata luas daun yang lebih besar diperoleh pada perlakuan KK₄₀, KS₄₀, KK₂₀, KS₂₀ dan pupuk anorganik dan sedangkan yang lebih kecil diperoleh pada perlakuan KK₁₀ dan KK₁₀. Rata-rata bobot segar konsumsi yang lebih besar diperoleh pada perlakuan KS₄₀ dan KK₄₀, sedangkan yang lebih kecil diperoleh pada perlakuan KS₁₀ dan KK₁₀.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa formulasi media tanam tanah + pupuk anorganik (Anorganik) menghasilkan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar konsumsi tanaman pakchoi yang lebih tinggi, sedangkan pada tanaman bayam merah dan kangkung cenderung sama bahkan lebih rendah dibandingkan dengan kompos pukan sapi dan kompos pukan kambing. Inkonsistensi ini diduga disebabkan selain karena kondisi tanah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis tanah liat berpasir dengan kandungan bahan organik tanah yang rendah (Tabel 1) dimana menurut Bhardwaj et al. (2007) bahwa jenis tanah ini memiliki butir-butir tanah lepas satu sama lain sehingga jumlah pori drainasenya tergolong tinggi dan kemampuan menahan air, nutrisi dan memegang akar tanaman sangat rendah sehingga air mudah hilang melalui infiltrasi yang ikut membawa hara terlarut. Hara yang hilang berpengaruh terhadap ketersediaannya di sekitar zona perakaran tanaman sehingga jika hara terlarut sedikit maka serapannya rendah yang menyebabkan tanaman yang mengalami kekurangan unsur hara akan terganggu proses metabolismenya sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terhambat (Sutedjo, 2002). Hal tersebut yang menjadi faktor pembatas dalam peningkatan pertumbuhan tanaman berkelanjutan. Dengan kata lain pupuk anorganik memiliki kandungan hara yang mampu memenuhi kebutuhan tanaman, tetapi tidak didukung oleh kondisi fisik dan biologi yang memadai hasilnya tidak berkelanjutan.

Aplikasi bahan organik kompos pukan sapi dan pukan kambing dalam penelitian ini mampu memberikan hasil tinggi pada ketiga tanaman yang ditanam berturut-turut. Hal ini diduga disebabkan karena penambahan bahan organik kompos mampu meningkatkan kesuburan fisik, kimia maupun biologi tanah dengan tekstur berpasir (Refliaty & Zurhalena, 2011). Proses perombakan bahan organik menghasilkan senyawa organik sederhana dan metabolit lainnya mampu meningkatkan granulasi partikel tanah dan agregasi partikel-partikel penyusun tanah sehingga terjadi pengikatan butiran primer tanah dari tanah berpasir menjadi butiran sekunder dalam pembentukan agregat dan struktur yang mantap (Soegiman, 1982). Kompos mengisi ruang pori makro dari tanah lempung berpasir sehingga membentuk pori mikro yang lebih banyak, dimana pori mikro merupakan pori yang digunakan tanah untuk mengikat air, (Nurhayati & Salim, 2012). Pori air tersedia sangat menentukan nilai kadar air. Semakin tinggi nilai pori air tersedia akan meningkatkan kadar air tanah. Jika ruang pori mikro lebih banyak dibandingkan dengan ruang pori makro maka kapasitas menahan air menjadi tinggi dimana serapan air oleh bahan organik mencapai dua sampai tiga kali bobot bahan organik tersebut. Perbaikan hubungan air dan sebagai refleksi dari keseimbangan kapasitas memegang air dan aerasi dapat meningkatkan kondisi fisik yang diperlukan untuk tanaman agar bertumbuh secara optimal (Reynolds et al., 2002).

Kompos meningkatkan aktivitas mikrobiologi tanah, fraksi humat maupun hormon tanaman. Kompos menyediakan hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman melalui dekomposisi dan pelepasan mineral. Oleh karena itu, penambahan kompos memberikan hasil sama bahkan lebih baik dibandingkan pupuk anorganik pada budidaya sayuran secara intensif. Namun demikian, kunci dari penggunaan bahan organik sebagai sumber nutrisi dalam budidaya tanaman ialah sinkronisasi antara waktu pelepasan hara dari bahan organik dengan waktu tanaman membutuhkan tanaman menyerap hara tersebut. Proses pelepasan tersebut juga dapat berlangsung secara bertahap dan dalam jangka panjang sehingga dalam sekali aplikasi dapat digunakan untuk beberapa kali penanaman. Sinkronisasi pelepasan hara dari kompos dan kebutuhan tanaman sangat tergantung tergantung kualitas kompos dan dosis yang diberikan.

Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa pemberian kedua kompos dengan dosis rendah seperti pada perlakuan KS10 dan KK10 memberikan hasil yang lebih rendah dibandingkan pupuk anorganik pada semua parameter pengamatan dari ketiga tanaman. Hal ini diduga disebabkan karena jumlah mineralisasi hara dari kedua kompos dengan dosis tersebut lebih rendah dari jumlah yang dibutuhkan tanaman sehingga yang diserap juga sedikit sehingga berdampak pada ketidakmampuan tanaman untuk mempertahankan pertumbuhan dan perkembangan organ baru.

Pemberian kompos dengan dosis sedang pada perlakuan KS20 dan KK20 memberikan hasil yang bervariasi. Kompos pukan kambing KK20 memberikan hasil lebih baik dibandingkan kompos pukan sapi KS20 dan cenderung sama dengan kompos pukan sapi KS40. Pemberian kompos dengan dosis tinggi, kompos pukan kambing KK40 memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan KS40. Hal ini menunjukkan KK40 memberikan hasil tinggi pada ketiga tanaman yang dicobakan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa untuk sinkronisasi pelepasan hara kompos dari kebutuhan kebutuhan hara tanaman pakchoi, bayam merah dan kangkung dalam budidaya intensif

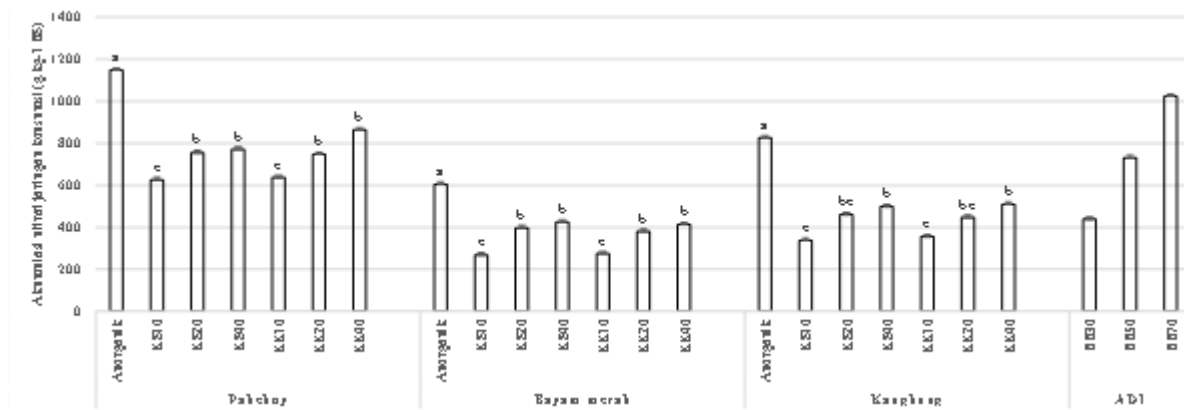
sistem rotasi dalam pot maka kompos pakan kambing diberikan pada dosis 40% (v/v) sedangkan kompos pakan sapi harus lebih besar dari 40%.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa kompos pakan kambing cenderung tinggi dan konsisten pada ketiga tanaman dibandingkan dengan kompos pakan sapi. Hal ini diduga disebabkan oleh perbedaan kualitas nutrisi dari kedua kompos yang digunakan dalam penelitian ini (Tabel 1). Perbedaan kualitas yang dimiliki oleh kedua kompos berpengaruh jumlah hara yang dilepaskan dan penyerapannya oleh tanaman. Kompos kotoran kambing yang memiliki nitrogen dan kalium yang tinggi sehingga memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan kompos kotoran sapi. Kualitas tersebut juga menentukan efek keberlanjutannya dalam budidaya secara intensif.

Ditinjau dari kandungan hara kedua kompos yang digunakan menunjukkan bahwa kompos pakan kambing memiliki kandungan hara nitrogen dan kalium yang lebih tinggi dibandingkan kompos pakan sapi. Nitrogen merupakan komponen utama protein, hormon, klorofil, vitamin dan enzim-enzim esensial untuk kehidupan tanaman seperti fotosintesis (Wijaya, 2008). Sedangkan kalium mengaktifasi enzim-enzim yang berperan dalam metabolisme dan biosintesis serta menjaga tekanan osmosis dan turgor. Perakaran dengan suplai kalium yang optimal mampu menyerap air lebih baik dan akan tumbuh lebih cepat karena kalium memelihara tekanan turgor sel secara konstan. Tekanan turgor sel yang konstan akan memacu pembesaran sel-sel tanaman yang menyusun jaringan meristem. Apabila kandungan kalium rendah, tekanan turgor sel-sel tanaman termasuk sel penutup stomata berkurang dan sebagai akibatnya stomata akan menutup. Tertutupnya stomata menyebabkan penyerapan air melalui mekanisme tarikan transpirasi akan berkurang (Laegreid et al., 1999). Oleh karena itu dengan pelepasan nitrogen pada perlakuan KK40 efektif menyediakan nitrogen dan kalium yang dibutuhkan oleh masing-masing tanaman setiap periode penanaman yang kemudian akan diserap dan digunakan untuk pertumbuhan organ-organ yang berkaitan dengan fotosintesis antara lain luasan daun yang lebih besar sehingga akan menyerap sinar matahari secara optimal dalam proses fotosintesis sehingga tanaman mampu menghasilkan karbohidrat/asimilat dalam jumlah yang cukup untuk menopang pertumbuhan vegetative lainnya. Kompos pakan kambing sebesar 40% (v/v) dalam media tanam dapat memberikan kondisi pertumbuhan yang lebih baik dari segi penyediaan struktur media tanam yang memadai untuk terjadinya respirasi akar, kapasitas menahan air maupun ketersediaan hara yang maksimal sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

Nisbah C/N pupuk organik berpengaruh terhadap kecepatan mineralisasi hara dari bahan organik tersebut. Bahan organik dengan nisbah C/N rendah lebih cepat memineralisasi hara yang dibutuhkan oleh tanaman dan kecepatan mineralisasi menentukan tingkat ketersediaan nutrisi tanaman (Hakim et al., 1986). Ditinjau dari segi nisbah C/N, tampak bahwa kedua kompos memiliki nisbah C/N yang berbeda (Tabel 1). Kompos pakan kambing memiliki nisbah C/N yang lebih rendah dibandingkan kompos pakan kotoran sapi menyebabkan kompos pakan kambing lebih mudah termineralisasi hara terutama nitrogen dengan cepat dan dengan jumlah yang sesuai dibutuhkan tanaman baik pada penanaman pakchoi, bayam merah maupun kangkung. Kondisi ini dapat dipertahankan hingga tiga kali penanaman sayuran daun berumur pendek seperti pakchoi, bayam merah dan kangkung. Sedangkan penambahan kompos kotoran sapi yang memiliki C/N yang tinggi dengan kandungan hara yang lebih rendah menyebabkan pelepasan hara lebih lambat sehingga hara yang dilepas pada periode tanam pakchoi tidak mencukupi kebutuhan tanaman sehingga pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih rendah. Mineralisasi hara maksimal mulai terjadi pada periode tanam bayam merah (periode II) dan kangkung (periode III) dan memberikan hasil yang sama dengan media tanam 60% tanah + 40% kompos kotoran kambing. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa untuk memberikan sinkronisasi hara pada budidaya sayuran daun secara intensif khususnya dalam pola tanam pakchoi, bayam merah dan kangkung maka aplikasi kompos kotoran sapi harus lebih besar dari 40% (v/v) dari volume media tanam.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa formulasi media tanam berpengaruh nyata terhadap akumulasi nitrat dalam jaringan konsumsi (Gambar 2).



Gambar 2. Rata-rata + standar deviasi (n=3) akumulasi nitrat jaringan yang konsumsi tanaman pakchoy, bayam merah dan kangkung pada berbagai formulasi media tanam (Anorganik, KS₁₀, KS₂₀, KS₄₀, KK₁₀, KK₂₀ dan KK₄₀). Perlakuan dengan huruf yang sama pada jenis tanaman yang sama tidak berbeda pada Uji BNJ (0,05).

Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa akumulasi nitrat jaringan konsumsi sayuran pakchoi, bayam merah dan kangkung lebih tinggi diperoleh pada perlakuan formulasi media tanam tanah + pupuk anorganik (anorganik) sedangkan nilai terendah pada perlakuan KS₁₀ dan KK₁₀. Perbedaan ini diduga disebabkan karena perbedaan jumlah nitrat yang termineralisasi dari kedua jenis pupuk dan serapannya oleh tanaman. Sebagaimana diungkapkan oleh (Hanafy et al., 2000) bahwa akumulasi nitrat pada tanaman berhubungan proses mineralisasinya dan transformasi, jumlah nitrat dalam tanah dan serapan nitrat oleh tanaman. Selanjutnya Haynes (1986) mengungkapkan bahwa proses mineralisasi nitrat dari pupuk anorganik lebih cepat dibandingkan pupuk organik sehingga serapannya lebih besar pada pupuk anorganik dibandingkan pupuk organik. Urea maupun pupuk anorganik lainnya yang diberikan ke dalam tanah akan segera mengalami hidrolisis dan berubah menjadi amonium, jika kondisi lingkungan dengan aerasi baik maka akan mengalami nitrifikasi dan berubah menjadi nitrat. Sebaliknya bahan organik seperti kompos akan memineralisasi nitrogen secara bertahap dan adanya bahan organik dapat mempertahankan kandungan nitrogean tersedia dalam bentuk amonium dalam waktu yang lama dibandingkan tanpa bahan organik (Pramono et al., 2011).

Ketersediaan nitrat di dalam tanah dipengaruhi oleh organisme nitrifer dalam tanah (Hanafy, 2000). Pada tanah lempung berpasir dengan pori makro yang lebih banyak menyebabkan tersedianya oksigen dan kering yang mendukung aktifitas mikroorganisme nitrifier lebih aktif melakukan proses nitrifikasi dimana amonium diubah menjadi nitrit dan nitrat berlangsung lebih cepat. Jika nitrifikasi berjalan dengan baik maka nitrogen tanah akan lebih didominasi oleh N-nitrat dibandingkan N-amonium. Selain itu, perombakan bahan organik dalam tanah juga menghasilkan senyawa-senyawa bioaktif yang meningkatkan aktifitas enzim-enzim asimilator nitrat seperti nitrat reduktase (Albuzio et al., 1986). Hal ini diduga berkontribusi terhadap jumlah nitrat dalam tanah yang termineralisasi lebih banyak dibandingkan amonium rendahnya kadar nitrat pada media formulasi dengan penambahan kompos dibandingkan dengan tanah + pupuk anorganik (anorganik). Fenomena yang sama juga dilaporkan oleh peneliti sebelumnya bahwa pupuk anorganik dengan kompos berpengaruh positif terhadap kadar nitrat pada tanaman bayam (Santamaria et al., 1993; Muramoto, 1999; Vogtman et al., 2002; Ebid et al., 2008; Citak & Sonmez, 2009; Alderfasi et al., 2010).

Nitrat yang diserap akan diasimilasi untuk menghasilkan protein dan senyawa organik sederhana seperti asam amino, nitrit dll. Jika serapannya lebih besar dibandingkan dengan kemampuan tanaman untuk mengasimilasi maka akan berpotensi terakumulasi dalam vakuola sel tanaman (Ruffy et al., 1982). Proses ini diawali dengan reduksi nitrat yang dikatalisis oleh enzim nitrat reduktase dan aktifitas enzim nitrat reduktase dalam tanaman dapat berlangsung baik pada kondisi ketersediaan air optimal (Foyer et al., 1998) sebaliknya ketersediaan air yang rendah mengurangi aktivitas nitrat reduktase (Fitriana et al., 2012; Umebese et al., 2009). Walaupun fenomena ini tidak diteliti detail tentang hubungan kadar air dengan nitrat reduktase tersebut dalam penelitian ini namun diduga bahwa mekanisme ini juga ditemukan pada penelitian ini dimana tanah pasir lempung yang memiliki daya retensi air yang rendah dan ketersediaannya dalam media tanam menjadi berkurang. Sebaliknya formulasi media dengan penambahan kompos berpengaruh terhadap kemampuan retensi air tanah.

Keterediaan air yang optimal akan meningkatkan aktivitas nitrat reduktase sehingga akumulasi nitrat pada ketiga tanaman dengan perlakuan kompos lebih rendah dibandingkan dengan pupuk anorganik.

Akumulasi nitrat dalam jaringan konsumsi yang lebih tinggi pada tanaman bayam merah adalah 1206.81 mg.kg⁻¹ BS, bayam merah sebesar 611.02 mg.kg⁻¹ BS) dan kangkung sebesar (478.34 mg.kg⁻¹ BS) yang dihasilkan dari perlakuan pupuk anorganik. Berdasarkan standar di atas, dapat dikatakan bahwa kadar nitrat yang terkandung dalam tanaman sayuran dalam penelitian masih berada di bawah batas maksimum nitrat yang dipersyaratkan. Namun demikian berdasarkan asupan nitrat harian yang diperbolehkan (The Commission of the European Communities, 1997) sebesar 3,65 mg/kg berat badan/hari, maka dengan menggunakan asumsi rata-rata konsumsi sayuran harian sebesar 250 g maka kadar nitrat yang dihasilkan dalam penelitian ini masih dalam level yang aman untuk konsumsi kecuali pada sayuran pakchoi dengan perlakuan pupuk anorganik.

KESIMPULAN

Penambahan kompos pukan kambing dan sapi sebagai campuran media tanam dapat menggantikan pupuk anorganik untuk produksi sayuran daun intensif khususnya pada pola tanam pakchoi-bayam merah-kangkung dalam pot. Dosis optimal kompos pukan kambing sebesar 40% (v/v) sedangkan kompos pukan sapi harus lebih besar dari 40% (v/v).

Akumulasi nitrat dalam jaringan konsumsi sayuran yang ditanam pada media tanam dengan penambahan pukan sapi dan pukan kambing lebih rendah dibandingkan dengan media tanam tanah + pupuk anorganik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada kelompok tani organik Brenjonk yang menyediakan rumah kompos dan Greenhouse untuk keperluan penelitian ini, ibu Padmi Wulandari atas bantuan analisis di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, W., Sunarlim, N. & Roostika, I. (2006). Pengaruh Tiga Jenis Pupuk Nitrogen terhadap Tanaman Sayuran (*Effect of Three Different Nitrogen Fertilizers on Several Vegetable Crops*). *Biodiversitas*, 7(1), 77-81.
- Adiningsih, S. (1995). Pengelolaan Hara Terpadu Untuk Mencapai Produksi Pangan yang Mantap dan Akrab Lingkungan. *Pertemuan Teknis Penelitian Tanah dan Agroklimak, Bogor*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Albuzio, A., Ferrari, G. & Nardi, S. (1986). Effects of Humic Substances on Nitrate Uptake and Assimilation of Barley Seedlings. *Can. J. Soil Sci*, 66, 731-736.
- Alderfasi, A., Moftah, A. & Aljuaed, A. (2010). Prospective Study of Using Bioorganic Farming System on Growth, Nitrate, Oxalate and Ascorbic Acid Contents in Spinach. *World Appl. Sci. Journal*, 9(1), 49-54.
- Andreilee, B. F., Santoso, M. & Nugroho, A. (2014). Pengaruh Jenis Kompos Kotoran Ternak dan Waktu Penyiangan Terhadap Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa sub.Chinensis*) Organik. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(3), 190-197.
- Bhardwaj, Shainberg, Goldstein, Warrington & Levy. (2007). Water Retention and Hydraulic Conductivity of Cross-Linked Polyacrylamides in Sandy Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 71(2), 406-412.
- Bryan, N., Alexande, D. D., Coughlin, J., Milkoski, A. & Boffetta, P. (2012). Ingested Nitrate and Nitrite and Stomach Cancer Risk: an Updated Review. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 3646-3665.
- Buczek, J. (1985). Regulation of Nitrate and Nitrite Reductase Activities in Whole Cucumber Plants by Endogenous Level of Nitrate Supply. *Acta Physiol Plant*, 7, 21-30.
- Cataldo, D., Haroon, M., Schrader, L. E. & Youngs, V. (1975). Rapid Colorimetric Determination of Nitrate in Plant Tissue by Nitration of Salicylic Acid. *Communication Soil Science and Plant Analysis*, 6, 71-80.

- Chung, S., Kim, J., Kim, M. H., Lee, J., Kim, C. & Song, I. (2003). Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. *Food Addit. Contam*, 20, 621-628.
- Citak, S. & Sonmez, S. (2009). Mineral Contents of organically and conventionally grown spinach (*Spinacea oleracea* L.) during two successive seasons. *J Agric Food Chem*, 57, 7892-7898.
- Citak, S. & Sonmez, S. (2010). Effects of Conventional and Organic Fertilization on Spinach (*Spinacea Oleracea* L.) Growth, Yield, Vitamin C and Nitrate Concentration During Two Successive Seasons. *Scientia Horticulturae*, 126, 415-420.
- Colaccio, D. (1982). Economic Aspect of Composting. *Biocycle*, 23(5), 26-30.
- Dirjen Hortikultura. (2011). *Konsumsi Hortikultura per kapita*. <http://www.pertanian.go.id>.
- Djamaan, D. (2006). Pengaruh Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.). Padang: *Prosiding Seminar Peternakan, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian*.
- Ebid, A., Ueno, H., Ghoneim, A. & Asagi, N. (2008). Nitrogen Uptake by Radish, Spinach and Chingensai from Composted Tea Leaves, Coffee Waste and Kitchen Garbage. *Compost Sci. & Util*, 16(3), 152-158.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2010). Nitrate in Vegetables. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA Journal*, 689, 1-79.
- FAO/WHO. (2004). *Report of a Joint FAO/WHO Workshop, Fruit and vegetables for health. 1-3 September, 2004*. Kobe, Japan.
- Fitriana, F., Pukan, K. & Herlina, L. (2012). Aktivitas Enzim Nitrat Reduktase Kedelai Akibat Variasi Kadar Air Pada Awal Pengisian Polong. *Unnes Journal of Life Science*, 1(1), 13-21.
- Food and Agriculture Organization (FAO)/World Health Organization (WHO). (2002). *Fifty-ninth report of the Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives*. Geneva: Techn Rep Ser 913.
- Foyer, H., Valadier, H., Andrea, M. & Becker, W. (1998). Drought Induced Effect of Nitrate Reduktase Activity and mRNA and on The Coordination of Nitrogen and Carbon Metabolism in Maize Leaves. *Plant Physiol*, 117, 283-292.
- Hakim, N., Nyakpa, M., Lubis, A. & Nugroho, S. (1986). *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Lampung: Universitas Lampung.
- Hanafy Ahmed, A. H. (2000). Reducing Nitrate Accumulation in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Plants by Using Different Biofertilizers. Egypt: ICEHM 20007.
- Haynes, R. J. (1986). *Mineral nitrogen in the plant-soil system*. Academic Press, Inc.
- Kader, A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops*. California (USA: University of California Agricultural Pr.
- Laegreid, M., Bockman, O. & Kaarstad, O. (1999). *Agriculture, Fertilizers and The Environment*. CABI Publishing and Norsk Hydro ASA.
- Lestari, Y. S. (2012). Pengaruh Kompos Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* (L.) Meril) pada Kondisi Cekaman Air. *Jurnal Online Universitas Jambi*, 1(3), 179-187.
- Liu, E., Changrong, Y., Xurong, M., Wenqing, H., So, H., Linping, D. & Tinglu, F. (2010). Long Term Effect of Chemical Fertilizer, Straw and Manure on Soil Chemical and Biological Properties in North-West China. *Geoderma*, 150, 173.
- Mahmoud, E., EL-Kader, N., Robin, P., Corfini, N. & El-Rahman, L. (2009). Effect of Different Organic and Inorganic Fertilizer on Cucumber Yield and Some Soil Properties. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(4), 408-414.
- Matallana Gonzalés, M., Martinez-Tomé, M. & Isas, M. (2010). Nitrate and Nitrite Content in Organically Cultivated Vegetables. *Food Addit Contam Part B Surveill*, 3(1), 19-29.
- Mensinga, T., Speijers, G. & Meulenbelt, J. (2003). Health Implications of Exposure to Environmental Nitrogenous Compounds. *Toxicol. Rev*, 22, 41-51.
- Muramoto, J. (1999). Comparison of Nitrate Content in Leafy Vegetables from Organic and Conventional Farms in California.
- Nurhayati, & Salim. (2012). Pemanfaatan Produk Samping Bertanian sebagai Pupuk Organik Berbahan Lokal di Kota Dumai Provinsi Riau. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi*, Bogor (pp. 551-560).

- Palm, A., Gachengo, C., Delve, R., Cadisch, G. & Giller, K. (2001). Organic Inputs for Soil Fertility Management in Tropical Agroecosystems: Application of an Organic Resource Database. *Agriculture Ecosystem Environment*, 83, 27-42.
- Pramono, J., Prayitno, J., Tohari & Shidieq, D. (2011). Pemanfaatan Bahan Alami Sebagai Penghambat Nitrifikasi untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Nitrogen Padi Sawah. *Agrin*, 15(2), 92-102.
- Rahayu, T., Simanjuntak, B. & Suprihati. (2014). Pemberian Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Wortel (*Daucus carota* L.) dan Bawang Daun (*Allium fistulosum* L.) dengan Budidaya Tumpang Sari. *Jurnal Agrikultur*, 26(1), 52-60.
- Refliaty, & Zurhalena. (2011). Pengaruh Pemberian Pupuk Hijau (*Mucuna* sp dan *Laucaena glauca*) Terhadap Sifat Fisik Ultisol dan Hasil Jagung. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dosen Pertanian*, Jambi (pp. 183-192).
- Reynolds, W., Bowman, B., Drury, C., Tan, C. & Lu, X. (2002). Indicators of Good Soil Quality: Density and Storage Parameters. *Geoderma*, 110, 131-146.
- Rowell, B. & Hadad, R. (2104). *Organic Manures and Fertilizers for Vegetable Crops*. College of Agriculture, Food and Environment, University of Kentucky.
- Santamaria, P. (2006). Nitrate in Vegetables: Toxicity, Content, Intake and EC Regulation. *J Sci Food Agric.*, 86, 10-17.
- Santamaria, P., Ventrella, D., Magnifico, V., De Boni, A. & Serio, F. (1993). Growth, Yield and Nitrate Accumulation in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Fertilized with Mineral and Organic-Mineral Manure. *Riv. Agron*, 27, 587-591.
- Soegiman. (1982). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Soumare, M., Tack, F., & Verloo, M. (2003). Effects of a Municipal Solid Waste Compost and Mineral Fertilization on Plant Growth in Two Tropical Agricultural Soils of Mali. *Bioresource Technology*, 86, 15-20.
- Sutedjo. (2002). *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- The Commission of the European Communities. (1997). Commission regulation (EC) no. 197/97. Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs: *Offic. J. of the European Communities L31*, 48-50.
- Umebese, C., Olatimilehin, T. & Ogunsusi, T. (2009). Salicylic Acid Protects Nitrate Reductase Activity, Growth and Proline in Amaranth and Tomato Plants During Water Deficit. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 4(3), 224-228.
- Valero, D. & Serrano, M. (2010). *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. London (ENG): CRC press.
- Vitousek, P. M., Schindler, D., Schlesinger, W. & Tilman, D. (1997). Human Alteration of the Global Nitrogen Cycle: Sources and consequences. *Ecological Applications*, 737-750.
- Vogtman, H., Matthies, K., Kehres & Meier, P. (2002). Enhanced Food Quality, Effect of Compost on the Quality of Plant Foods. *Compost Science Utilization*, 1, 82-100.
- Wang, J., Zhou, Y., Dong, C., Shen, Q. & Putheti, R. (2009). Effects of NH⁴⁺-N/ NO³⁻-N Ratios on Growth, Nitrate Uptake and Organic Acid Levels of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *African Journal of Biotechnology*, 8(15), 3597-3602.
- Wijaya, K. (2008). *Nutrisi Sebagai Penentu Kualitas Tanaman*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Yaduvanshi, N. (2003). Substitution of Inorganic Fertilizers by Organic Manures and the Effect on Soil Fertility in Rice–Wheat Rotation on Reclaimed Sodic Soil in India. *J. Agric. Sci.*, 140, 161-168.

KONTRIBUSI PENDAPATAN WANITA TANI REPONG DAMAR TERHADAP PENDAPATAN RUMAH TANGGA DI PEKON PAHMUNGAN

Tri Yulisa¹, Susni Herwanti¹, Hari Kaskoyo^{1,2}, Rommy Qurniati¹

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl Sumantri Brojonegoro,
Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia.

²Pascasarjana Ilmu Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl Sumantri Brojonegoro,
Gedung Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia.

e-mail: *¹triyulisa8106@gmail.com, ²sh4nt@yahoo.com, ³harikaskoyo@gmail.com,
⁴rommy.qurniati@gmail.com

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kontribusi pendapatan wanita terhadap pendapatan rumah tangga di Pekon Pahmungan. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan simple random sampling dengan jumlah responden sebanyak 62 orang yang diperoleh dari Rumus Slovin. Responden merupakan wanita tani yang berdomisili di Pekon Pahmungan. Pengumpulan data menggunakan teknik wawancara, observasi dan studi pustaka. Analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan terdapat kontribusi wanita tani terhadap pendapatan rumah tangga sebesar 36% atau 9.740.322/tahun. Hal tersebut menunjukkan bahwa kontribusi wanita tani di Pekon Pahmungan termasuk dalam kategori tinggi. Kontribusi wanita tani yang tergolong tinggi, disebabkan oleh Wanita tani di Pekon Pahmungan yang berperan dalam pemungutan, pensortiran dan pengangkutan getah damar.

Kata Kunci: damar, kontribusi, pendapatan, wanita tani.

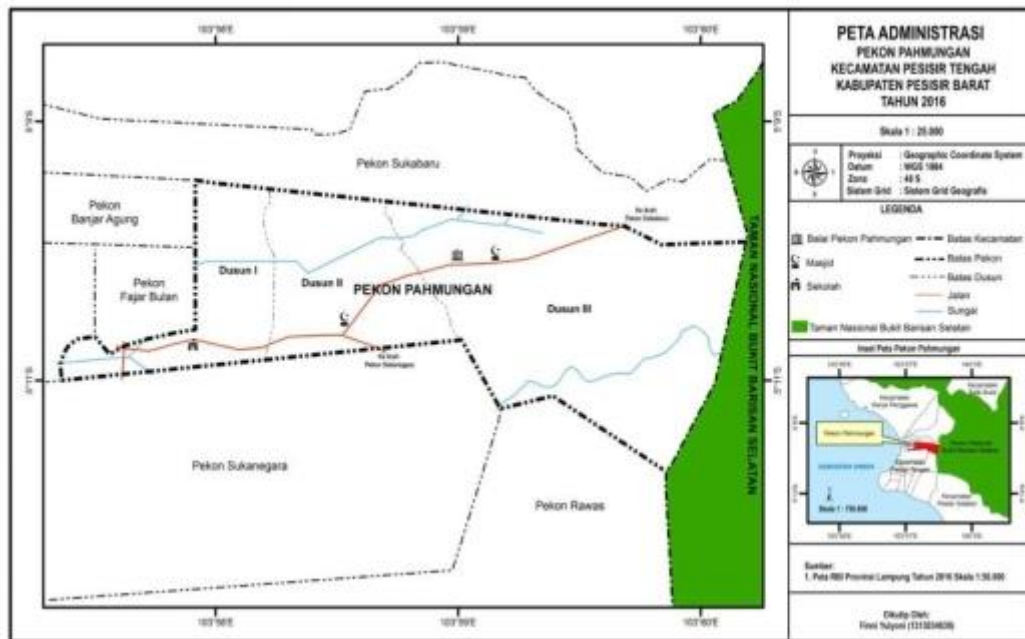
PENDAHULUAN

Hutan adalah sumber daya alam yang perlu dimanfaatkan secara lestari dan keberlangsungan fungsi dan kemampuannya dalam melestarikan lingkungan (Jazuli, 2015). Bagi masyarakat sekitar hutan selain memberi manfaat jasa lingkungan, hutan juga memberikan manfaat berupa kayu yang bernilai ekonomis (Agustini et al., 2017).

Repong damar di Pekon Pahmungan Kecamatan Pesisir Tengah Kabupaten Pesisir Barat Provinsi Lampung merupakan suatu penyangga Taman Bukit Baerisan (TNBBS). Repong Damar merupakan suatu sistem pengelolaan tanaman perkebunan yang terletak di Krui, Pesisir Barat Lampung. Repong Damar yang menghasilkan berbagai jenis tanaman Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) antara lain getah damar, buah-buahan (petai, duku, durian, jengkol) dan Hasil Hutan Kayu (HHK) antara lain kayu bangunan dan kayu bakar (Harianto et al., 2008). Selain itu keberadaan HHBK ini memberikan manfaat sosial, budaya, ekonomi, dan lingkungan untuk seluruh kalangan masyarakat.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peran wanita dalam usaha tani meliputi kegiatan yang tidak berhubungan langsung dengan kegiatan pertanian dilapangan seperti kegiatan pengolahan hasil komoditas pertanian, pendapatan wanita dalam usaha tani mencapai 40% dari total pendapatan rumah (Bhastoni & Yuliati, 2015; Hanum et al., 2018; Hafizianor et al., 2015; Syarif & Zainuddin, 2017). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pendapatan wanita tani repong damar terhadap pendapatan rumah tangga di Pekon Pahmungan.

BAHAN DAN METODE



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pahmungan Kecamatan Pesisir Tengah Kabupaten Pesisir Barat pada bulan November 2018 hingga Januari 2019. Lokasi ini dipilih karena di Desa Pahmungan salah satu pusat penghasil getah damar di Provinsi Lampung serta memiliki kualitas yang baik. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan simple random sampling dengan jumlah responden sebanyak 62 wanita tani yang diperoleh dari Rumus Slovin (Arikunto, 2011) dengan Metode wawancara mendalam.

Alat yang digunakan adalah alat tulis, daftar pertanyaan (kuisisioner), kamera digital dan laptop. Jenis data yang dikumpulkan data primer dan data sekunder. Data Primer adalah data yang diambil langsung dari lapangan data ini meliputi nama, umur, jumlah anggota rumah tangga, suku, jumlah tanggungan, jumlah pendapatan suami, jumlah pendapatan istri, kegiatan istri. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi literature dan data dari instansi-instansi terkait. Data ini meliputi data jumlah penduduk, luas hutan, dan jenis pekerjaan dari Kantor Pekon Pahmungan Analisis data pada penelitian ini menggunakan rumus pendapatan (Qurniati, 2010)

$$P_t = P_n + P_w + P_{li}$$

Keterangan:

- P_t = Pendapatan Keluarga (Rp/Tahun)
- P_n = Pendapatan Suami (Rp/Tahun)
- P_w = Pendapatan Istri (Rp/Tahun)
- P_{li} = Pendapatan dari anggota keluarga lain

Menurut Bhasroni & Yulianti (2016) untuk mengetahui besarnya kontribusi pendapatan wanita tani terhadap peningkatan pendapatan rumah tangga perbulan digunakan rumus sebagai berikut

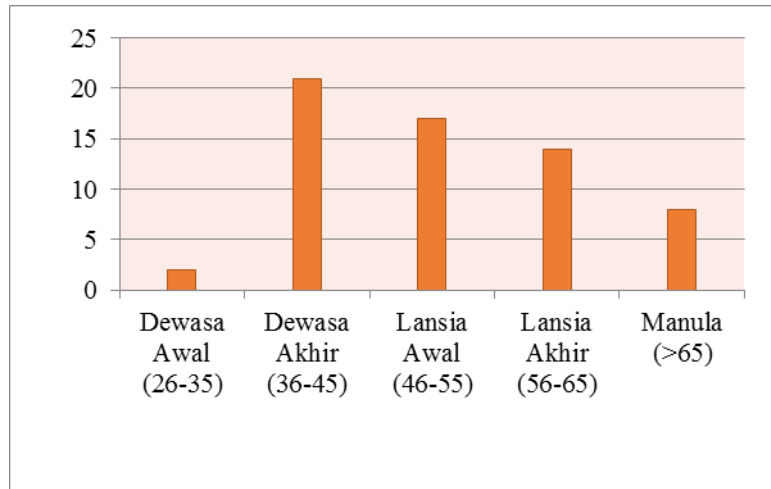
$$K = \frac{P_w}{P_t} \times 100\%$$

Keterangan:

- K = Kontribusi pendapatan wanita tani repong damar(%)
- P_w = Pendapatan istri (Rp/bulan)
- P_t = Pendapatan keluarga (Rp/bulan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

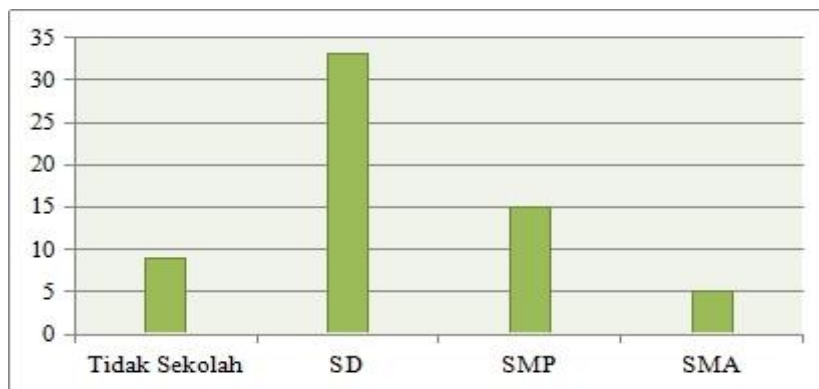
Karakteristik Wanita Tani Responden



Gambar 2. Tingkat umur

Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur responden dalam penelitian ini bervariasi dari dewasa awal hingga manula. Menurut Depkes (2009), variabel umur dapat menjadi beberapa kategori yaitu dewasa awal (26-35 tahun), dewasa akhir (36-45), lansia awal (46-55), lansia akhir (56-65) dan manula (>65). Umur wanita tani yang paling banyak yang berada di repong damar yaitu pada umur 38 tahun atau masuk dalam kategori dewasa akhir. Menurut Achmad et al. (2016) umur produktif petani yaitu 20-59 tahun. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa umur wanita tani repong damar tergolong produktif. Hal ini berarti rata-rata umur responden berada pada kelompok usia produktif. Sampai pada umur tertentu, semakin tinggi umur petani semakin produktif karena sudah mempunyai pengalaman (Gambar 2).

Selain umur tingkat pendidikan wanita menjadi faktor pendorong pengetahuan seseorang dalam melakukan pekerjaan dan informasi yang dapat diserap petani. Pendidikan wanita tani repong damar sangatlah bervariasi mulai dari tidak sekolah sampai ke tingkat menengah akhir (SMA). Tingkat pendidikan wanita tani repong damar berdominasi pada tingkat sekolah dasar (SD) dengan jumlah 33 wanita tani sebesar 53,21%. Sedangkan tingkat paling rendah yaitu pada tingkat sekolah menengah atas (SMA) dengan jumlah 5 wanita tani repong damar 8,1%. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Metalisa et al. (2014) yang menyatakan bahwa tingkat pendidikan formal berada pada kategori rendah yaitu tidak tamat SD atau tamat SD. Alasan responden untuk tidak melanjutkan pendidikan karena kemampuan ekonomi keluarga (Gambar 3).



Gambar 3. Tingkat pendidikan.

Kontribusi Pendapatan Wanita Tani Repong Damar

Tabel 1. Hasil kontribusi pendapatan dalam pendapatan wanita terhadap pendapatan rumah tangga

Pendapatan	Kegiatan				Pendapatan Rp/bulan	Pendapatan Rp/tahun	Kontribusi (%)
	Petani damar	Pengelolaan damar	Guru ngaji	Berdagang			
Istri		832.258	24.193	29.032	885.483	9.740.322	36
Suami	1.459.677				1.459.677	17.516.129	64

Sumber: Data Primer (2019)

Berdasarkan hasil penelitian pendapatan wanita tani memiliki kontribusi yang cukup tinggi yaitu dengan 36% dengan sebesar total pendapatan 9.740.322 Rp/Tahun.dari pendapatan total didapatkan dari kegiatan pengelolaan damar,pemungutan resin damar, pengangkutan pensortiran, guru ngaji, dan berdagang. Akan tetapi sebagian besar wanita bekerja di pensortiran damar sesuai dengan kualitas. Pendapatan suami diperoleh dari petani damar sebesar 17.516.129 Rp/tahun.

Mardiana (2004) mengungkapkan bahwa pendapatan rumah tangga berasal dari tiga sumber, yaitu dari istri, suami, dan sumber lainnya. Perempuan yang bekerja berarti memiliki kontribusi dalam meningkatkan pendapatan rumah tangganya. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Wulandari (2018) menyatakan bahwa kontribusi pendapatan usahatani kopra terhadap pendapatan keluarga petani cukup tinggi sebesar 73,61%. Sementara dalam hasil penelitian yang dilakukan (Sihombing et al.,2013) Kontribusi budidaya ikan hias terhadap pendapatan total rumah tangga nelayan di Desa Serangan sebesar 48,56% Ini berarti pendapatan dari usaha budidaya ikan hias memberikan kontribusi cukup besar terhadap pendapatan total rumah tangga nelayan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada: Ibu Susni Herwanti selaku Dosen pembimbing I atas segala masukan, motivasi, waktu dan bimbingan dalam penelitian ilmiah ini Bapak Hari Kaskoyo, selaku Pembimbing kedua II atas segala masukan, motivasi, waktu dan bimbingan dalam proses penelitian ini dan Ibu Rommy Qurniati, selaku dosen pembahas atas segala masukan jurnal dalam penelitian ini dan Bapak Nopen Sunandar, Bapak Sabiq selaku pamong Pekon Pahmugan yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, B., Diniyati, D., Fauziyah, E. & Sulistyati, T. (2016). Analisis Faktor-Faktor Penentu dalam Peningkatan Kondisi Sosial Ekonomi Petani Hutan Rakyat di Kabupaten Ciamis. *Jurnal Hutan Tanaman*, 11(3), 63-79.
- Agustini, S., Dharmawan, A. H. & Putri, E. I. K. (2017). Kontribusi Hutan Nagari pada Struktur Nafkah dan Ekonomi Pedesaan: Studi Kasus di Padang Pariaman. *Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 138-147.
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bhastoni, K. & Yuliati, Y. (2016). Peran Wanita Tani diatas Usia Produktif Dalam Usaha Tani Sayuran Organik Terhadap Pendapatan Rumah Tangga di Desa Sumberejo Kecamatan Batu. *J. Habitat*, 26(2), 119-129.
- Hafizianor., Muhyah, R. N. P. & Zakiah, S. (2015). Analisis Gender dalam Pengelolaan Agroforestri Dukuh dan Kontribusinya Terhadap Pendapatan Rumah Tangga di Desa Kertak Empat Kecamatan Pengaron Kabupaten Banjar. *J. Hutan Tropis*, 3(2), 133-144.
- Hanum, I. M., Qurniati, R. & Herwanti, S. (2018). Peran Wanita Pedesaan Hutan dalam Peningkatan Pendapatan Rumah Tangga. *J. Sylva lestari*, 6(3), 36-45.
- Hariato, S. P., Winarno, G. D. & Kaskoyo, H. (2008). Dinamika Tumbuhan di Repong Damar Krui. *Laporan Hasil Penelitian*. Bandar Lampung: Unila.

- Jazuli, A. (2015). Dinamika Hukum Lingkungan Hidup dan Sumberdaya Alam dalam Rangka Pembangunan Berkelanjutan. *Journal Rechts Vinding*, 4(2), 181-197.
- Metalisa, R., Saleh, A. & Tjitoprano, P. (2014). Peran Ketua Kelompok Wanita Tani dalam Pemanfaatan Lahan Pekarangan yang Berkelanjutan. *J. Penyuluhan*, 10(2), 158-170.
- Qurniati, R. (2010). Struktur dan Distribusi Pendapatan Pelaku Agroforestry di Provinsi Lampung. *Prosiding Penelitian Agroforestry di Indonesia*. 140-146.
- Sihombing, F., Artini, W. N. & Dewi, K. R. (2013). Kontribusi Pendapatan Nelayan Ikan Terhadap Pendapatan Total Rumah Tangga di Desa Serangan. *J. Agribisnis dan Agrowisata*, 2(4), 178-190.
- Syarif, A. & Zainudin, M. (2017). Kontribusi Ekonomi dan Peran Perempuan dalam Pengambilan Keputusan pada Usaha Tani Sayuran di Kabupaten Bantaeng. *Prosiding Seminar Hasil*. 8-12.
- Wulandari, A. S. (2018). Kontribusi pendapatan usaha kopra terhadap pendapatan rumah tangga petani di Kabupaten Tanjung Jabung Timur. *J. Media agribisnis*. 3(2): 83-89.

PENGARUH ASAM HUMAT DAN KOMPOS SEBAGAI AMELIORAN TAILING EMAS TERHADAP POPULASI *Lumbricus rubellus*

Elsa Indriyani*¹, Afif Bintoro², Duryat³

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

²Pascasarjana Ilmu Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jl Sumantri Brojonegoro, Gedong Meneng, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia

telp/fax. +62-721-704946/+62-721-770347

e-mail: *¹elsainriyanisihite170497@gmail.com, ²afifbintoro17@gmail.com,

³duryatunila2@gmail.com

Abstrak. Tujuan penelitian ini untuk menguji kemampuan hidup cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) pada media tailing emas dan juga menganalisis peran asam humat dan kompos dalam pertumbuhan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) pada media tailing emas. Metode yang digunakan yaitu menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu T/AH 15/K 30 (Tailing/Asam Humat 15/Kompos 30), T/AH 15/K 45 (Tailing/Asam Humat 15/Kompos 45), T/AH 30/K 30 (Tailing/Asam Humat 30/Kompos 30), T/AH 30/K 45 (Tailing/Asam Humat 30/Kompos 45) dan T (Tailing). Hasil penelitian didapatkan bahwa kompos dan asam humat berpengaruh nyata terhadap populasi cacing tanah di tailing.

Kata Kunci: asam humat, kompos, *Lumbricus rubellus*, tailing emas.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang banyak dijumpai kegiatan sektor pertambangan salah satunya adalah tambang emas (Triandriani et al., 2014). Kegiatan penambangan emas berpotensi memberikan pemasukan daerah yang cukup besar. Namun demikian, kegiatan tersebut juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan (Wasis & Fathia, 2011).

Dampak negatif pertambangan bagi lingkungan salah satunya adalah keberadaan tailing. Tailing merupakan bahan sisa (residu) tambang (Riogilang & Masluman, 2009; Tampenawas et al., 2013). Limbah tailing emas mengandung unsur merkuri (Hg) dan sianida (CN) yang tergolong logam berat yang dapat meracuni, baik terhadap tanaman, hewan, maupun manusia (Lesmanawati, 2012; Prasetyo et al., 2010; Susintowati & Hadisusanto, 2014; Ainun et al., 2013). Tanah dengan karakter seperti tailing tersebut tidak dapat digunakan secara langsung untuk ditanami suatu jenis tumbuhan atau sejenisnya karena rendahnya keragaman mikrobial tanah (Prasetyo et al., 2010; Suharno et al., 2014), sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan lahan pasca tambang yaitu dengan reklamasi.

Reklamasi merupakan salah satu upaya mengatasi masalah kerusakan atau perubahan lahan akibat pertambangan (Munir & Setyowati, 2017). Hasil yang diharapkan dari reklamasi tersebut yaitu mampu memperbaiki iklim mikro, memperbaiki kondisi lahan dan meningkatkan kondisi lahan ke arah yang lebih produktif. Salah satu solusi untuk memperbaiki kondisi lahan pasca tambang adalah menggunakan amelioran (Rusli et al., 2016). Amelioran adalah bahan yang dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan kondisi fisik dan kimia (Purba, 2015). Kompos dan asam humat adalah beberapa contoh dari amelioran (Wasis & Fathia, 2011; Hilwan, 2015).

Kompos merupakan salah satu bahan pembenah tanah yang bersifat organik dengan fungsi memperbaiki kondisi tanah yang rusak dan juga sebagai sumber unsur hara (Rusli et al., 2016). Asam humat merupakan salah satu amelioran yang mempunyai kemampuan adsorpsi air sekitar 80-90 %, berperan sebagai granulator atau memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan populasi mikroorganisme tanah (Hilwan, 2015; Darwo et al., 2006). Tanah yang baik dicirikan dengan keberadaan makro fauna tanah yang dapat hidup dan berkembang.

Cacing tanah merupakan makrofauna yang keberadaannya di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tutupan lahan, populasinya dipengaruhi oleh makanan yaitu dari serasah dan organisme lain (Nurrohman et al., 2015). Perubahan struktur kimia tanah dan dinamika hara akan mempengaruhi invasi cacing tanah, oleh karena itu cacing tanah dapat dijadikan bioindikator produktivitas dan

kesinambungan fungsi tanah. Eksistensi dan peran cacing tanah dapat digunakan sebagai informasi awal dalam rangka meningkatkan kesuburan di tanah marginal dan miskin hara (Dwiastuti et al., 2016).

Keberadaan populasi cacing tanah adalah indikator kesuburan tanah. Selain ketersediaan makanan, faktor lain yang mendukung hidup cacing tanah adalah kondisi lingkungan yang baik (Maftu'ah & susanti 2009; Nurrohman et al., 2018; Anggraini et al., 2015).

Tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan kombinasi antara kompos dan asam humat terbaik untuk memperbaiki kondisi lahan pasca tambang emas dengan populasi cacing sebagai bioindikator.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Lab Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian dilakukan selama 2,5 bulan dari bulan Februari sampai April dengan 2 bulan inkubasi media bulan ketiga pengamatan pertumbuhan cacing tanah. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu anakan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) yang berusia 1 bulan, asam humat, kompos dan tailing emas. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bak digunakan sebagai tempat media pertumbuhan, *hand sprayer* untuk menyiram media, gelas ukur untuk mengukur volume asam humat, nampan, *moisture meter* untuk mengukur suhu dan kelembapan, pH meter untuk mengukur pH, kompos dan tailing.

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan antara lain T/AH 15/K 30 (Tailing/Asam Humat 15/Kompos 30), T/AH 15/K 45 (Tailing/Asam Humat 15/Kompos 45), T/AH 30/K 30 (Tailing/Asam Humat 30/Kompos 30), T/AH 30/K 45 (Tailing/Asam Humat 30/Kompos 45) dan T (Tailing). Sehingga didapatkan 15 satuan unit percobaan. Setiap unit percobaan di tabur 5 cacing sehingga cacing yang dibutuhkan sebanyak 75 cacing.

Prosedur percobaan yang dilaksanakan yaitu persiapan media tumbuh, pengaplikasian asam humat dan kompos sesuai dengan perlakuan, inkubasi media tumbuh, penyapihan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) ke media tumbuh, pengukuran pH media tumbuh dan pemeliharaan. Parameter yang digunakan yaitu pH media tumbuh dan persen hidup cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). Data pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANARA). Jika diperoleh hasil yang berpengaruh nyata, dilakukan uji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBASAN

Populasi cacing yang hidup pada perlakuan sampai akhir penelitian memiliki jumlah yang berbeda-beda (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah populasi cacing tanah (*Lumbricus rubellus*)

Ulangan	1	2	3	Rata-rata	Notasi
T/AH 15/K 30	3	3	3	3	C
T/AH 15/K 45	4	4	5	4,333333333	Bc
T/AH 30/K 30	3	3	4	3,333333333	Bc
T/AH 30/K 45	5	5	5	5	B
T	1	3	4	2,666666667	A
BNT			1,5		

Keterangan:

T/AH 15/K 30 : Tailing/Asam Humat 15/Kompos 30

T/AH 15/K 45 : Tailing/Asam Humat 15/Kompos 45

T/AH 30/K 30 : Tailing/Asam Humat 30/Kompos 30

T/AH 30/K 45 : Tailing/Asam Humat 30/Kompos 45

T : Tailing

Uji BNT jumlah populasi cacing tanah berpengaruh nyata pada taraf 0,05%

Tabel 2. Perubahan pH

Perakuan	pH-M1	pH-M2	pH-M3	pH-M4	pH-M5	pH-M6	pH-M7	pH-M8	pH-M9	pH-M10
T/AH 15/K 30	5	6	6	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 15/K 30	5	6	6	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 15/K 30	5	6	6	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 15/K 45	5,5	6	5	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 15/K 45	5,5	6	6	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 15/K 45	5,5	6	6	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 30/K 30	5	5	5	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 30/K 30	5	5	5,5	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 30/K 30	5,5	5	5,5	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 30/K 45	5	5	5	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 30/K 45	5	5	5	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T/AH 30/K 45	5	5	5	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
T	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
T	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
T	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Jumlah populasi cacing terbanyak pada perlakuan T/AH 30/K 45 sedangkan yang terendah pada perlakuan T (Tabel 1). Jumlah bahan organik yang terkandung dalam perlakuan dapat mempengaruhi populasi cacing tanah. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan makanan yang terdapat pada media dan kondisi media. Kompos dan asam humat dapat mempengaruhi kondisi media, semakin banyak kompos dan asam humat yang diberikan maka kondisi media akan semakin baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Rusli et al. (2016) dan Hilwan (2015) menyatakan bahwa kompos dan asam humat bersifat organik dengan fungsi memperbaiki kondisi tanah yang rusak dan juga sebagai sumber unsur hara.

Tingginya kematian cacing tanah pada perlakuan T disebabkan karena kepadatan tanah yang tinggi sehingga cacing tanah tidak mampu untuk masuk kedalam media. *Lumbricus rubellus* merupakan hewan avertebrata yang hidup didalam liang tanah yang lembab dan memakan bahan organik serta tanah, sehingga pada saat cacing tanah tidak mampu untuk menembus tanah maka ia akan berhenti makan dan mati. Cacing tanah juga sangat sensitif terhadap keasaman tanah. Pada awal inkubasi, perlakuan dengan asam humat memiliki pH pada nilai 5 namun pada saat minggu ke-2 mulai terjadi penurunan tingkat keasaman (Tabel 2). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sarifuddin et al. (2017) menunjukkan bahwa meningkatnya pH tanah yang disebabkan oleh pelepasan ion OH⁻ dan adanya pelepasan asam-asam organik yang terkandung pada asam humat.

Perlakuan terbaik terdapat pada T/AH 30/K 45 (Tabel 1). Tinggi nya jumlah populasi cacing pada perlakuan tersebut diakibatkan oleh ketersediaan makanan cacing yang cukup dan kondisi media yang baik dan konsentrasi merkuri yang menurun. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Sarifuddin et al. (2017) yaitu meningkatnya konsentrasi Hg khelat dalam larutan tanah yang diberi ekstrak asam humat disebabkan oleh peran asam Humat dalam mengikat Hg terlarut membentuk ikatan organo-logam (khelat) dalam tanah sehingga meningkatkan kandungan HgKhelat.

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu pemberian kompos dan asam humat berpengaruh nyata terhadap jumlah populasi cacing tanah dan perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan T/AH 30/K 45.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Drs. Afif Bintoro, MP., Bapak Durya, S.Hut, M.Si. selaku pembimbing saya dan ibu Dr. Melya Riniarti, SP., M.Si selaku penguji saya serta terima kasih kepada teman-teman di Jurusan Kehutanan Unila yang telah membantu saya selama penelitian.

DAFTAR PUSTKA

- Ainun, N., Aiyen & Samudin, S. (2013). Pengaruh Bahan Organik pada Tailing Emas Terhadap Pertumbuhan dan Translokasi Merkuri (Hg) Pada Sawi (*Brassica parachinensis*) dan Tomat (*Lycopersicum esculentum*). *J. Agrotekbis*, 1(5), 435-442.
- Anggraini, R., Suhirman & Yahdi. (2015). Studi Keamanan Perbandingan Biochar dan Tanah Dengan Indikator Cacing Serta Pengaruhnya Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*). *J. Tradris IPA Niologi FITK IAIN Mataram*, 7(2), 227-245.
- Darwo, Setiadi, Y. & Santoso, E. (2006). Aplikasi Endomikoriza, Pupuk Kompos dan Asam Humat dalam Meningkatkan Pertumbuhan *Khaya anthotexa* pada Lahan Pasca Penambangan Batu Gamping di Cileuge-Bogor. *J. Penelitian Hutan dan Konservasi alam*, 3(2), 195-207.
- Hilwan, I. (2015). Respon Pertumbuhan Tiga Jenis Tanaman Pada Media Tailing Bekas Penambangan Pasir Kuarsa Di Kabupaten Belitung Timur. *J. Silvikultur Tropika*, 6(2), 126-131.
- Lesmanawati, I. R. (2012). Respon Pertumbuhan Tanaman *Gmelina arborea* Roxb dan *Paraserianthes falcataria* L. Nielsen dengan Penggunaan *Thiobacillus thioparus* dan Kompos dalam Upaya Biodegradasi Sianida yang Terkandung dalam Tailing Emas. *J. Scientiae Educatian*, 1(1), 20-39.
- Maftu'ah, E. & Susanti, M. A. Komunitas Cacing Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan Gambut di Kalimantan Tengah. *Berita Biologi*, 9(4), 371-378.
- Munir, M. & Setyowati. (2017). Kajian Reklamasi Lahan Pasca Tambang di Jambi, Bangka dan Kalimantan Selatan. *Klorifol*, 1(1), 11-16.
- Nurrohman E., Rahardjanto, A. & Wahyudi, S. (2015). Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Perkebunan Coklat (*Theobroma cacao* L.) sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah dan Sumber Belajar Biologi. *J. Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(2), 197-208.
- Nurrohman E., Rahardjanto, A. & Wahyudi, S. (2018). Studi Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik dan Organophosfat Tanah di Perkebunan Cokelat (*Theobroma cacao* L.) Kalibaru Banyus. *Bioeksperimen*, 4(1), 1-10.
- Prasetyo, B., Krisnayanti, B. D., Utomo, W. H. & dan Anderson, C. W. N. (2010). Rehabilitation of Artisanal Mining Gold Land in West Lombok, Indonesia. 2. Arbuscular Mycorrhiza Status of Tailings and Surrounding Soils. *J. Agricultural Science*, 2(2), 202-209.
- Riogilang, H. & Masloman, H. (2009). Pemanfaatan Limbah Tambang untuk Bahan Konstruksi Bangunan. *J. Ekoton*, 9(1), 69-73.
- Rusli, Ferry, Y. & Wardani, E. (2016). Keefektifan Pembena Tanah, Pemupukan dan Mikoriza untuk Pertumbuhan Tanaman Karet di Lahan Bekas Tambang Timah. *J. TIDP.*, 3(3), 175-184.
- Sarifuddin, E., Patadungan, Y. S. & Isrun. (2017). Pengaruh Asam Humat dan Fulvat Ekstrak Kompos *Thitonia Diversifolia* Terhadap Hgkhelat, Ph dan C-Organik Entisol Tercemar Merkuri. *J. Agrotekbis*, 5(3), 284-290.
- Suharno. Sancayaningsih, P. R., Soetarto, E. S. & Kasiamdari, R. S. Keberadaan Fungi Mikoriza Arbuskula di Kawasan Tailing Tambang Emas Timika sebagai Upaya Rehabilitasi Lahan Ramah Lingkungan. *J. Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 295-303.
- Susintowati & Hadisusanto, S. (2014). Bioakumulasi Merkuri dan Struktur Hepatopankreas pada *Terebralia sulcata* dan *Nerita argus* (Moluska: Gastropoda) di Kawasan Bekas Penggelondongan Emas, Muara Sungai Lampon, Banyuwangi, Jawa Timur. *J. Manusia dan Lingkungan*, 21(1), 34-40.
- Tampenawas, R. J., Manilip, H., Pandaleke, R. & Khosama, L. K. (2013). Optimalisasi Konsentrasi Tailing sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Beragregat Halus Pecahan Kaca dan Pasir. *J. Sipil Statik.*, 1(2), 70-76.
- Triadriani, L. N., Handayanto, E. & Utami, S. R. (2014). Penggunaan *Caladium bicolor*, *Paspalum conjugatum* dan *Comelina nudiflora* untuk Remediasi Tanah Tercemar Merkuri Limbah Tambang Emas serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung. *J. Tanah dan Sumber Daya Alam*, 1(1), 69-78.
- Wasis, B. & Fathia, N. (2011). Pertumbuhan Semai *Gmelina* dengan Berbagai Dosis Pupuk Kompos pada Media Tanah Bekas Tambang Emas. *JMHT.*, (1), 29-33.

PENGARUH KOMBINASI DAN AKTIVASI ULANG BATU ZEOLIT SEBAGAI MEDIA TANAM PERTUMBUHAN TANAMAN BAYAM (*Amaranthus sp*)

Alyaa Nabiila¹, Wiwin Kurniasih¹, Aghy Khoirunnisa¹, Rinaldi Rizal Putra²

¹Jurusan Pendidikan Biologi, FKIP

²Laboratorium Botani, Jurusan Pendidikan Biologi, FKIP

Universitas Siliwangi, Jl. Siliwangi No. 24, Kota Tasikmalaya 46115 Jawa Barat

e-mail: *¹alyaanabiila2017@gmail.com

Abstrak. Saat ini lahan pertanian produktif semakin sempit mengakibatkan kuantitas tanah semakin berkurang, sehingga perlu adanya solusi yang mampu menggantikan atau meminimalisasi keperluan media tanam selain tanah, salah satunya adalah batu zeolit. Penggunaan batu zeolit yang diperoleh dari alam secara berkelanjutan akan mengakibatkan eksploitasi sehingga solusi yang ditawarkan adalah proses aktivasi ulang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi dan aktivasi ulang batu zeolit sebagai media tanam dalam pertumbuhan tanaman bayam (*Amaranthus sp.*). Penelitian dilakukan di Green House Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas Siliwangi, pada bulan Juli sampai September 2018. Metode penelitian yang digunakan adalah metode true experimental dengan 11 perlakuan dan satu kali ulangan. Media tanam batu zeolit diaktivasi secara fisika-kimia. Tanaman bayam yang berumur 2 minggu ditumbuhkan pada berbagai media perlakuan antara lain: kombinasi tanah dan batu zeolit dengan proses aktivasi ulang dan aktivasi baru dengan rasio perbandingan 10%:90%, 20%:80%, 30%:70%, 40%:60%, 50%:50% dan kontrol. Parameter pertumbuhan yang diukur berupa jumlah daun, luas daun, berat basah, tinggi batang, dan kemunculan bunga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi aktivasi ulang 40%:60% (D1) memberikan pengaruh lebih baik terhadap peningkatan jumlah daun sebanyak 3 helai, luas daun 71,5 cm dan berat basah sebesar 18,73 gram.

Kata Kunci: aktivasi, batu zeolit, bayam (*Amaranthus sp.*)

PENDAHULUAN

Masalah yang dihadapi pertanian Indonesia saat ini adalah lahan pertanian produktif semakin sempit, dikarenakan jumlah penduduk semakin meningkat, yang mengakibatkan kuantitas tanah semakin berkurang. Keadaan ini diperparah dengan kualitas tanah yang ada saat ini. Lebih dari 50% tanah di Indonesia merupakan tanah yang bermasalah, ditandai oleh rendahnya pH tanah, kadar bahan organik, dan kapasitas tukar kation (KTK) (Suwardi, 2009). Oleh sebab itu, perlu upaya pengembalian lahan produktif oleh bahan pembenah tanah yang umum disebut sebagai ameliorant. Menurut Susilawati et al. (2011), amelioran adalah bahan yang dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan kondisi fisik dan kimia. Kriteria amelioran yang baik bagi lahan gambut adalah memiliki kejenuhan basa (KB) yang tinggi, mampu meningkatkan derajat pH secara nyata, mampu memperbaiki struktur tanah, memiliki kandungan unsur hara yang lengkap, dan mampu mengusir senyawa beracun terutama asam-asam organik. Salah satu amelioran yang dapat digunakan adalah zeolit. Menurut Suwardi (2009), zeolit memiliki kapasitas tukar kation dan kemampuan menyerap ion amonium tinggi serta berstruktur porous dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembenah tanah.

Batu zeolit merupakan kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi dengan rongga-rongga di dalamnya yang berisi ion-ion logam, biasanya alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas (Aidha, 2013). Zeolit dapat dimanfaatkan dalam beragam bidang salah satunya dalam bidang pertanian diantaranya dimanfaatkan langsung ke lahan-lahan pertanian bersama bahan lain dibuat media untuk tanaman hortikultura, dicampurkan dengan pupuk kandang sewaktu proses pengkomposan (Suwardi, 2002). Penelitian yang telah dilakukan dalam bidang pertanian dengan memanfaatkan batu zeolit adalah sebagai media alternatif untuk aklimatisasi tanaman anggrek *Phalaenopsis* hibrida. Kombinasi media zeolit + akar pakis memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan akar anggrek *Phalaenopsis* hibrida pada tahap aklimatisasi (Kurniasih et al., 2017) juga penelitian yang dilakukan oleh Karami et al. (2011) menunjukkan bahwa penambahan zeolit dapat

meningkatkan jumlah daun dan diameter batang tanaman sri rejeki (*Dieffenbachia amoena*). Dari beberapa penelitian yang sudah ada, media tanam batu zeolit belum diaplikasikan pada tanaman hortikultura sehingga dapat menjadi terobosan baru dalam bidang pertanian. Namun, penggunaan batu zeolit sebagai media tanam secara berkelanjutan akan mengakibatkan eksploitasi yang selanjutnya akan merusak keseimbangan ekosistem. Keunikan batu zeolit salah satunya dapat digunakan berulang kali sehingga salah satu solusi yang ditawarkan adalah dengan melakukan aktivasi ulang pada media batu zeolit tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi dan aktivasi ulang batu zeolit sebagai media tanam dalam pertumbuhan tanaman bayam (*Amaranthus sp.*).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dalam *Green House* Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya. Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu selama 3 bulan, terhitung sejak bulan Juli sampai bulan September 2018.

Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi gelas kimia, nampan, palu, oven, semprotan, wadah, dan termohigro. Sedangkan bahan utama dalam penelitian ini meliputi bibit bayam, pupuk Gandasil, aquades, larutan HCl 0,5 N, batu zeolit, tanah, dan pot tanah liat.

Rancangan dan Variabel Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap dengan 11 macam perlakuan, yang terdiri dari beberapa media tanam yaitu: tanah (kontrol), kombinasi tanah dan batu zeolit baru yang telah diaktivasi dengan rasio perbandingan 10%:90% (AB), 20%:80% (BB), 30%:70% (CB), 40%:60% (DB), 50%:50% (EB) serta kombinasi tanah dan batu zeolit yang telah diaktivasi ulang dengan rasio perbandingan 10%:90% (AL), 20%:80% (BL), 30%:70% (CL), 40%:60% (DL), 50%:50% (EL). Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu berbagai media pertumbuhan tanaman bayam sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini yaitu jumlah daun, kemunculan bunga, tinggi batang, berat basah dan luas daun dengan Perlakuan diulang sebanyak 1 kali sehingga diperoleh 44 unit percobaan

Prosedur Kerja

Prosedur kerja yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

Persiapan Media Tanam

Zeolit alam yang akan digunakan sebagai media tanam terlebih dahulu harus dilakukan aktivasi. Aktivasi dilakukan secara fisika-kimia menggunakan larutan HCl 0,5 N, yang diikuti dengan pemanasan pada temperatur 130°C (Affandi & Hadisi, 2011). Setelah dilakukan aktivasi, selanjutnya dilakukan penumbukan batu zeolit menjadi ukuran serbuk kemudian dicampur dengan tanah sesuai dengan rasio perbandingan yang telah ditentukan. Begitu pula media tanam batu zeolite yang diaktivasi ulang dilakukan proses yang sama. Media tanam berupa tanah yang akan digunakan sebagai media kontrol harus dilakukan proses sterilisasi menggunakan metode fisik berupa sterilisasi panas lembab dengan penggunaan autoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit selama tiga hari (Cahyani, 2009)

Persiapan Tanaman

Tanaman yang digunakan adalah bibit bayam yang telah direndam sekitar 20 menit. Setelah itu dilakukan penyemaian selama 2 minggu.

Penanaman Pada Media

Media tanam berupa zeolit alam, digunakan untuk penanaman hasil semaian bayam. Penanaman pada media tanam dilakukan dengan teknik satu tanaman dalam satu pot kecil. Pemeliharaan tanaman bayam dilakukan dengan pemantauan berupa penyiraman secara berskala.

Observasi Pertumbuhan Bibit Bayam

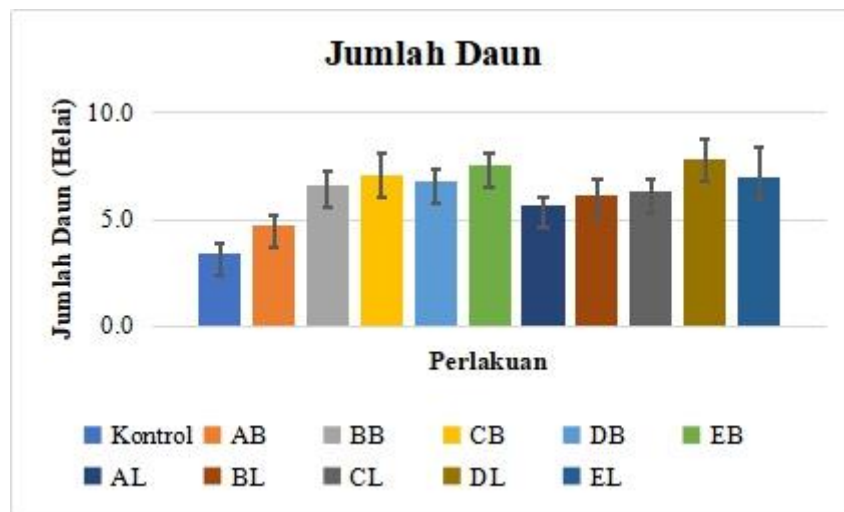
Observasi dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman bayam yang dilakukan mulai minggu ke 1 hingga minggu ke 16 setelah penanaman pada pot. Pengambilan gambar dilakukan secara periodik menggunakan kamera digital. Parameter pengamatan meliputi jumlah daun, kemunculan bunga, tinggi batang, berat basah dan luas daun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 16 Minggu Setelah Tanam (MST) sejak tanggal 19 Juli 2018 sampai dengan tanggal 20 September 2018 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian batu zeolit terhadap media tanam tanaman bayam dengan parameter jumlah daun, luas daun, tinggi batang, berat basah, dan kemunculan bunga. Data yang diperoleh diolah dengan bantuan program aplikasi SPSS 23, uji yang digunakan adalah uji statistika non-parametrik *Kruskall Wallis* dengan hasil penelitian sebagai berikut:

Jumlah Daun

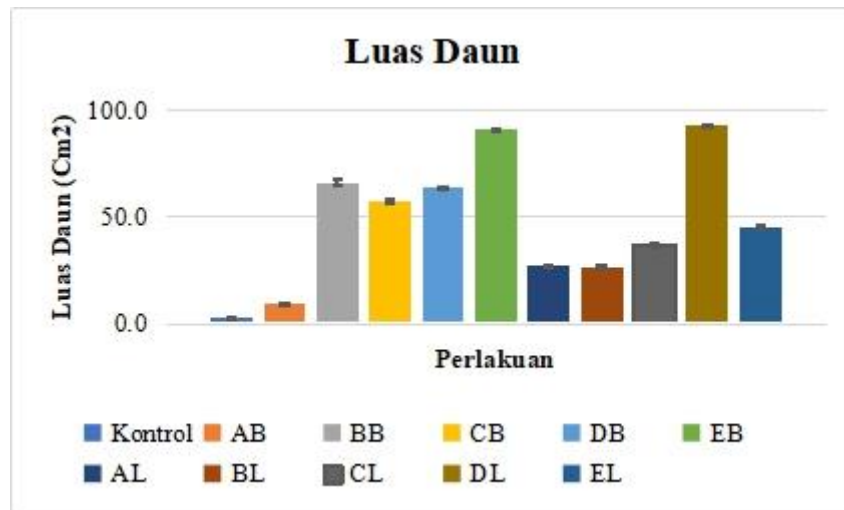
Berdasarkan analisis data penggunaan batu zeolit pada media tanam berpengaruh signifikan terhadap penambahan jumlah daun tanaman bayam dengan nilai sig. 0,012 (Gambar 1). Berdasarkan gambar dapat dilihat bahwa perlakuan terbaik adalah tanaman bayam dengan perlakuan DL yaitu tanaman yang menggunakan media tanam dengan kombinasi batu zeolit yang di aktivasi ulang sebanyak 40% kemudian EB, CB, EL, DB, BB, CL, BL, AL, AB dan kontrol. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Torkashvand et al. (2012) bahwa zeolit meningkatkan konsentrasi kalium sehingga meningkatkan parameter jumlah daun di semua perlakuan dan peningkatan yang terbesar diperoleh pada penambahan 40% zeolit, dikarenakan zeolite dapat menyerap unsur kalium dan mengurangi pelepasan nutrisi dari medium pertumbuhan dan melepaskannya secara bertahap sesuai ketersediaan tanaman.



Gambar 1. Grafik Pertambahan Jumlah Daun Tanaman Bayam

Luas Daun

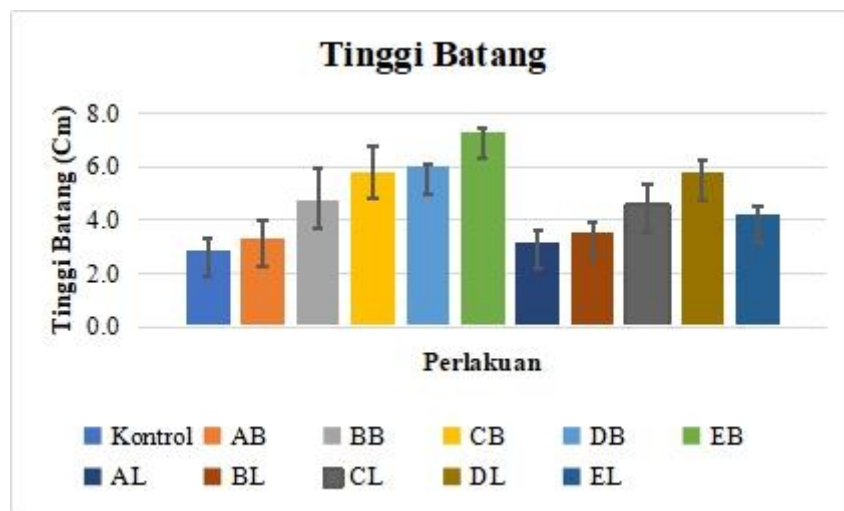
Berdasarkan analisis data penggunaan batu zeolit pada media tanam berpengaruh signifikan terhadap pengukuran luas daun tanaman bayam dengan nilai sig. 0,011 (Gambar 2). Berdasarkan tabel dapat dilihat bahwa perlakuan terbaik adalah tanaman bayam dengan perlakuan DL yaitu tanaman yang menggunakan media tanam dengan kombinasi batu zeolit yang di aktivasi ulang sebanyak 40% kemudian EB, CB, AB, DB, CB, EL, CL, AL, AB dan kontrol. Penggunaan batu zeolit alami meningkatkan ketersediaan nitrogen, kalium, fosforus, kalsium, dan magnesium sehingga secara otomatis akan meningkatkan parameter pertumbuhan dalam tanaman salah satunya adalah luas daun. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan batu zeolite alami sebagai media tumbuh dan hasilnya meningkatkan luas permukaan tanaman strawberry (Abdi et al., 2006)



Gambar 2. Grafik Pengukuran Luas Daun Tanaman Bayam

Tinggi Batang

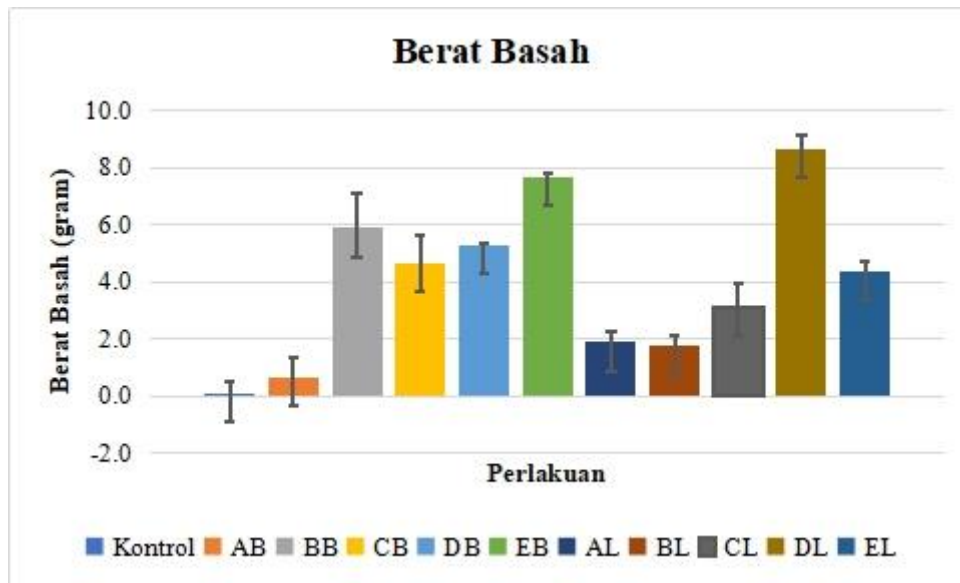
Berdasarkan analisis data penggunaan batu zeolit pada media tanam berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman bayam dengan nilai sig. 0,002 (Gambar 3). Berdasarkan tabel dapat dilihat bahwa perlakuan terbaik adalah tanaman bayam dengan perlakuan EB yaitu tanaman yang menggunakan media tanam dengan kombinasi batu zeolit aktivasi baru sebanyak 50% kemudian DB, CB, DL, BB, CL, EL, BL, AB, AL dan kontrol. Semakin banyak konsentrasi batu zeolit sebagai media tanam maka hasilnya adalah tanaman akan memiliki batang yang tinggi hal ini sejalan dengan penelitian Al-Busaidi et al. (2008) dengan peningkatan tinggi tanaman semakin signifikan pada konsentrasi penambahan zeolite terbesar.



Gambar 3. Grafik Pertumbuhan Tinggi Batang Tanaman Bayam

Berat Basah

Berdasarkan analisis data penggunaan batu zeolit pada media tanam berpengaruh signifikan terhadap berat basah tanaman bayam dengan nilai sig. 0,010. Adapun pertumbuhan tinggi batang tanaman bayam dapat dilihat pada Gambar 4, berdasarkan tabel dapat dilihat bahwa perlakuan terbaik adalah tanaman bayam dengan perlakuan DL yaitu tanaman yang menggunakan media tanam dengan kombinasi batu zeolit aktivasi lama sebanyak 40% kemudian EB, BB, DB, CB, EL, CL, AL, BL, AB dan kontrol. Perlakuan DL adalah perlakuan yang terbaik untuk parameter berat basah karena ditunjang dari banyaknya jumlah daun, dan luas permukaan daun yang menjadi perlakuan yang memberikan hasil signifikan.



Gambar 4. Grafik Berat Basah Tanaman Bayam

Kemunculan Bunga

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap kemunculan bunga, persentase kemunculan bunga dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Persentase Kemunculan Bunga Tanaman Bayam

Perlakuan	Persentase	Perlakuan	Persentase
Kontrol	0%	AB	50%
AL	50%	BB	75%
BL	50%	CB	100%
CL	75%	DB	100%
DL	100%	EB	75%
EL	100%		

Berdasarkan tabel dapat diketahui bahwa perlakuan yang memberikan persentase kemunculan bunga sebesar 100% adalah perlakuan DL, EL, CB dan DB; yang memunculkan 75% bunga adalah perlakuan CL, BB dan EB; yang memunculkan 50% bunga adalah perlakuan AL, BL dan AB; dan yang sama sekali tidak memunculkan bunga adalah perlakuan kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mohamed & Arshad (2017), zeolit memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman Marigold, salah satunya pada jumlah bunga yang muncul secara signifikan dengan penambahan kombinasi 40g/L zeolite dengan media tanam lain.

KESIMPULAN

Batu zeolit dapat digunakan sebagai alternatif media tanam pada tanaman hortikultura khususnya pada tanaman bayam (*Amaranthus* sp.). Hasil penelitian menyimpulkan terdapat pengaruh perlakuan yang diberikan dari kombinasi perlakuan DL terhadap peningkatan jumlah daun sebanyak 3 helai, luas daun 71,5 cm dan berat basah sebesar 18,73 gram. Sehingga membuktikan bahwa batu zeolit dapat menjadi solusi dalam penggunaan media tanam yang efektif dan efisien dikarenakan dapat dilakukannya proses aktivasi ulang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Suharsono selaku ketua jurusan Pendidikan Biologi Universitas Siliwangi yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di dalam *Green House*, juga Bapak Rinaldi Rizal Putra selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga karya tulis ilmiah ini dapat selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, G., Khosh-KKhui, M. & Eshghi, S. (2006). Effects of Natural Zeolite on Growth and Flowering of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *International Journal of Agricultural Research*.
- Affandi, F. & Hadisi, H. (2011). Pengaruh Metode Aktivasi Zeolit Alam sebagai Bahan Penurun Temperatur Campuran Beraspal Hangat. *Jurnal Pusjatan*.
- Aidha, N. N. (2013). Aktivasi Zeolit secara Fisika dan Kimia untuk Menurunkan Kadar Kesadahan (Ca dan Mg) dalam Air Tanah. *J. Kimia Kemasan*, 31(1), 58 – 64.
- Al-Busaidi, A., Yamamoto, T., Inoue, M., Eneji, A. E., Mori, Y. & Irshad, M. (2008). Effects of Zeolite on Soil Nutrients and Growth of Barley Following Irrigation with Saline Water. *Journal of Plant Nutrition*.
- Cahyani, V. R. (2009). Pengaruh Beberapa Metode Sterilisasi Tanah terhadap Status Hara, Populasi Mikrobiota, Potensi Infeksi Mikorisa dan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Ilmiah Tanah Dan Agroklimatologi*.
- Karami, A., Mohammadi T.A, and Mahboub K.A. 2011. The Effect of Medium Containing Zeolite and Nutrient Solution on the Growth of *Dieffenbachia Amoena*. *Scholars Research Library*, 2(6), 378–383.
- Mohamed, B. A. & Adzemi, M. A. (2017). Effect of different concentrations of zeolite incorporating into Kenaf core fibre on growth and flowering of Marigold. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)*, 11(2), 54-59.
- Kurniasih, W., Nabiila, A., Karimah, S. N., Fauzan, M. F., Riyanto, A., Putra, R. R. & Siliwangi, U. (2017). Pemanfaatan Batu Zeolit sebagai Media Aklimatisasi untuk Mengoptimalkan Pertumbuhan Anggrek Bulan (*Phalaenopsis Sp.*) Hibrida. *Jurnal BIOMA*.
- Susilawati, H. L., M Ariani, R Kartikawati & P Setyanto. (2011). Ameliorasi Tanah Gambut Meningkatkan Produksi Padi Dan Menekan Emisi Gas Rumah Kaca. *Agroinovas I* Edisi 6-12.
- Suwardi. (2002). Prospek Pemanfaatan Mineral Zeolit di Bidang Pertanian. *Jurnal Zeolit Indonesia*.
- Suwardi. (2009). Teknik Aplikasi Zeolit di Bidang Pertanian sebagai Bahan Pembenh Tanah. *Journal of Indonesia Zeolites*.

**PROGRAM PENANGGULANGAN KUSTA BERDASARKAN FAKTOR YANG
BERHUBUNGAN DENGAN FUNGSI DUKUNGAN KELUARGA DAN KEPATUHAN
PENGobatan PADA PENDERITA KUSTA DI UPTD PUSKESMAS BATANGSARI DAN
CILAMAYA KABUPATEN SUBANG**

Sri Komalaningsih*, Shyanti Deliani, Asri Handayani, Dede Supriatna

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan DHB. Jl. Terusan Jakarta 75. Bandung 40282, tlp/fax (022) 7204803
e-mail: *enci_komala@yahoo.com

Abstrak. Penyakit kusta adalah penyakit menahun dan infeksi yang kronik yang disebabkan oleh *Mycobacterium Leprae* yang bersifat intraseluler obligat menyerang kulit dan susunan saraf perifer (tepi). Angka penyakit kusta di Kabupaten Subang tahun 2016 dengan jumlah 193 kasus kusta baru. Tingginya kasus baru dipengaruhi oleh ketidakpatuhan minum obat karena kurangnya fungsi perawatan kesehatan keluarga. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan Program penanggulangan kusta berdasarkan factor yang berhubungan dengan fungsi perawatan kesehatan keluarga dan kepatuhan pengobatan pada penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang 2018. Jenis penelitian korelasi analitik dengan pendekatan waktu cross sectional terhadap 55 responden. Instrumen menggunakan kuesioner. Data dianalisis menggunakan uji Chi-Square dengan α (0,05). Hasil penelitian didapatkan 58% keluarga memiliki fungsi perawatan kesehatan yang kurang dan 73% responden memiliki kategori patuh dalam pengobatan. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara fungsi perawatan kesehatan keluarga dengan kepatuhan pengobatan pada penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang 2018 nilai signifikansi (0,635) > α (0,05). Bagi keluarga senantiasa mengawasi, memotivasi kepada anggota keluarga yang sedang menjalani pengobatan kusta agar tercipta ketaatan didalam diri pasien dan bagi tenaga kesehatan untuk meningkatkan pelayanan kesehatan dengan melaksanakan kunjungan rumah, membuat kelompok perawatan kusta dan membuat program jemput bola. Luaran Penelitian berupa Program Intervensi Kesehatan Keluarga dalam Penanggulangan Kusta, Implementasi model, pendampingan beberapa penderita dan Penurunan prevalensi kusta dengan indikator antara (pendamping).

Kata Kunci: Fungsi Perawatan Kesehatan, Keluarga dengan Penderita Kusta, Kepatuhan, Program penanggulangan kusta

PENDAHULUAN

Penyakit kusta adalah penyakit menular, menahun dan disebabkan oleh kuman kusta (*Mycobacterium leprae*) yang pertama menyerang saraf tepi, selanjutnya dapat menyerang kulit, mukosa mulut, saluran napas bagian atas, mata, otot, tulang dan testis kecuali sistem saraf pusat. Pada kebanyakan orang terinfeksi dapat asimtomatik atau tanda gejala, namun sebagian kecil memperlihatkan gejala yang kecenderungan untuk menjadi cacat, khususnya pada tangan dan kaki.

Secara nasional Indonesia telah mencapai angka eliminasi kusta pada tahun 2000 yang lalu, namun masih ada 12 provinsi yang memiliki angka morbiditasnya diatas 1 per 10.000 penduduk. Dari 12 provinsi tersebut terdapat beberapa daerah yang memiliki angka prevalensi yang cukup tinggi yaitu Sulawesi Selatan, Sulawesi Utara, Papua, Jawa timur, Jawa Barat, Jawa Tengah, NAD, DKI Jakarta, Nusa Tenggara Timur dan Riau.

Kasus penyakit kusta untuk Provinsi Jawa Barat Berdasarkan data Dinas Kesehatan Jawa Barat tahun 2016 didapatkan data untuk Kabupaten Karawang dengan jumlah 250 kasus baru kusta, Kabupaten Cirebon 245 kasus baru kusta dan Kabupaten Subang dengan jumlah 193 kasus baru kusta.

Pengobatan pasien kusta dapat berhasil jika adanya dukungan keluarga dalam hal fungsi perawatan kesehatan. Beberapa penelitian menunjukkan adanya hubungan dukungan keluarga dengan kepatuhan minum obat atau pengobatan. Hasil Penelitian Wiyarni, menunjukkan bahwa sebagian besar penderita kusta tidak patuh dalam minum obat yaitu sebanyak 48 orang (62,3%), sebagian besar keluarga tidak mendukung penderita kusta yaitu sebanyak 47 orang (61%) (Wisnu, 2003) dan

penelitian Zakiyyah, diketahui dari 20 responden 95 % patuh minum obat dengan dukungan keluarga tinggi. Dan dari 24 responden 37,5% patuh minum obat dengan dukungan keluarga sedang.

Kabupaten Subang dengan jumlah penduduk 1.557.033 jiwa diantaranya laki-laki: 769.071 jiwa, perempuan: 787.962 jiwa dan balita: 128.234 jiwa, terdapat 40 Puskesmas diantaranya 32 Puskesmas terdapat penyakit kusta dan 8 Puskesmas tidak terdapat penyakit kusta. Tahun 2014 berjumlah 158 kasus baru kusta, tahun 2015 berjumlah 167 kasus baru kusta dan pada tahun 2016 berjumlah 193 kasus baru kusta di Kabupaten Subang.

UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang termasuk kedalam 32 puskesmas yang terdapat penyakit kusta dengan urutan pertama dan kedua. Puskesmas merupakan salah satu pelayanan kesehatan atau unit pelaksana teknis dinas Kabupaten/kota yang bertanggung jawab menyelenggarakan pembangunan kesehatan di suatu wilayah. Berdasarkan hasil data tahun 2016 didapatkan di UPTD Puskesmas Batangsari Kabupaten Subang berjumlah 25 orang dengan kasus kusta (25,78%) dan UPTD Puskesmas Cilamaya Kabupaten Subang berjumlah 30 orang dengan kasus kusta (39,49%).

Hasil studi pendahuluan yang dilakukan terhadap keluarga penderita kusta mengatakan masih belum mampu melakukan perawatan luka di rumah, keluarga hanya membiarkan saja luka kering dengan sendirinya tetapi keluarga senantiasa membuka jendela dan membersihkan lantai setiap harinya dan kepada penderita kusta mengatakan sering kali lupa untuk mengambil obat ke puskesmas jika obat sudah habis, terkadang jika sedang sibuk bekerja lupa untuk minum obat yang seharusnya obat diminum secara teratur tidak boleh telat. Tujuan penelitian ini diperoleh program penanggulangan kusta berdasarkan faktor yang berhubungan dengan fungsi dukungan keluarga dengan kepatuhan pengobatan pada penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang 2018.

Diharapkan hasil penelitian diperoleh Program Intervensi Kesehatan Keluarga dalam Penanggulangan Kusta, model implementasi pendampingan beberapa penderita dan Penurunan prevalensi kusta dengan indikator antara (pendamping).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian yang bersifat analitik korelasi Pendekatan yang digunakan adalah *cross sectional* yaitu penelitian untuk mempelajari dinamika korelasi antara faktor risiko dengan efek dengan cara pendekatan, observasi atau pengumpulan data sekaligus pada satu waktu (*point time approach*). Penelitian dilakukan di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang dari bulan Desember 2018 S/d Februari 2019.

Populasi dalam penelitian ini adalah keluarga penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang berjumlah 55 keluarga penderita kusta. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *non-probability* dengan teknik *sampling total*. Adapun Variabel Bebas (*Independent Variables*) dalam penelitian ini adalah fungsi perawatan kesehatan keluarga dan Variabel Terikat (*Dependent Variables*) dalam penelitian ini adalah kepatuhan pengobatan kusta. Instrumen untuk variable fungsi perawatan kesehatan keluarga menggunakan kuesioner. Data dianalisis secara univariat dan bivariat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis univariat dilakukan untuk melihat distribusi frekuensi berdasarkan fungsi perawatan kesehatan keluarga dengan kepatuhan pengobatan pada penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang 2018.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Fungsi Perawatan Kesehatan Keluarga dan Kepatuhan Pengobatan Penderita Kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang 2018

No	Fungsi Perawatan Kesehatan	Frekuensi (n)	Presentase (%)
1	Baik	23	42
2	Kurang	32	58
Jumlah		55	100
Kepatuhan Pengobatan			
1	Patuh	40	73
2	Tidak Patuh	15	27
Jumlah		55	100

Hasil Analisis Bivariat untuk melihat korelasi untuk melihat Hubungan fungsi perawatan kesehatan keluarga dengan kepatuhan pengobatan pada penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang 2018.

Tabel 2. Hubungan Fungsi Perawatan Kesehatan Keluarga dengan Kepatuhan Pengobatan pada Penderita Kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang 2018

No	Fungsi Perawatan Kesehatan Keluarga	Kepatuhan Pengobatan				Total		Nilai Signifikansi
		Tidak Patuh		Patuh		N	%	
		N	%	N	%			
1	Kurang	10	31	22	69	32	100	0,635
2	Baik	5	22	18	78	23	100	
Total		15		40		55	100	

Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar responden memiliki fungsi perawatan kesehatan keluarga kurang yaitu 32 keluarga (58%) (Tabel 1). Keadaan tersebut memperlihatkan bahwa masih banyak keluarga yang belum tahu dan menerapkan tentang fungsi perawatan kesehatan keluarga untuk penderita kusta dari mulai mengenal masalah tentang penyakit kusta, mengambil keputusan yang tepat dan cepat untuk berobat dan menjalani pengobatan, merawat anggota keluarga yang sakit dengan penyakit kusta, modifikasi lingkungan dan memanfaatkan puskesmas terdekat untuk memeriksakan kondisi penyakit. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Friedman (2010) dalam Andarmoyo (2012) bahwa fungsi lain keluarga adalah fungsi perawatan kesehatan keluarga. Selain keluarga menyediakan makanan, pakaian dan tempat tinggal, keluarga juga berperan atau berfungsi untuk melaksanakan praktek asuhan kesehatan, yaitu untuk mencegah terjadinya gangguan kesehatan dan atau merawat anggota keluarga dengan penyakit kusta, keluarga juga menentukan kapan anggota keluarga yang mengalami gangguan kesehatan memerlukan bantuan atau pertolongan tenaga profesional. Kemampuan ini mempengaruhi status kesehatan individu dan keluarga.

Berdasarkan hasil penelitian terhadap keluarga dengan penderita kusta menunjukkan bahwa masih banyak keluarga yang belum mengenal masalah kesehatan yang dihadapi oleh keluarganya tentang penyakit kusta dari cara penularan, tanda dan gejala yang muncul, pengobatan yang cukup lama dan tidak boleh terputus selama menjalani pengobatan serta akibat dari penyakit kusta jika tidak segera di obati akan mengakibatkan kecacatan pada ujung jari dan kaki. Membuat keputusan tindakan kesehatan secara cepat dan tepat dalam mengatasi masalah kesehatan anggota keluarganya, tugas ini merupakan upaya keluarga yang utama untuk mencari pertolongan yang tepat sesuai dengan keadaan keluarga akan tetapi ada keluarga yang merasa menyerah dan putus asa terhadap pengobatan kusta yang cukup lama dan tidak boleh terputus, dan beranggapan bahwa penyakit kusta tanpa menjalani pengobatan akan sembuh sendiri. Memberi perawatan pada anggota keluarga yang menderita penyakit kusta adalah hal yang penting untuk membantu proses penyembuhan, ada sebagian keluarga tidak merasa khawatir ketika obat sudah habis karena melihat kondisi anggota keluarga yang sakit sudah tidak merasakan keluhan lagi. Modifikasi lingkungan rumah yang kondusif sehingga mampu mempertahankan kesehatan, memelihara pertumbuhan dan perkembangan setiap anggota keluarganya. Menciptakan hubungan timbal balik antara keluarga dengan berbagai sumber daya kesehatan yang tersedia untuk pemeliharaan dan perawatan kesehatan anggota keluarganya, tetapi keluarga masih belum memanfaatkan fasilitas kesehatan (Puskesmas) untuk mengobati penyakit kusta, keluarga hanya membeli obat diwarung untuk mengatasi penyakitnya.

Selaras dengan hasil penelitian Rahayu, (2012) yang menyatakan bahwa keluarga menjadi sumber pemberi pertolongan secara nyata. Misalnya bantuan langsung dari orang yang diandalkan seperti memberikan materi, tenaga, dan sarana. Bantuan yang bisa diberikan diantaranya membantu memenuhi kebutuhan makan, minum, istirahat, menyediakan sarana atau alat untuk merawat penyakit kusta. Keluarga sebagai sistem pendukung bagi penderita kusta diharapkan mampu memberikan dukungan penuh dalam upaya perawatan penderita kusta. Keluarga senantiasa mendampingi penderita kusta dalam minum obat secara teratur dan membantu memenuhi kebutuhan makan dan minum serta istirahat penderita kusta.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 2 mengenai kepatuhan pengobatan pada penderita kusta menunjukkan kepatuhan pengobatan kusta dalam kategori patuh yaitu 40 penderita kusta (73%), sedangkan kepatuhan pengobatan kusta dalam kategori tidak patuh yaitu 15 penderita kusta (27%).

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Sariputra (2016) menyatakan bahwa kepatuhan pengobatan pasien kusta dari 30 responden sebagaimana besar patuh yakni sebanyak 22 responden (73,3%) dan tidak patuh sebesar 8 responden (26,7%) dan hasil penelitian yang dilakukan oleh Zakiyyah, (2015) diketahui dari 20 responden yang memiliki dukungan keluarga tinggi, terdapat 19 responden (95 %) yang patuh minum obat dan 1 responden (5%) yang tidak patuh minum obat. Dari 24 responden yang memiliki dukungan keluarga sedang, terdapat 9 responden (37,5%) yang patuh minum obat dan 15 responden (62,5%) yang tidak patuh minum obat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada ketidakjelasan dalam memberikan informasi oleh petugas kesehatan sehingga keluarga tidak paham. Menurut Ley & Spelman (1967) dalam Niven, (2002) menemukan bahwa lebih dari 60% yang diwawancarai setelah bertemu dengan dokter salah mengerti tentang instruksi yang diberikan pada mereka karena penggunaan istilah-istilah medis dan memberikan banyak instruksi yang harus diingat oleh penderita. Keluarga dapat menjadi faktor yang sangat berpengaruh dalam menentukan keyakinan dan nilai kesehatan individu serta dapat juga menentukan tentang program pengobatan yang dapat mereka terima (Niven, 2002). Membangun dukungan sosial dari keluarga dan teman-teman. Kelompok-kelompok pendukung dapat dibentuk untuk membantu kepatuhan terhadap program pengobatan (Niven, 2002). Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kepatuhan adalah segala sesuatu yang dapat berpengaruh positif sehingga penderita tidak mampu lagi mempertahankan kepatuhannya.

Menurut Peneliti bahwa yang menyebabkan ketidakpatuhan penderita kusta untuk menjalani pengobatan kusta karena ketidaktahuan keluarga atau pasien tentang fungsi perawatan kesehatan keluarga, keluarga tidak mengenal penyakit kusta secara keseluruhan sehingga keluarga tidak mampu untuk mengambil keputusan yang cepat dan tepat dalam pengobatan yang harus diberikan terhadap penyakit kusta juga motivasi dan support yang kurang dari keluarga terhadap anggota keluarga yang menderita penyakit kusta untuk teratur minum obat dan menjalani pengobatan yang sudah ditentukan oleh petugas kesehatan Puskesmas.

Berdasarkan uji korelasi *chi square* menunjukkan nilai signifikansi $0,635 > (0,05)$ sehingga H_0 diterima yang artinya tidak ada hubungan antara fungsi perawatan kesehatan keluarga dengan kepatuhan pengobatan pada penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang.

Hasil analisa tidak terdapat hubungan antara fungsi perawatan kesehatan keluarga dengan kepatuhan pengobatan pada penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang disebabkan hasil penelitian fungsi perawatan kesehatan tentang penyakit kusta yang baik (42%) dan fungsi perawatan kesehatan yang kurang (58%) perbedaan hasil yang hanya 4%, hal ini karena kurangnya pengetahuan keluarga mengenai kondisi penyakit yang diderita oleh anggota keluarganya dalam hal ini adalah kusta. Pengetahuan mengenai penyakit kusta yang diberikan oleh petugas kesehatan pada saat responden berkunjung untuk berobat dan mengambil obat diharapkan dapat merubah perilaku pasien untuk teratur berobat maupun minum obat untuk mencapai kesembuhan. Penyuluhan intensif diberikan kepada keluarga maupun responden dengan melakukan kunjungan rumah dan memberikan penyuluhan 1 kali dalam seminggu akan dapat meningkatkan pengetahuan responden maupun keluarga yang akhirnya akan mendorong pengetahuan pengobatan maupun minum obat.

Pengetahuan tentang pengobatan kusta yang rendah bisa diakibatkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu rendahnya pendidikan yang pernah ditempuh, hasil kuesioner menunjukkan bahwa sebagaimana besar responden memiliki tingkat pendidikan yang rendah dan ketidakjelasan informasi

diberikan oleh petugas kesehatan mengenai pengobatan kusta karena penggunaan istilah-istilah medis dan memberikan banyak instruksi yang harus diingat oleh penderita. Seorang petugas kesehatan yang tidak komunikatif terhadap penderita akan menyebabkan penderita tidak mematuhi atau tidak meminum obat yang diberikan kepadanya. Penyuluhan yang efektif diberikan petugas kesehatan akan memberikan motivasi kepada penderita agar patuh minum obat.

Efektivitas komunikasi petugas dengan penderita akan membuat penderita patuh menggunakan obat, dengan jelas mengutarakan berapa jumlah obat sekali minum, berapa kali sehari dan harus diteruskan berapa hari. Apabila penderita tidak dapat membaca dan menulis maka petugas kesehatan memberikan keterangan secara lisan dan berulang-ulang, sehingga penderita merasa yakin. Pengetahuan yang rendah bisa berpengaruh terhadap sikap dan perilaku masyarakat terhadap kesehatan, dalam hal ini adalah ketidakpatuhan minum obat dikarenakan merasa tidak sembuh-sembuh atau merasa bosan dengan pengobatan kusta yang cukup lama dan tidak boleh terputus, diperlukannya perubahan model terapi yang diberikan sehingga responden tidak merasa bosan dalam menjalani pengobatan.

Berbeda dengan hasil penelitian Sariputra (2016) hasil analisis data menunjukkan bahwa ada hubungan dukungan psikososial keluarga dengan kepatuhan pengobatan pasien kusta di Puskesmas Paceda Kota Bitung dengan memperhatikan hasil uji statistik *spearman's rho* ada korelasi yang signifikan dan positif. Hubungan ini ditunjukkan dengan nilai korelasi sebesar 0,737. Nilai ini berada antara 0,60-0,799 yang berarti korelasi memiliki tingkat hubungan yang kuat. Dengan taraf signifikansi untuk hipotesis sebesar 0,000 pada tingkat kepercayaan 0,05 atau 95% dimana nilai $p = 0,000 < \alpha (0,05)$ yang berarti H_a diterima.

Menurut Niven (2002) Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kepatuhan adalah segala sesuatu yang dapat berpengaruh positif sehingga penderita tidak mampu lagi mempertahankan kepatuhannya, sampai menjadi kurang patuh dan tidak patuh di antaranya yaitu pemahan tentang instruksi, kualitas interaksi, keluarga, sikap, pengetahuan tentang penyakit, perubahan model terapi yang diberikan dan modifikasi faktor lingkungan dan sosial.

Hasil penelitian mengenai Program penanggulangan kusta berdasarkan faktor yang berhubungan dengan fungsi perawat kesehatan keluarga dengan kepatuhan pengobatan pada penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang 2018. Diperoleh beberapa keluaran antara lain:

1. Program Intervensi Kesehatan Keluarga dalam Penanggulangan Kusta
Rincian Program intervensi untuk pasien pasien baru:
 - a. Kunjungan rumah dilakukan sesegera mungkin (paling lambat 3 bulan sejak di temukan).
 - b. Pemberian konseling sederhana dan pemeriksaan fisik. Sasarannya adalah semua Anggota keluarga yang tinggal serumah dengan pasien dan tetangga di sekitarnya. Saat melakukan kunjungan, petugas diwajibkan membawa kartu penderita, alat pemeriksaan dan obat MDT.
2. Implementasi model, pendampingan beberapa keluarga penderita dan peran pendamping:
 - a. Menjelaskan pengertian apa itu kusta, penyebab, tanda kusta dan perawatan penyakit kusta dari yang sederhana dan mudah dilakukan.
 - b. Menjelaskan benda-benda yang bisa membahayakan kecacatan/luka dan bahaya pada penderita kusta antara lain api, benda panas dan tajam.
 - c. Menjelaskan akibat-akibat bila perawatan tidak dilakukan.
 - d. Mengajarkan/mendemonstrasikan perawatan pada kulit yang mati rasa dan kering dengan minyak dan pada telapak tangan /kaki rasa rabanya berkurang/hilang dengan memakai alas kaki dan pada tangan memakai sarung tangan bila pegang yang panas dan cara pemeriksaan kulit.
3. Program Penurunan prevalensi kusta (Eliminasi)
 - a. Membentuk Kelompok Kerja Eliminasi Kusta tingkat Kabupaten.
 - b. Kerja sama dengan Persatuan Dokter Spesialis Kulit Indonesia (Perdoski) dalam penemuan dan pengobatan penderita, pembentukan Alliansi Nasional Eliminasi Kusta (ANEK).
 - c. Bekerjasama dengan lintas agama dan PKK dalam pengembangan panduan penyuluhan bagi tokoh agama yang mempunyai jejaring sampai di desa, bekerjasama dengan fakultas kedokteran dan sekolah perawat di wilayahnya untuk peningkatan kompetensi (*Capacity Building*), pemberdayaan orang yang pernah mengalami kusta dan keluarganya bekerjasama dengan LSM.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Fungsi perawatan kesehatan keluarga penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang termasuk kedalam kategori baik sebanyak 42% dan kategori kurang sebanyak 58%.
2. Kepatuhan pengobatan pada penderita kusta di UPTD Puskesmas Batangsari dan Cilamaya Kabupaten Subang termasuk kedalam kategori patuh sebanyak 73% dan kategori tidak patuh sebanyak 27%.
3. Tidak terdapat hubungan fungsi perawatan kesehatan keluarga dengan kepatuhan pengobatan dengan hasil nilai signifikansi = $0,635 > 0,05$ yang berarti H_0 diterima.
4. Luaran Penelitian berupa Program Intervensi Kesehatan Keluarga dalam Penanggulangan Kusta, Implementasi model, pendampingan beberapa penderita dan Penurunan prevalensi kusta dengan indikator antara (pendamping).

Saran

Tenaga kesehatan meningkatkan pelayanan kesehatan pada penderita kusta dengan melakukan kunjungan rumah minimal 1 kali dalam sebulan, membuat kelompok perawatan penyakit kusta yang di adakan disatu tempat, misalkan poskesehatan atau tempat khusus yang sudah disiapkan untuk perkumpulan kelompok perawatan penyakit kusta dan membuat program jemput bola.

Keluarga mengawasi minum obat dan memberikan motivasi kepada anggota keluarganya yang sedang menjalani pengobatan agar terciptanya ketaatan didalam diri pasien itu sendiri dan kepada penderita kusta harus menjaga kebersihan diri juga lingkungan supaya mempercepat proses penyembuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menghaturkan terimakasih kepada Ketua STIKes DHB atas bantuan dana penelitian dan kepada Ketua Program Studi Sarjana Kesehatan Masyarakat atas ijin waktu selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarmoyo, S. (2012). *Keperawatan Keluarga Konsep Teori, Proses dan Praktik Keperawatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kemkes RI. (2017). *Pedoman Nasional Program Pengendalian Penyakit Kusta*.
- N Engl J Med. (2011). *Probable Zoonotic Leprosy in the Southern United States*
- Niven, N. (2002). *Psikologi Kesehatan Pengantar untuk Perawat & Profesioal Kesehatan lain*. Jakarta: EGC.
- Pernas Kusta Kabupaten Subang. (2017). *Situasi Kusta & Pencegahan Kecacatan Menuju Eliminasi Kusta*.
- Smith, C. M. & Smith, W. C. (2002). Chemoprophylaxis is Effective in the Prevention of Leprosy in Endemic Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. MILEP2 Study Group. *Mucosal Immunology of Leprosy. J Infect*, 41, 137–142.
- Usman. (2005). *Gambaran Perilaku Kusta Tipe MB Yang Drop Out Dengan Pengobatan MDT di Kabupaten Aceh Tenggara Tahun 2000-2004. Skripsi*. Universitas Sumatera Utara Medan.
- Wisnu, H. G. (2003). *Kusta; Pencegahan Cacat Kusta*, 2ed. Jakarta: *Balai Penerbit FKUI*, 83-93.
- World Health Organization (WHO). (2009). *Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden Due to Leprosy 2011 -2015*. SEAGLP.

Kelompok: POSTER			Hal
NO	PEMBICARA	JUDUL	
PO-3	Sahromi	Urgensi Hutan Mangrove dan Mengenal Jenis Mangrove Toleran Terhadap Salinitas Rendah Sebagai Koleksi Kebun Raya Bogor	683
PO-4	Erniwati	Keragaman Jenis dan Pola Distribusi Spesies Asing Invasif Lalat Pengorok Daun <i>Liriomyza</i> spp. (Diptera: Agromyzidae) di Sumatra Barat	687
PO-5	Suciatmih, Sri Purwaningsih	Pengaruh Dosis Inokulum Jamur Mikoriza Arbuskular Terhadap Pertumbuhan Semai Sengon (<i>Paraserianthes falcataria</i> (L.) Nielsen)	695
PO-8	Ninik Setyowati	Pengaruh Warna Kulit Biji Kecipir (<i>Psophocarpus tetragonolobus</i> L. (DC)) Terhadap Daya Kecambah Selama Penyimpanan Pada Suhu Yang Berbeda	701
PO-9	Sumanto	Kekayaan Plasma Nutfah Durian (<i>Durio zibethinus</i> Murray) Non Koleksi di Kebun Raya Bogor	710
PO-10	Sumanto	Eksplorasi Biji di Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS) Untuk Pengkayaan Koleksi Bank Biji Kebun Raya Bogor	715
PO-12	Fauzia Syarif	Pengujian Ketahanan Terhadap Kekeringan Tanaman <i>Setaria italica</i> (L.) P. Beauv Aksesori Polman Kuning Hasil Perlakuan Radiasi Gamma	720
PO-13	Mega Ayu Oktavina, Angga Aliansyah, dan Evi Endang Kurnia Ratnasari	Aktifitas Antifungi Ekstrak Cangkang Gonggong (<i>Strombus</i> sp.) Terhadap Pertumbuhan Kapang Kontaminan Pada Roti Gandum	728
PO-15	Eliana Junita, Putu Jessica, Dzakira Zharifa Khansa, Shaffa Attsauri, Kiem Adi Budiman	Pengaruh Spektrum Cahaya Terhadap Pembentukan Bunga, Pertambahan Panjang Internodus, dan Kadar Sukrosa <i>Portulaca grandiflora</i>	735
PO-17	Euis Ratnasari, Widya Nur Septiani, Cipta Adi Nugraha, Diah Kusumawaty	Op Biosensor: Deteksi dan Degradasi Organophosphat pada Tanah Dengan Pendekatan Sintetik Biologi	740
PO-18	Siti Sunarti, Putri Kesuma Wardhani	Catatan <i>Syzygium paniculatum</i> dan <i>S. fastigiatum</i> di Kebun Raya “Eka Karya” Bali – Lipi	744
PO-21	Leberina Kristina Ibo, Mulyati Rahayu	Kajian Etnobotani “Sepat”: Makanan Budaya Etnis Samawa, Pulau Sumbawa, Nusa Tenggara Barat	750
PO-22	Suluh Normasiwi, Wiguna Rahman	Evaluasi Pertumbuhan Tanaman <i>Artemisia annua</i> Pada Turunan M1 Hasil Poliploidisasi	756
PO-23	Wardah, Marwan Setiawan	Ethnobotany Study on The Utilization of Postpartum Medicinal Plants Of Kasepuhan Community in The Area of Gunung Halimun Salak National Park, Lebak District, Banten Province	762
PO-24	Tiwit Widowati, Nuriyanah, Liseu Nurjanah	Isolasi dan Skrining Kapang Endofit dari Tanaman Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L.) Sebagai Antimikroba	771
PO-25	Septiani Dian Arimukti, Leberina Kristina Ibo	Pemanfaatan Keanekaragaman Tumbuhan Sebagai Bahan Pangan di Desa Jangga Dolok, Kecamatan Lumban Julu Kabupaten Toba Samosir Sumatera Utara	777

PO-28	Yulizah, Tesri Maideliza, Nurainas	Struktur Anatomi Jenis Kayu Komersil yang Ditemukan di Hutan Nagari Saniangbaka, Kabupaten Solok, Sumatera Barat	785
PO-30	Rumella Simarmata, Ngadiman, Saifur Rohman	Optimasi Aktivitas 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate Deaminase (ACCD) Bakteri Endofit Penghasil Accd Isolat Lokal	793
PO-34	Rini Handayani	Uji Aktivitas Selulase dan Lipase Pada Isolat Kapang Asal Makanan Fermentasi	801
PO-35	Ina Winarni	Pengaruh Bagian Pohon Masoi (<i>Cyrtocarya massoia</i>) dan Waktu Ekstraksi Terhadap Rendemen Dan Kandungan Aktif	806
PO-36	Wulan Septiningtyas Kurniajati, Diyah Martanti	Pengaruh Hydropriming Terhadap Perkecambahan Biji Pisang Liar	812
PO-38	Fitri Kurniawati, Musyarofah Zuhri	Potensi Tumbuhan Kawasan Hutan Cibodas yang Dikoleksi dalam Kegiatan Eksplorasi Biji Kebun Raya Cibodas	818
PO-39	Fitri Kurniawati, Ahmad Jaeni Ashari	Kajian Pengelolaan Sampah Terpadu di Kebun Raya Cibodas	825
PO-41	Aisyah Handayani, Muhammad Efendi	Reinventarisasi Tumbuhan Obat di Taman Tematik Obat Kebun Raya Cibodas	830
PO-42	Indira Riastwi, Apriliana Dyah Prawestri, Witjaksono	Respon Pertumbuhan Tunas Jati Terhadap Konsentrasi Kalsium Secara <i>In Vitro</i>	839
PO-43	Suciatmih, Anna, Jesica Sitorus	Pengaruh Teknik Pemordanan dan Bahan Penguat Warna Terhadap Warna Kain oleh Pewarna Jamur Campuran	846
PO-44	Sri Purwaningsih, Suciatmih	Uji Kualitatif Beberapa Bakteri Penambat Nitrogen dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat di Rumah Kaca	854
PO-45	Sri Purwaningsih, Saefudin	Karakterisasi dan Pengujian Bakteri Rhizobium Sebagai Biological Nitrogen Fixation (BNF) Terhadap Hasil Panen Kacang Tanah (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	862
PO-46	Sri Lestari, Ovi Prasetya Winandari, Rina Budi Satiyarti	Identifikasi Tumbuhan Paku Epifit Gunung Pesagi Kabupaten Lampung Barat	870
PO-47	Diky Setya Diningrat, Ayu Nirmala Sari, Kusdianti, Grace Santa Mentari	Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Hanjeli (<i>Coix lacryma-jobi</i>) terhadap Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	875
PO-49	Dwi Ningsih Susilowati, Reo Vebria Ningsih, Rafika Yuniawati, Dasumiati, Mastur	Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Keriting Menggunakan Zat Pengantar Tumbuh (ZPT) ASAL <i>Bacillus vallismortis</i>	878
PO-53	Musyarofah Zuhri, Ikhsan Noviady	Pengoleksian Biji Pinang Jawa (<i>Pinanga javana</i> Blume) dan Uji Germinasinya	887
PO-54	Firda Dimawarnita, Yora Faramitha	Isolasi Alfa Selulosa dari Sisa Media Pertumbuhan Jamur Tiram Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit	893
PO-56	M. Sabda, Try Zulchi, Nurwita Dewi	Keragaman Pertumbuhan dan Hasil Kacang Varietas Lokal (Jawa Timur dan Sulawesi Selatan)	900
PO-57	M. Ace Suhendar, Dodin Koswanudin, Andari Risliawati	Deteksi Mikroba Pada Benih Tanaman di Tempat Penyimpanan	906

URGENSI HUTAN MANGROVE DAN MENGENAL JENIS MANGROVE TOLERAN TERHADAP SALINITAS RENDAH SEBAGAI KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR

Sahromi

Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor – LIPI Jl. Ir.H. Juanda 13, Bogor 16003

e-mail: ssahromi@yahoo.co.id

Abstrak. Pada saat ini ekosistem mangrove telah mengalami degradasi dan kerusakan. Kerusakan dan degradasi ini disebabkan pemanfaatannya selama ini bersifat ekstraktif dan eksploitatif dan tidak mengindahkan azas-azas konservasi. Hutan mangrove mempunyai fungsi yang kompleks atau multiguna, strategis dan esensial bagi ekosistem daratan dan lautan dan makhluk hidup yang ada di dalamnya terutama bagi manusia. Penelitian ini bertujuan untuk lebih mengenal fungsi hutan Mangrove dan manfaatnya bagi makhluk hidup dan mengenal satu jenis Mangrove yang hidup di Kebun Raya Bogor, yaitu *Sonneratia caseolaris*. Secara garis besar fungsi hutan mangrove terbagi atas fungsi ekologis (fisik dan biologi) dan fungsi ekonomis yang sangat bermanfaat bagi makhluk hidup dan lingkungannya. Jenis *Sonneratia caseolaris* merupakan jenis Mangrove yang toleran terhadap salinitas rendah atau air tawar dan jenis ini dapat hidup di luar habitatnya (secara *ex situ*) dengan baik di Kebun Raya Bogor.

Kata kunci: Mangrove, konservasi, fungsi multiguna, *Sonneratia caseolaris*.

Abstract. At present the mangrove ecosystem has been degraded and damaged. To date, damage and degradation are caused by its over exploitation and does not heed conservation principles. Mangrove forests have a complex or multipurpose function, strategic and essential for land and marine ecosystems and living things that are in it, especially for humans. This study aims to better recognize the function of mangrove forests and their benefits for living things and recognize one species of Mangrove that lives in the Bogor Botanical Gardens, namely *Sonneratia caseolaris*. Generally, the function of mangrove forests is divided into ecological functions (physical and biological) and economic functions that are very beneficial for living things and their environment. *Sonneratia caseolaris* is a species of Mangrove that is tolerant of low salinity or fresh water and this species can live outside its habitat (*ex situ*) well in the Bogor Botanical Gardens.

Keywords: Mangrove, conservation, multipurpose function, *Sonneratia caseolaris*.

PENDAHULUAN

Pada saat ini mangrove dan ekosistem sekitarnya telah mengalami kerusakan dan degradasi. Dahuri dalam Bengen (2003) menyatakan persepsi dan cara-cara kita memanfaatkan hutan mangrove selama ini cenderung bersifat ekstraktif dan tidak mengindahkan azas-azas kelestariannya. Konversi hutan mangrove menjadi kawasan pemukiman, kawasan industri, tambak dan peruntukan lainnya terjadi secara tidak terkendali. Padahal banyak teknik yang memungkinkan berbagai kegiatan pembangunan tersebut dapat berdampingan secara harmonis (*co-exist*) dengan hutan mangrove. Penebangan kayu mangrove pun dilakukan secara berlebihan melebihi kemampuan regenerasinya. Pembukaan lahan baru dengan mengorbankan hutan mangrove itu banyak terjadi di Nangroe Aceh Darussalam (NAD), Sumatera Utara, Riau, Sumatera selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Timur.

Di Indonesia nilai pemanfaatan hutan mangrove masih bernilai rendah karena masih sebatas eksploitatif. Selain itu, minimnya perhatian terhadap pelestarian kawasan hutan itu dari berbagai pihak menjadikan pembukaan lahan hutan semakin berlebihan dalam skala besar dan waktu yang cepat.

Eksploitasi hutan mangrove yang tidak memperhatikan kaidah-kaidah konservasi menyebabkan penurunan luas kawasan hutan mangrove. Berdasarkan catatan perkembangan hutan mangrove di Indonesia sampai tahun 2000 luas hutan mangrove hanya tersisa 1,98 juta Ha (Anonymous, 2000). Menurut Soerianegara & Kusmana (1993) luas areal berhutan mangrove sekitar 3.7 juta Ha dari luas

areal berhutan di Indonesia. Apabila pada tahun 1993 tercatat luas hutan mangrove 3,7 juta Ha, berarti dalam kurun waktu tujuh tahun telah terjadi penurunan luas kawasan hutan mangrove sebesar 53%.

Hutan mangrove mempunyai fungsi dan manfaat yang kompleks, strategis dan penting bagi ekosistem daratan maupun lautan, dan terutama bagi umat manusia. Maka, tujuan pada makalah ini adalah untuk mengenal fungsi dan manfaat hutan mangrove lebih lengkap dan detail, mengetahui beberapa marga dominan pada hutan mangrove dan mengenal jenis Mangrove *Sonneratia caseolaris* yang dapat hidup diluar habitatnya yaitu di Kebun Raya Bogor.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan data sekunder yaitu dengan melakukan telusur pustaka dan pengamatan pada koleksi *Sonneratia caseolaris* sebagai koleksi hidup di Kebun Raya Bogor. Data sekunder yang dikumpulkan adalah fungsi dan manfaat hutan Mangrove dan beberapa suku dominan yang membentuk struktur vegetasi hutan Mangrove. Observasi dilakukan untuk mengenal *Sonneratia caseolaris* jenis mangrove yang hidup di Kebun Raya Bogor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut LIPI dan Perhutani (1984) ekosistem mangrove adalah suatu ekosistem yang berkembang di daerah pantai yang berair tenang dan terlindung dari pengaruh ombak besar serta eksistensinya bergantung kepada aliran air laut dan aliran air tawar dari darat. Komponen tumbuhannya sebagian besar berupa jenis-jenis yang keanekaragamannya jauh lebih kecil daripada ekosistem hutan darat. Komponen hewannya sebagian besar berupa hewan avertebrata (hewan tidak bertulang belakang). Sebagian besar biota ini hanya terdapat dalam ekosistem mangrove dan sebagian kecil terdapat juga dalam ekosistem lain. Ekosistem mangrove berbatasan dengan darat dan jangkauan air pasang tertinggi sehingga ekosistem ini merupakan daerah transisi dan karenanya dipengaruhi oleh faktor-faktor laut dan darat.

Dari sudut ekologi hutan mangrove merupakan bentuk ekosistem yang unik, karena pada kawasan ini terpadu empat unsur biologis penting yang fundamental, yaitu daratan, air, vegetasi, dan satwa. Hutan mangrove ini mempunyai ciri-ciri ekologis yang khas yaitu dapat hidup dalam air dengan salinitas tinggi yang biasanya terdapat di sepanjang daerah pasang surut (Departemen Kehutanan, 1992).

Hutan mangrove mempunyai fungsi yang kompleks. Menurut Saenger et al. (1981) dalam Irwan (1992), fungsi hutan mangrove dapat dikelompokkan menjadi fungsi fisik, fungsi biologi, dan fungsi ekonomi yang potensial. Sebagai fungsi fisik hutan mangrove berguna untuk menjadi garis pantai agar tetap stabil, mempercepat perluasan lahan, melindungi pantai dan tebing sungai. Fungsi biologi sebagai tempat benih-benih ikan, udang dan kerang-kerang dari lepas pantai, tempat bersarangnya burung-burung besar, dan sebagai habitat alami bagi banyak jenis biota. Sedangkan bagi fungsi ekonomi yang potensial, hutan mangrove antara lain dapat digunakan sebagai lahan untuk tambak, tempat pembuatan garam, tempat rekreasi, dan dapat menghasilkan kayu.

Hutan mangrove mempunyai fungsi dan manfaat yang strategis dan esensial bagi ekosistem daratan maupun laut. Menurut Bengen (2003) hutan mangrove memiliki fungsi ekologis dan ekonomi yang sangat bermanfaat bagi umat manusia. Secara fisik hutan mangrove berfungsi sebagai peredam gelombang dan angin badai, pelindung dari abrasi, penahan Lumpur dan perangkap sedimen. Fungsi biologis sebagai penghasil sejumlah besar detritus dari daun dan dahan pohon mangrove, daerah mencari makanan (*feeding grounds*), daerah asuhan (*nursery grounds*) dan daerah pemijahan (*spawning grounds*) berbagai jenis ikan, udang dan biota laut lainnya. Secara ekonomi hutan mangrove menghasilkan kayu untuk bahan konstruksi, kayu bakar, bahan baku arang, bahan baku kertas (*pulp*), pemasok larva ikan, udang dan biota lainnya, dan sebagai tempat pariwisata.

Karakteristik fisik hutan mangrove membantu menekan terjadinya pengikisan (abrasi) dan pengrusakan pantai. Akar-akar beragam pohon yang kokoh dapat meredam pengaruh gelombang serta tahan berendam di perairan dengan kadar garam yang bermacam-macam. Selain itu akar-akar mangrove dapat menahan lumpur sehingga lahan mangrove semakin luas tumbuh keluar, mempercepat terbentuknya tanah timbul (Departemen Kehutanan, 1992).

Selain itu mangrove dapat mengontrol penyakit malaria, karena mangrove dapat memelihara kualitas air, menyerap CO₂ dan penghasil O₂ yang relatif tinggi dibanding tipe hutan lain.

Bengen (2003) mengelompokkan struktur vegetasi hutan mangrove atas dua belas genera tumbuhan berbunga yang termasuk kedalam delapan famili meliputi pohon-pohon dan semak (*Avicennia*, *Sonneratia*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera*, *Laguncularia*, *Aegiceras*, *Aegiatilis*, *Snaeda*, dan *Conocarpus*).

Vegetasi hutan mangrove di Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi, dengan jumlah jenis tercatat sebanyak 202 jenis yang terdiri atas 89 jenis pohon, 5 jenis palem, 19 jenis liana, 44 jenis epifit, dan 1 jenis sikas. Namun demikian hanya terdapat kurang lebih 47 jenis tumbuhan yang spesifik hutan mangrove. Paling tidak di dalam hutan mangrove terdapat salah satu jenis tumbuhan sejati penting/dominan yang termasuk ke dalam empat famili: Rhizophoraceae (*Rhizophora*, *Bruguiera*, dan *Ceriops*), Avicenniaceae (*Avicennia*), Sonneratiaceae dan Meliaceae (*Xylocarpus*).

Pada saat ini, Kebun Raya Bogor mempunyai satu individu koleksi pertama yang ditanam pada tahun 1970, asal tanaman berasal dari Jawa, terletak di lokasi vak II.Q.64., ditanam dipinggir sempadan kolam. Koleksi pertama hanya satu individu, memperlihatkan profil fisik nampak tua, dan belum diketahui umur fisiologis dari jenis ini. Kondisi koleksi pertama memperlihatkan batang utama dan batang percabangan nampak kering dimungkinkan karena umurnya hampir mencapai 50 tahun, tetapi masih memperlihatkan kesintasan yang baik. Salah satu faktor yang mempengaruhi kesintasanya dari jenis ini karena jenis ini toleran terhadap tingkat salinitas yang berbeda-beda.

Sonneratia caseolaris dikenal dengan nama pedada/pidada merah atau *mangrove apple*. Pedada merupakan salah satu jenis mangrove yang tumbuh pada bagian yang kurang asin, pada tanah lumpur yang dalam, seringkali sepanjang sungai kecil dengan air yang mengalir pelan dan terpengaruh pasang surut. Jenis ini tidak pernah tumbuh pada pematang/daerah berkarang. Pedada berbentuk pohon dengan ketinggian mencapai 15 m, memiliki akar napas seperti kerucut yang banyak dan sangat kuat. Ujung cabang/ranting terkulai dan berbentuk segi empat pada saat muda (Hachinohe et al., 1999).

Sonneratia caseolaris memiliki bunga berwarna merah dan mahkotanya berwarna hijau biru. Perbungaan sendirian atau berkelompok hingga 3 kuntum di ujung ranting. Benangsari sangat banyak, panjang 2,5–3,5 cm, putih dengan pangkal kemerahan, lekas rontok. Tangkai putik besar dan panjang, tetap tinggal sampai lama. Bunga pidada merah mekar di malam hari. Bunga ini mengandung banyak nektar, yang disukai oleh kelelawar dan ngengat, yang datang menyerbukinya (Giesen et al., 2006)

Ciri lain dari jenis ini diantaranya yaitu tipe buah yang normal yaitu untuk memperbesar peluang hidup di lapangan harus dilakukan penaburan (semai kecambah). Jenis ini bertipe biji rekasilan yaitu akan tumbuh secara kontinyu tanpa dormansi. Daun tunggal, berhadapan, bundar telur terbalik atau memanjang, dengan pangkal bentuk baji dan ujung membulat atau tumpul. Tangkai daun pendek dan seringkali kemerahan.



Gambar 1(a). Pohon *Sonneratia caseolaris* dan (b) sistem perakaran cakar ayam dan akar napas bentuk pasak/pencil *Sonneratia caseolaris*

Jenis *Sonneratia* ini mempunyai ciri khas mempunyai perakaran yang berbentuk cakar ayam yang tumbuh ekstensif menyamping (horizontal) serta memiliki akar napas seperti kerucut/pasak yang banyak dan kuat, sehingga dapat berfungsi sebagai sabuk hijau pengaman (*green belt*) bagi daratan dari abrasi pantai dan perembasan air laut. Disamping itu akarnya berfungsi untuk mendukung atau memperkokoh berdirinya pohon tersebut dan berfungsi juga untuk mengambil unsur hara dan menahan sedimen.

Nilai ekologi dari jenis ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai ekonominya. Kayunya berkualitas rendah, dan hanya kadang-kadang digunakan sebagai kayu api. Akar napasnya relatif lunak dan banyak mengandung rongga renik di dalamnya, sehingga kerap digunakan sebagai pengganti gabus untuk membuat tutup botol, kok, dan juga bagian dalam sol sepatu (Heyne, 1987; Giesen et al, 2006)

Di Suaka Marga Satwa Muara Angke Jakarta, buah pedada merupakan sumber pakan untuk monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*). Dahan, ranting, daun, dan buahnya yang jatuh ke perairan sekitarnya merupakan serasah yang subur untuk pakan ikan dan biota air lainnya.

Departemen Kehutanan (1992) mengemukakan bahwa karakteristik fisik hutan mangrove membantu menekan terjadinya pengikisan (abrasi) dan pengrusakan pantai. Akar-akar beragam pohon yang kokoh dapat meredam pengaruh gelombang serta tahan berendam di perairan dengan kadar garam yang bermacam-macam. Selain itu akar-akar mangrove dapat menahan lumpur sehingga lahan mangrove semakin luas keluar, mempercepat terbentuknya tanah timbul. Pada habitatnya jenis ini mempunyai fungsi yang menonjol untuk perlindungan dari abrasi pantai, perembasan air laut, dan mempercepat tanah timbul (memperluas lahan mangrove) karena sistem perakarannya.

Hutan mangrove mempunyai fungsi dan manfaat yang kompleks, esensial dan strategis bagi ekosistem darat, laut, dan makhluk hidup terutama untuk kesejahteraan manusia. Secara garis besar fungsi hutan mangrove terbagi menjadi fungsi ekologi (fisik dan biologi) dan fungsi ekonomi potensial. Rehabilitasi dan konservasi hutan mangrove merupakan hal mendesak dan urgen untuk dilakukan. Salah satu jenis mangrove yang toleran terhadap salinitas rendah atau air tawar adalah jenis *Sonneratia caseolaris*. Jenis ini dapat tumbuh dengan baik secara ex situ di Kebun Raya Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Bengen, D.G. 2003. *Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. PKSPPL-IPB.Bogor.
Departemen Kehutanan Republik Indonesia. 1992. *Hutan Bakau di Indonesia*. Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- Giesen, W., S. Wulffraat, M. Zieren and L. Scholten, 2006. *Mangrove Guidebook for Southeast Asia*. RAP Publication 2006/07. FAO and Wetlands International. pp.256-257. Retrieved from [http://id.wikipedia.org/wiki/Pidada merah](http://id.wikipedia.org/wiki/Pidada_merah).
- Hachinohe, H., Suko O & Ida A. 1999. *Nursery Manual For Mangrove Species*. Ministry of Forestry and Estate Crops, Indonesian and Japan International Cooperation Agency.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia, jilid 3*. Yay. Sarana Wana Jaya, Jakarta. Hal 1475-1476. Retrieved from [http://id.wikipedia.org/wiki/Pidada merah](http://id.wikipedia.org/wiki/Pidada_merah).
- Irwan, Z. D. 1992. *Prinsip-Prinsip Ekologi dan Organisasi Ekosistem Komunitas dan Lingkungan*. Buni Aksara. Jakarta.
- MAB-LIPI & Perum Perhutani. 1984. *Laporan Telaah Tata Guna Ekosistem Mangrove Pantai Utara Jawa Barat*. Tidak diterbitkan. 28 hal.
- Soerianegara, I. dan C. Kusmana. 1993. *Sumberdaya Hutan Mangrove di Indonesia*. Fakultas Kehutanan-Institut Pertanian Bogor. Bogor.

**KERAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI SPESIES ASING INVASIF
Liriomyza spp. (Diptera: Agromyzidae) DI SUMATRA BARAT**

Erniwati*

Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Jl. Raya Jakarta – Bogor km. 46 CSC Cibinong, Bogor 16911
Telp. 021-876506, Fax. 021-8765068

Abstrak. Terbukannya batasan-batasan wilayah dengan adanya perdagangan bebas menyebabkan hilangnya batasan ekologi, sehingga ancamannya adalah terjadinya invasi biologi untuk organisme tertentu yang mudah beradaptasi. Salah satu OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) invasif yang sudah menyebar di Indonesia adalah lalat pengorok daun *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). Penelitian keragaman jenis dan pola distribusi Spesies Asing Invasif *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) telah dilakukan di Sumatra Barat. Sampel penelitian diambil dari 16 titik, di lima Kabupaten yaitu: Kerinci, Solok, Alahan panjang, Agam, dan Limapuluh kota serta tiga Kabupaten Kota (Padang, Bukittinggi dan Payakumbuh) pada bulan April tahun 2016. Daun tanaman pertanian yang terserang dikoleksi, dipelihara sampai keluar dewasa lalat pengorok daun, kemudian diidentifikasi. Ditemukan 3 jenis lalat pengorok daun yang menghamai tanaman hortikultura dan tumbuhan liar, yaitu *Liriomyza sativae*, *L. huidobrensis* dan *L. chinensis*. Lalat pengorok daun yang paling banyak ditemukan adalah jenis *L. sativae*. Jenis *L. sativae* dan *L. huidobrensis* temukan hampir sama, mempunyai sebaran inang yang luas (polifag), *L. chinensis* memiliki sebaran dan tanaman inang yang spesifik yaitu tanaman bawang merah dan daun bawang. Di Jawa jenis *L. sativae* dapat dijumpai di daerah rendah, sebaliknya, *L. huidobrensis* di dataran tinggi, namun dari hasil penelitian jenis *L. sativae* juga dijumpai di daerah ketinggian

Kata kunci: Keragaman, distribusi, *Liriomyza* spp., invasive, Sumatra Barat

PENDAHULUAN

Serangan OPT telah menyebabkan kerugian yang besar bagi sektor pertanian. Beberapa catatan mengenai jenis invasif yang merusak pertanaman budidaya di Indonesia diantaranya adalah invasi lalat pengorok daun *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) yang berasal dari Amerika Selatan. Lalat pengorok daun ini dilaporkan pertama kali pada tahun 1990an dengan sebaran hanya di wilayah Cianjur. Tiga spesies lalat pengorok yang telah dilaporkan di tahun 2000an yang banyak menimbulkan kerugian di berbagai daerah di Indonesia adalah *Liriomyza sativae*, *L. huidobrensis* dan *L. chinensis* (Rauf et al., 2000) tetapi sekarang spesiesnya semakin bertambah dan sudah menyebar ke berbagai kondisi habitat di semua propinsi di Indonesia (Tantowijoyo 2008 ; Tantowijoyo & Hoffmann 2010), sehingga *L. huidobrensis* kini menjadi hama penting di Indonesia yang banyak menyerang tanaman sayuran dengan kerugian ekonomi mencapai 50-100% (Hidayati et al., 2005).

Lalat pengorok daun *Liriomyza* merupakan hama penting karena mempunyai daya rusak yang tinggi dan sulit untuk dikendalikan. Kerusakan pada daun disebabkan oleh aktifitas makan larva dan imago. Parella (1987) menyebutkan bahwa kerusakan tanaman akibat *Liriomyza* disebabkan karena (1) sebagai vektor penyakit, (2) merusak pembibitan, (3) menurunkan hasil panen, (4) mempercepat gugurnya daun, (5) menurunkan nilai keindahan. Sehingga menyebabkan diperketatnya arus perdagangan sayuran dan buah antar negara.

Gellang et al. (2009) melaporkan, di Watutela Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah, tingkat serangan *L. chinensis* berkisar antara 35,2–100% pada tiga varietas bawang lokal. Kemudian petani bawang merah di daerah Lembah Palu juga melaporkan bahwa serangan lalat pengorok daun (*Liriomyza chinensis*) telah sangat meresahkan (Nonci & Muis, 2011)

Karena pentingnya serangga tersebut, banyak penelitian dilakukan untuk mengungkap biologi (Rifai, 2003; Lanzoni et al., 2002; Facknath, 2005), taxonomi-genetik (Reitz & Trumble 2002; Shiao 2004; Scheffer, 2000; Scheffer & Lewis 2005; Zheng et al., 2007), ekologi (Haghani et al., 2007; Reitz & Trumble 2002; Patel et al., 2003; Salvo & Valladares 2004), dan metode pengembangan

pengendaliannya (Weintraub 2001; Prijono et al., 2004; Hidrayani et al., 2005). Kajian distribusi yang sudah dilakukan mengungkapkan bahwa distribusi lalat pengorok daun yang dominan di Indonesia, *L. huidobrensis* dan *L. sativae*, dibatasi oleh suhu. *Liriomyza huidobrensis* menginvasi pada area yang dingin, seperti di dataran tinggi dan subtropics, sedangkan *L. sativae* umumnya ditemukan di habitat yang lebih hangat (Chen et al., 2003; Kang et al., 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data mengenai keragaman jenis dan mengevaluasi pola distribusi spesies asing invasif, lalat pengorok daun *Liriomyza* spp. di Provinsi Sumatra Barat, Indonesia.

METODE PENELITIAN

Koleksi di Lapangan

Penelitian bersifat eksploratif ini dilakukan di Sumatra Barat pada musim hujan bulan Maret-April 2016. Titik lokasi pengambilan sampel didasarkan pada ketinggian tempat yang dimulai dari ketinggian 50 m dpl sampai 1800 m dpl pada lahan pertanian hortikultura di lima Kabupaten, yaitu: Kerinci, Solok, Alahan panjang, Agam, dan Limapuluh kota serta tiga Kabupaten Kota (Bukittinggi, Payakumbuh dan Padang). Titik ordinat dan ketinggian masing masing tempat dicatat (Tabel 3).

Pengambilan contoh serangga pengorok imago. Koleksi serangga imago dilakukan penangkapan dengan menjebakny menggunakan tabung reaksi (diameter, panjangnya: 1,8 cm kali 15 cm) di pagi hari (jam 09.00-12.00) dan sore (15.00-17.00). Waktu-waktu tersebut merupakan waktu aktifnya. Imago lalat yang terperangkap dimasukkan ke dalam vial 1,5 mm (botol koleksi) yang berisi alkohol 70% dengan menggunakan kuas kecil.

Pengambilan contoh larva lalat pengorok daun. Daun tanaman yang sudah terserang larva lalat pengorok daun memiliki tanda tanda bahwa terlihat alur alur tak beraturan yang saling terhubung, berwarna putih. Tanaman sayur dan tanaman liar yang ada disekitarnya diamati. Daun yang terserang lalat dikoleksi 50-100 daun untuk tanaman berdaun sempit seperti kentang, cabe dan kacang kacang, untuk tanaman berdaun lebar dikoleksi lebih sedikit. Daun yang terserang tersebut kemudian disimpan pada kantong plastik ziplock untuk masing-masing tanaman inang, dan diberi label (nama lokal tanaman, titik lokasi/ketinggian).

Pemeliharaan di Laboratorium

Sampel daun dibersihkan dengan tissue. Daun yang berukuran besar dan lebar serta panjang, seperti daun terung dan daun bawang, dilakukan pemotongan diambil bagian yang terserang secukupnya. Daun tersebut ditaruh dikotak pemeliharaan berupa gelas plastik (diameter dengan tinggi, 7 cm x 8 cm). Bagian tutup gelas dilubangi berbentuk lingkaran dan kemudian ditutupi dengan kain kasa sebagai ventilasi udara. Pada bagian bawah gelas tersebut diberi kertas tisu untuk menjaga kelembaban dan menghindari terjadinya pembusukan daun yang lebih cepat. Gelas tersebut disimpan dalam ruangan khusus dengan suhu 23-24°C, di Laboratorium Entomologi, Bidang Zoologi Pusat Penelitian Biologi- LIPI, Cibinong Science Center. Sampel daun disimpan selama 4-6 minggu, diamati tiga hari sekali sampai semua imago menetas dan mati. Imago tersebut selanjutnya diidentifikasi, dihitung jumlah individu per masing-masing spesies dan dimasukkan ke dalam botol koleksi (isi 1,5 ml) yang diisi etanol 70% untuk penyimpanan. Metode penelitian tersebut berdasarkan (Petitt and Wietlisbach. 1994; Tantowijoyo and Hoffmann. 2010)

Identifikasi

Imago lalat pengorok daun yang dikoleksi dari lapangan dan dari hasil pemeliharaan diidentifikasi dengan menggunakan mikroskop Leica acuan kunci identifikasi dan specimen yang ada dikoleksi Museum Zoologi Pusat Penelitian Biologi LIPI

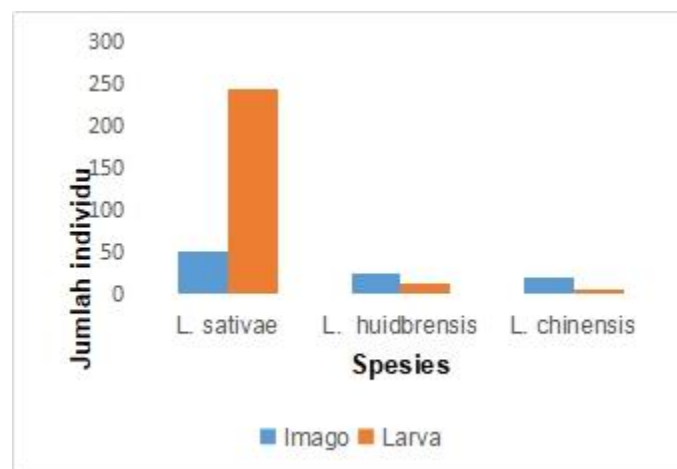
HASIL DAN PEMBAHASAN

Lalat pengorok daun, hasil koleksi imago di lapangan dan hasil pemeliharaan daun yang terserang telah diidentifikasi diperoleh tiga spesies adalah *Liriomyza sativae*, *L. huidobrensis* dan *L. Chinensis* (Diptera: Agromyzidae).

Lalat pengorok spesies *Liriomyza sativae* bersifat polyphagous memiliki tanaman inang yang sangat luas, Tanaman inang *Liriomyza* spp. yang ditemukan di Sumatra Barat; *L. sativae* tanaman inangnya adalah kacang panjang (*Vigna sinensis* L.), cabe (*Capsicum annum*), ketimun (*Cucumis sativus*), tomat (*Solanum lycopersicum*), semangka (*Citrullus lanatus*), terong (*Solanum melongena*), dahlia (*Dahlia* spp.), bayam liar (*Amaranthus viridis*) dan beberapa jenis gulma. Spesies *L. huidobrensis* ditemukan pada kentang (*Solanum tuberosum*), buncis (*Phaseolus vulgaris*) kol (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) ceisin (*Brassica chinensis*) dan spesies *L. Chinensis* terdapat pada bawang daun (*Allium fistulosum*), bawang merah (*Allium cepa* L. var *Aggregatum*, L.), dan seladri (*Apium graveolens*),

Penyebaran spesies lalat pengorok dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu suhu, ketinggian dan tanaman inangnya (Tantowijoyo and Hoffmann. 2010). Hasil penelitian ini menunjukkan spesies *L. sativae* paling banyak jumlah individunya dapat dijumpai di ketinggian mulai dari 54 m dpl hingga - 1200 m dpl, hal ini terjadi pergeseran ketinggian dibandingkan penelitian tahun 2011 di Jawa Tengah (1000 m dpl). Perubahan sebaran hubungannya dengan ketinggian dan suhu di Jawa Tengah tahun 2011 cenderung bergeser dibandingkan dengan data tahun 2007 sampai 2008. Daerah invasi *L. sativae* yang merupakan “warm species” (600m dpl) cenderung bergeser ke habitat yang lebih tinggi yaitu ditemukan pada ketinggian 1000 m dpl. Hal ini diduga disebabkan oleh peningkatan suhu. *L. huidobrensis* ditemukan di daerah ketinggian mulai 1100 m dpl sampai 1800 m dpl pada tanaman kol dan lainnya. Spesies *L. huidobrensis* adalah “cold species” memang cenderung menginvasi pada habitat yang dingin (Haghani et al. 2007, Huang et al. 2007, Tantowijoyo 2008, Kang et al. 2009, Tantowijoyo and Hoffmann 2010; Erniwati et al, 2019).

L. chinensis ditemukan pada ketinggian 1024 dan 1552 m dpl, memiliki tanaman inang yang spesifik yaitu bawang daun, bawang merah dan seladri. Diketahui bahwa tanaman bawang daun dan seladri banyak ditanam di dataran tinggi. Gellang et al. (2009) pernah melaporkan bahwa *L. chinensis* menyerang tanaman bawang di Sulawesi Tengah.



Gambar 1. Jumlah individu imago dan larva dari tiga jenis lalat pengorok

Lalat imago yang tertangkap dari 15 lokasi, total individu *L. sativae* paling banyak diperoleh 53%, ditemukan pada inang tanaman buncis, kacang panjang, timun, dan terong, cabe merah. *L. sativae* memiliki inang yang sangat luas dan beragam. *L. huidobrensis* perolehannya 26% pada inang tanaman Kentang, buncis dan bawang merah. *L. chinensis* ditemukan di daerah ketinggian sebanyak 21% individu pada tanaman bawang, dan bawang daun (Gambar 1.). Lalat dewasa paling banyak diperoleh dari tanaman daun bawang, mungkin karena tanaman ini yang paling banyak ditanam di kedua jalur tersebut mulai di atas ketinggian 1000 m dpl. Petani cenderung lebih memilih menanam daun bawang karena dianggap lebih cocok di daerah ketinggian. Sama halnya dengan hasil pemeliharaan larva yang diambil dari daun tanaman yang terserang, *L. sativae* juga paling tinggi (92%) jauh berbeda dengan *L. huidobrensis* (5%) dan *L. chinensis* (3%) (table 2.).

KESIMPULAN

Telah tercatat tiga spesies lalat pengorok di Sumatra Barat adalah *Liriomyza sativae*, *L. huidobrensis* dan *L. chinensis*. Dari 16 jenis tanaman inang didominasi oleh tanaman buncis dan kentang pada dataran tinggi, kacang panjang dan timun di dataran rendah. Jumlah imago dan larva sama sama, ditemukan tertinggi pada tanaman buncis di dataran tinggi dan kacang panjang di dataran rendah. *L. chinensis* memiliki inang yang spesifik yaitu bawang dan seladri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Awit Suwito, atas masukan dan saran pada paper ini. Juga terima kasih kepada Giyanto, atas bantuannya selama pemeliharaan lalat pengorok di laboratorium Entomologi, Bidang Zoologi, LIPI. Penelitian ini dapat terlaksana atas dana DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran 2016) Tematik Pusat Penelitian Biologi LIPI

DAFTAR PUSTAKA

- Erniwati, Lupiyaningdyah P. & Tantowijoyo, W. (2019). Shifting Distribution of Leafminer Flies *Liriomyza Spp* In Altitudinal Corridor and Its Relation To Temperature Changes. Prosiding Seminar 3rd International Conference on Tropical Biology, Ecology Restoration in South East Asia. Conservation, Enhancement and Sustainable Use of Indigenous Tropical Flora and Fauna. SEAMEO BIOTROP, BOGOR-INDONESIA 20-21 September 2018. (In Press)
- Chen, X. X., Lang, F. Y., Xu, Z. H., He, J. H. & Ma, Y. (2003). The Occurrence of Leafminers and Their Parasitoids on Vegetables and Weeds in Huangzhou Area, Southeast China. *Biocontrol* 48: 515-527.
- Facknath, S. (2005). Leaf Age and Life History Variables of A Leafminer: The case of *Liriomyza trifolii* on Potato Leaves. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 115: 79-87.
- Gellang, A., Anshary, A. & Shahabuddin. (2009). Ketahanan berbagai varietas bawan merah terhadap hama pengorok daun (Diptera: Agromyzidae). Kumpulan Abstrak Seminar Ilmiah PEI, PFI, PPHI Cabang Palu, 21 Juli 2009.
- Haghani, M., Fathipour, Y., Talebi, A. A. & Baniamari, V. (2007). Thermal Requirement and Development of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on Cucumber. *Journal of Economic Entomology* 100: 350-356.
- Hidayani, P, Rauf, A., Ridland, P. M. & Hoffmann, A. A. (2005). Pesticide Application On Java Potato Fields Are Ineffective in Controlling Leafminers, and Antagonistic Effects on Natural Enemies of Leafminers. *International Journal of Pest Management*, 51: 181-187.
- Huang, L. H., Chen, B. & Kang, L. (2007). Impact of Mild Temperature Hardening On Thermotolerance, Fecundity, and HSP Gene Expression in *Liriomyza huidobrensis*. *Journal of Insect Physiology*, 53: 1199-1205.
- Kang, L., Chen, B., Wei, J. N. & Liu, T. X. (2009). Roles of Thermal Adaptation And Chemical Ecology in *Liriomyza* Distribution and Control. *Annual Review of Entomology* 54: 127-145.
- Lanzoni, A., Bazzocchi, G. G., Burgio, G. & Fiacconi, M. R. (2002). Comparative Life History of *Liriomyza trifolii* and *L. huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on beans: *Environmental Entomology*, 31(5), 797-803.
- Nonci, N. & Muis, A. (2011). Bioekologi Dan Pengendalian Pengorok Daun *Liriomyza chinensis* Kato (Diptera:Agromyzidae) Pada Bawang Merah. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(4). Parrella, M. P. 1987. Biology of *Liriomyza*. *Annual Review of Entomology* 32: 210-224.
- Parrella, M. P. (1987). Biology of *Liriomyza*. *Annual Review of Entomology*, 32: 210-224
- Patel, K. J., Schuster, D. J. & Smerage, G. H. (2003). Density dependent parasitism and host-killing of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) by *Diglyphus intermedius* (Hymenoptera:Eulophidae). *Florida Entomologist* 86: 8-14.
- Petitt, F. L. & Wietlisbach, D. O. (1994). Laboratory Rearing and Life-History of *Liriomyza sativae* (Diptera, Agromyzidae) on Lima-Bean. *Environmental Entomology*, 23: 1416-1421.
- Prijono, D., Robinson, M., Rauf, A., Bjorksten, T. & Hoffmann, A. A. (2004). Toxicity of Chemicals Commonly Used in Indonesian Vegetable Crops to *Liriomyza huidobrensis* Population and the

- Indonesian Parasitoids *Hemiptarsenus varicornis*, *Opius* sp., and *Gronotoma micromorpha*, as well as the Australian parasitoids *Hemiptarsenus varicornis* and *Diglyphus isaea*. *Journal of Economic Entomology*, 97: 1191-1197.
- Rauf, A., Shepard, B. M. & Johnson, M. W. (2000). Leafminers in Vegetables, Ornamental Plants and Weeds in Indonesia: Survey of Host Crops, Species Composition and Parasitoids. *International Journal of Pest Management*, 46: 257-266.
- Reitz, S. R. & Trumble, J. T. (2002). Competitive Displacement Among Insects and Arachnids. *Annual Review of Entomology*, 47: 435-465.
- Rifai, A. (2003). Perbandingan Beberapa Parameter Biologi *Liriomyza Sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) Pada Kacang Merah dan Caisin (A Comparison of Biological Parameters of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) on Red Bean and Choy Sum Department of Plant Pest and Disease. Bogor Agriculture University, Bogor.
- Salvo, A. & Valladares, G. R. (2004). Looks are Important: Parasitic Assemblages Of Agromyzid Leafminers (Diptera) In Relation To Mine Shape and Contrast. *Journal of Animal Ecology*, 73: 494-505.
- Scheffer, S. J. & Lewis, M. L. (2001). Two Nuclear Genes Confirm Mitochondrial Evidence of Cryptic Species within *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 94: 648-653.
- Scheffer, S. J. & Lewis, M. L. (2005). Mitochondrial Phylogeography of vegetable pest *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae): Divergent Clades and Invasive Populations. *Annals of the Entomological Society of America*, 98: 181-186.
- Shiao, S. F. (2004). Morphological Diagnosis of Six *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) of Quarantine Importance in Taiwan. *Applied Entomology and Zoology*, 39: 27-39.
- Tantowijoyo, W. (2008). Altitudinal Distribution of Two Invasive Leafminers, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) and *L. sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in Indonesia, Zoology. University of Melbourne, Melbourne.
- Tantowijoyo, W. & Hoffmann, A. A. (2010). Identifying Factors Determining the Altitudinal Distribution of the Invasive Pest Leafminers *Liriomyza huidobrensis* and *Liriomyza sativae*. *Entomologia Experimentalist et Applicata*, 135: 141-153.
- Weintraub, P. G. (2001). Effects of Cyromazine and Abamectin on the Pea Leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and its Parasitoid *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) in Potatoes. *Crop Protection* 20: 207-213.
- Zheng, F. S., Du, Y., Wang, L. P., Lu, Y. J. & Lu, Z. Q. (2007). Genetic variations among *Liriomyza sativae* Blanchard populations indicated by β -tubulin gene sequences. *Agricultural Sciences in China*, 6: 580-585.

LAMPIRAN

Tabel 1. Jumlah individu imago lalat pengorok dan tanaman inangnya

Lokasi	Lokasi Desa, Kecamatan, Kabupaten	Alt(m)dpl.	Tanaman inang	<i>L. sativae</i>	<i>L. huidbrensis</i>	<i>L. chinensis</i>
1	Kresik Tuo, Kayu Aro, Kerinci I	1800	Buncis, kentang	0	3	0
2	Kresik Tuo, Kayu Aro, Kerinci II	1700	Kentang, kol, cabe merah dan bawang merah	5	6	0
3	Kresik Tuo, Kayu Aro, Kerinci III	1600	Kol, kentang dan buncis	4	4	0
4	Kresik Tuo, Kayu Aro, Kerinci IV	1552	Buncis, bayam, daun bawang dan bawang merah	5	0	0
5	Galagah, Lembah Gumati, Solok	1498	Kol, bawang merah, daun bawang, dan cabe merah	0	7	0
6	Aia Batumbuak, Gn. Talang, Solok	1369	Daun bawang, seledri	0	0	13
7	Batang barus, Gn. Talang, Solok	1255	Daun bawang dan bawang merah	0	1	0
8	Balai Tengah, Gn. Talang, Solok	1171	Daun bawang, kacang panjang dan buncis	5	0	0
9	Pincuran Baru, Sungai Pua, Agam	1129	Daun bawang,	0	0	8
10	Koto Panjang, IV koto, Agam	1024	kentang, gulma	17	0	0
11	Kubu Tanjuang, Aur Birugo Tigo Baleh, Kota Bukittinggi	900	Buncis dan daun bawang	7	0	0
12	Padang Tarok, Baso, Agam	700	buncis, ubi jalar	4	5	0
13	Batuhampar, Akabiluru, 50 kota	558	tomat, cesin	2	0	0
14	Koto baru, Payakumbuh Timur, Kota Payakumbuh	495	Timun, semangka	2	0	0
15	Payobasuang, Payakumbuh Timur, Kota Payakumbuh	491	Timun	2	0	0
16	Lubuk Minturun, Koto Tengah, padang	54	kacang panjang dan timun	2	0	0
Total Individu				53	26	21
Persentase				53%	26%	21%

Tabel 2. Jumlah individu lalat pengorok daun hasil rearing tanaman inang yang terserang

Lokasi	Lokasi Desa, Kecamatan, Kabupaten	Alt(m) dpl.	Tanaman inang	<i>L. sativae</i>	<i>L. huidobrensis</i>	<i>L. chinensis</i>
1	Kresik Tuo, Kayu Aro, Kerinci I	1800	Buncis	0	1	0
2	Kresik Tuo, Kayu Aro, Kerinci II	1700	Kentang, kol, bawang merah	6	2	1
3	Kresik Tuo, Kayu Aro, Kerinci III	1600	Kol dan buncis	10	2	0
4	Kresik Tuo, Kayu Aro, Kerinci IV	1552	Buncis, daun bawang	3	0	2
5	Galagah, Lembah Gumati, Solok	1498	bawang merah, cabe merah	3	1	0
6	Aia Batumbuak, Gn. Talang, Solok	1369	Kol, dan daun bawang	6	0	0
7	Batang barus, Gn. Talang, Solok	1255	bawang merah	0	1	0
8	Balai Tengah, Gn. Talang, Solok	1171	Kentang, buncis	158	3	0
9	Pincuran Baru, Sungai Pua, Agam	1129	Daun bawang, kembang kol	9	4	0
10	Koto Panjang, IV koto, Agam	1024	Daun bawang	0	0	4
11	Kubu Tanjung, Aur Birugo Tigo Baleh, Kota Bukittinggi	900	Buncis, tomat, bayam liar, dahlia	17	0	0
12	Padang Tarok, Baso, Agam	700	buncis	10	0	0
13	Batuhampar, Akabiluru, 50 kota	558	tomat	1	0	
14	Koto baru, Payakumbuh Timur, Payakumbuh	495	Timun, buncis, semangka	1	0	0
15	Payobasuang, Payakumbuh Timur, Payakumbuh	491	Timun	2	0	
16	Lubuk Minturun, Koto Tengah, Kota padang	54	kacang panjang dan timun	25	0	0
			Total individu	245	14	7
			Persentase	92%	5%	3%

Tabel 3. Titik Lokasi Penelitian

No	Lokasi			Ordinat		Ketinggian (mdpl)	Tanaman yang dikoleksi
	Desa	Kec.	Kab.	LS	BT		
1	Kresik Tuo,	Kayu aro	Kerinci I	01° 44,905'	101° 15,569'	1800	Kentang, Buncis
2	Kresik Tuo,	Kayu aro	Kerinci II	01° 45,918'	101° 15,950'	1700	Kentang, Kol, Cabe merah,dan Bawang
3	Kresik Tuo,	Kayu aro	Kerinci III	01° 45,915'	101° 15,956'	1600	Kentang, Buncis, dan Kol
4	Kresik Tuo,	Kayu aro	Kerinci IV	01° 45,616'	101° 16,812'	1552	Buncis, Bayam,Bawang daun dan Bawang merah
5	Galagah	Lembah Gumati	Solok	01° 03,246'	100° 44,022'	1498	Bawang merah, Bawang daun, Cabe, Kol dan Seledri
6	Aia Batumbuak	Gn. Talang	Solok	01° 45,918'	101° 15,950'	1369	Bawang daun, Kol
7	Batang Barus	Gn. Talang	Solok	01°01,23'	109° 38,15'	1255	Bawang daun dan Bawang merah
8	Balai Tengah	Gn. Talang	Solok	01°06,16'	109° 53,07'	1171	Bawang daun, Buncis dan Kacang panjang
9	Pincuran Baru	Sungai Pua	Agam	00°14,21'	100° 15,05'	1129	Bawang daun, Buncis dan Cabe merah
10	Koto Panjang	IV koto	Agam	00°15,19'	100° 05,15'	1024	Buncis, Kol dan gulma
11	Kubu Tanjung	Aur Birugo 13	Bukittinggi	00°17,32'	100° 10,32'	900	Buncis, Bawang daun dan ubi jalar
12	Padang Tarok	Baso	Agam	01° 03,24'	100° 44,02'	700	Buncis, ubi jalar
13	Batuhampar,	Akabiluru	limapuluh kota	02°09,12'	102° 47,23'	558	Caisin, Tomat
14	Koto baru	PayakumbuhTimur	Payakumbuh	00°24',02	100° 24, 14'	495	Buncis, Semangka, Terong, Timun
15	Payobasuang,	PayakumbuhTimur	Payakumbuh	00°24, 11'	100° 24, 07'	491	Timun, Terong
16	Lubuk Minturun	Koto Tengah	Kota padang	00°58,03'	100° 33,03'	54	Kacang panjang, Timun

**PENGARUH DOSIS INOKULUM JAMUR MIKORIZA ARBUSKULAR TERHADAP
PERTUMBUHAN SEMAI SENGON (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)**

Suciatmih*¹, Sri Purwaningsih²

^{1,2} Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi LIPI CSS Jl. Jakarta – Bogor KM 46 Cibinong
Telp. (021) 87907636 - 87907604, Fax. 87907612
e-mail: suciatmih2008@yahoo.ca, sipur2005@yahoo.co.id

Abstrak. Inokulasi jamur mikoriza arbuskular (MA) pada awal penanaman dapat memasok semai tanaman berkualitas di persemaian. Penelitian bertujuan untuk membandingkan pengaruh dosis inokulum jamur MA terhadap pertumbuhan semai sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) umur 4 bulan setelah tanaman (BST). Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dosis jamur MA, yaitu kontrol (0 g), 5 g, 10 g, dan 15 g yang diulang 10 kali. Peubah yang diamati adalah pertumbuhan semai yang meliputi tinggi semai, bobot kering tajuk, bobot kering akar, dan bobot kering total. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulum jamur MA sebanyak 10 g menghasilkan tinggi tanaman terbesar ($23,3955 \pm 3,0801$ cm), namun bobot kering akar ($0,2329 \pm 0,0513$ g), bobot kering tajuk ($0,6710 \pm 0,1172$ g), dan bobot kering total tanaman ($0,9039 \pm 0,1309$ g) terbesar dihasilkan oleh semai sengon yang diinokulasi jamur MA sebanyak 5 g.

Kata Kunci: dosis inokulum, inokulasi, jamur MA, pertumbuhan tanaman, semai sengon.

PENDAHULUAN

Sekitar 12% (24,3 juta hektar) dari 190 juta hektar luas wilayah hutan di Indonesia termasuk lahan kritis (Nugroho dalam Republika Bandung 2017). Luas lahan kritis yang sangat besar tersebut menunjukkan bahwa laju kerusakan sumber daya lahan semakin mengkhawatirkan akibat pengelolaan yang kurang terkontrol. Nizar (2015) menginformasikan bahwa lahan kritis ditandai oleh sifat tanah, iklim, dan faktor biotik yang kurang menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman, seperti kandungan unsur hara, pH tanah, dan ketersediaan air tanah yang rendah pada musim kemarau, intensitas penyinaran matahari yang tinggi, dan persaingan antar komponen biotik yang kuat.

Usaha revegetasi lahan kritis memerlukan pendekatan ekologis, seperti pemilihan jenis tanaman yang tepat, seperti yang mempunyai daya adaptasi tinggi dan tumbuh cepat (*fast growing*); serta aplikasi bioteknologi yang dapat memperbaiki kondisi tanah dan mempercepat laju pertumbuhan tanaman (Anggreiny et al., 2017).

Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) adalah salah satu jenis tanaman pionir yang tumbuh cepat dan potensial untuk revegetasi lahan kritis karena tingkat survivalnya tinggi (Otsamo et al. dalam Wulandari et al. 2016). Sifat kayu sengon selain termasuk kelas kuat (Nugroho dan Salamah 2015), tanaman tersebut juga dapat meningkatkan kualitas lingkungan karena dapat meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki tata air sehingga sengon banyak digunakan untuk Hutan Tanaman Industri (HTI), reboisasi, penghijauan, dan banyak ditanam di kebun-kebun rakyat dengan sistem tumpangsari (Suhartati, 2008).

Aplikasi bioteknologi untuk menyediakan bibit sengon yang berkualitas di persemaian dapat dilakukan dengan cara pemberian jamur mikoriza arbuskular (MA) pada awal penanaman. Mikoriza merupakan bentuk simbiosis saling menguntungkan antara jamur dan akar tumbuhan. Peran mikoriza dapat membantu meningkatkan pengambilan nutrisi terutama fosfor (Hosseini & Gharaghani 2015); meningkatkan resistensi terhadap stress kekeringan (Mathimaran et al., 2017), stress logam berat (Bano & Ashfaq 2013), stress salinitas (Fileccia et al., 2017), stress genangan air (Marin's & Carrenho 2017), infeksi patogen tanaman (Hemavani & Thippeswamy 2014); dan meningkatkan agregasi dan struktur tanah (Zhang et al., 2017). Sebaliknya, jamur memperoleh energi hasil asimilasi dari tanaman. Bibit sengon yang telah bermikoriza pada akarnya diharapkan dapat survive setelah ditanam di lapang.

Pemberian jamur MA untuk membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman kehutanan telah banyak dilaporkan. Inokulasi jamur MA dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman *Calliandra*

calothyrsus (Sebuliba et al. 2012), bambu (Jha et al. 2012; Jiang et al. 2013), *Leucaena leucocephala* dan *Tephrosia vogelii* (Mwangi et al. 2017), dan *Alstonia scholaris* (L.) Br. (Irianto 2009); serta pertumbuhan tanaman dan kandungan P tajuk tanaman *P. falcataria*, *Calliandra calothyrsus*, *Cassia siamea* dan *Sesbania grandiflora* (Maulana et al. 20017), tanaman *Fraxinus chinensis* and *Lafloensia speciosa* (Moreno et al. 2016), dan tanaman *Albizia saman* serta *P. falcataria* (Wulandari et al., 2016).

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh dosis jamur MA terhadap pertumbuhan semai sengon. Hasil penelitian diharapkan dapat menginformasikan dosis jamur MA yang tepat untuk pertumbuhan bibit sengon yang dipersiapkan untuk revegetasi lahan kritis.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tanaman sengon, tanah, alkohol 70%, dan akuades steril; sedangkan alat yang digunakan adalah sendok timbang, timbangan elektrik, dan penggaris. Inokulum jamur MA diperoleh dari Pusat Penelitian Perkebunan, Bogor.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca dan Laboratorium Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Cibinong pada Bulan Januari sampai April 2018. Penelitian dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yaitu kontrol tanpa inokulasi (0 g) dan inokulasi jamur MA masing-masing dengan dosis 5 g, 10 g, dan 15 g yang diulang sepuluh kali.

Inokulum jamur MA berupa propagul yang merupakan campuran zeolite, spora, hifa, dan potongan akar yang terkolonisasi jamur. Benih sengon terlebih dahulu direndam dalam air panas selama 15 menit kemudian benih ditumbuhkan dalam cawan Petri berisi kertas saring steril yang telah dilembabkan. Tiga kecambah sengon berumur 5 hari kemudian dipindahkan ke dalam *tray* yang berisi 200 g tanah dan jamur MA sesuai dosis perlakuan. *Tray* diletakkan di dalam rumah kaca dan selama pertumbuhan dilakukan penyiraman sehari sekali dan pembersihan gulma.

Media tanam yang digunakan adalah tanah yang diambil dari lahan di sekitar kebun percobaan Cibinong Science Center - LIPI dengan kedalaman 20 cm dari permukaan tanah. Tanah tersebut dikering anginkan, dihaluskan dan diayak dengan mata saring ukuran 2 mm. Setelah pengayakan, tanah dimasukkan ke dalam *tray*.

Peubah yang diamati adalah pertumbuhan tanaman yang meliputi pertambahan tinggi tanaman, bobot kering akar, bobot kering tajuk, dan bobot kering total tanaman. Tinggi semai (cm) diamati secara kontinyu dari bulan ke-1 sampai dengan ke-4. Setelah empat bulan, semai dicabut dan dipisahkan antara akar dan tajuknya. Akar yang sudah dibersihkan dan dicuci bersama dengan tajuk semai dikeringkan dengan cara dioven di dalam suhu 60°C selama 2 hari (Hailemariam et al. 2017 yang dimodifikasi). Sampel akar dan tajuk yang telah kering kemudian ditimbang untuk mendapatkan bobot keringnya.

Analisis variansi (ANOVA) digunakan untuk menguji perbedaan peubah pertumbuhan tanaman. Uji lanjutan Beda Nyata Terkecil (BNT) dilakukan apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan nyata di antara perlakuan pada semua peubah yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot kering tajuk secara sangat nyata dipengaruhi oleh inokulasi jamur MA (Tabel 1). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wulandari (2016) bahwa pemberian jamur MA pada tanaman sengon dapat meningkatkan bobot kering tajuknya. Hasil uji BNT ($P < 0.01$) menunjukkan bahwa dosis jamur MA sebanyak 5 g menghasilkan bobot kering tajuk sengon tertinggi ($0,6710 \pm 0,1172$) dan berbeda sangat nyata dengan kontrol (0 g), tetapi tidak berbeda sangat nyata dengan dosis jamur MA sebanyak 10 g dan 15 g. Bilamana dibandingkan dengan kontrol tanpa inokulasi (0 g), perlakuan dosis jamur MA sebanyak 5 g menghasilkan pertambahan bobot kering tajuk terbesar (40,3472%) diikuti oleh dosis jamur MA 10 g (40,20%) dan 15 g (38,6948%).

Tabel 1 memperlihatkan bahwa inokulasi jamur MA mempengaruhi sangat nyata bobot kering akar sengon. Hasil uji BNT ($P < 0.01$) menunjukkan bahwa dosis jamur MA sebanyak 5 g menghasilkan bobot kering akar tertinggi yaitu $0,2329 \pm 0,0513$ g dan berbeda sangat nyata dengan dosis jamur MA

10 g, namun tidak berbeda sangat nyata dengan dosis jamur MA 15 g dan kontrol (0 g). Hanya perlakuan jamur MA sebanyak 5 g yang menghasilkan pertambahan bobot kering akar (8,8827%).

Bobot kering total dipengaruhi sangat nyata oleh inokulasi jamur MA (Tabel 1). Hasil uji BNT ($P < 0.01$) menunjukkan bahwa dosis jamur MA sebanyak 5 g menghasilkan bobot kering total tanaman tertinggi yaitu $0,9039 \pm 0,1309$ g dan berbeda sangat nyata dengan kontrol (0 g), tetapi tidak berbeda sangat nyata dengan dosis 10 g dan 15 g. Hasil ini sejalan dengan hasil bobot kering akar dan bobot kering tajuk karena bobot kering tanaman total merupakan hasil penjumlahan dari bobot kering akar dan bobot kering tajuk. Inokulasi jamur MA sebanyak 5 g menghasilkan bobot kering tajuk, bobot kering akar, dan bobot kering total tanaman dengan nilai terbesar. Apabila dibandingkan dengan kontrol tanpa inokulasi (0 g), perlakuan dosis jamur MA sebanyak 5 g menghasilkan pertambahan bobot kering total tanaman terbesar (30,6214%) diikuti oleh dosis jamur MA 15 g (24,4942%) dan 10 g (23,2803%).

Bobot kering tanaman menggambarkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis tanaman dari senyawa-senyawa anorganik terutama CO_2 dan air. Unsur hara yang terserap oleh akar tanaman selanjutnya akan digunakan dalam proses sintesis senyawa organik yang akan menghasilkan pertambahan bobot kering tanaman. Tanaman yang memiliki nilai bobot kering terbesar menunjukkan fungsi fisiologinya berjalan dengan baik sehingga tanaman mampu beradaptasi dengan baik pada lingkungan. Dengan kata lain, tanaman tersebut mampu menyerap unsur hara yang tersedia dan menjadikannya sebagai sumber nutrisi untuk melakukan dan meningkatkan aktivitas dalam tubuhnya. Nilai bobot kering tanaman juga dapat menggambarkan efisiensi dan efektivitas proses fisiologis tanaman dalam mengakumulasi hasil fotosintesis (karbohidrat) yang berfungsi sebagai cadangan makanan, energi dan sebagai bahan pembentuk organ tanaman. Bobot kering tanaman secara langsung ditentukan oleh besarnya pertumbuhan.

Lana (2009) menginformasikan bahwa kacang tanah yang diinokulasi jamur MA memiliki kemampuan yang lebih unggul dalam menyerap unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga akan berpengaruh terhadap metabolisme tanaman. Adanya penyediaan hara yang lebih baik tersebut akan berdampak pada metabolisme sel tanaman berjalan lebih baik sehingga pertumbuhan tanaman selama fase vegetatif tidak mengalami hambatan. Informasi yang sama oleh Prasasti et al. (2013) bahwa jamur MA yang mengkolonisasi akar tanaman akan menghasilkan jaringan hifa eksternal yang tumbuh secara ekspansif, sehingga meningkatkan kapasitas akar dalam penyerapan air dan unsur hara, terutama fosfat (P). Selain itu, jamur MA juga dapat menghasilkan hormon-hormon pertumbuhan tanaman, seperti sitokinin dan auksin yang berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel sehingga semakin mengoptimalkan pertumbuhan tanaman (Talanca, 2010).

Inokulasi berbagai dosis jamur MA ditanggapi secara berbeda-beda oleh semai sengon yang ditunjukkan oleh perubahan tinggi semai sengon pada umur 1 sampai 4 bulan setelah tanam (BST) (Gambar 1 & 2). Inokulasi jamur MA belum berpengaruh nyata meningkatkan tinggi semai pada 1 BST dan 2 BST. Pengaruh inokulasi jamur MA baru menampakkan hasil sangat nyata setelah 3 BST. Hal ini dapat terjadi mungkin karena selain karbohidrat dari biji tidak mampu mencukupi kebutuhan untuk metabolisme simbiotik pada awal pertumbuhan dan tanaman harus menyediakannya melalui fotosintesis, juga mungkin jamur MA memerlukan waktu yang cukup lama untuk membentuk struktur yang diperlukan dalam simbiosisnya, seperti hifa, arbuskula, dan vesikula, bilamana kondisi media tumbuhnya tidak menguntungkan.

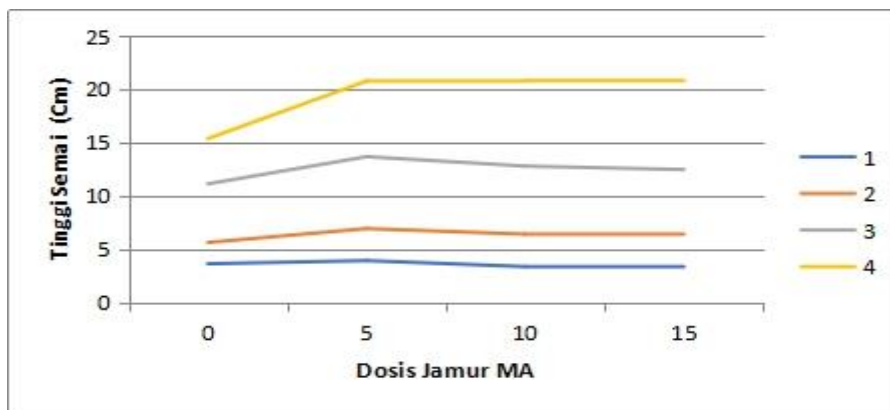
Tinggi semai sengon sangat nyata dipengaruhi oleh inokulasi jamur MA (Tabel 1). Hasil uji BNT ($P < 0.01$) menunjukkan bahwa dosis jamur MA sebanyak 10 g menghasilkan tinggi semai paling tinggi yaitu $23,3955 \pm 3,0801$ g dan berbeda sangat nyata dengan kontrol (0 g), namun tidak berbeda sangat nyata dengan dosis jamur MA lainnya. Bilamana dibandingkan dengan kontrol tanpa inokulasi (0 g), perlakuan dosis jamur MA sebanyak 10 g menghasilkan pertambahan tinggi sengon terbesar (47,1137%) diikuti oleh dosis jamur MA 5 g (40,1056%) dan 15 g (37,7350%).

Pemberian jamur MA dapat meningkatkan pertumbuhan semai sengon. Dosis jamur MA sebanyak 5 g dapat diaplikasikan untuk membantu pertumbuhan bibit sengon di pembibitan.

Tabel 1. Pengaruh dosis jamur MA terhadap pertumbuhan semai sengon pada 4 bulan setelah tanam

Perlakuan	Tinggi semai (cm)	Bobot kering akar (g)	Bobot kering tajuk (g)	Bobot kering total (g)
0 g (Kontrol)	15,903±3,3211 b (0)	0,2139±0,0472 ab (0)	0,4781±0,1065 b (0)	0,6920±0,1419 b (0)
5 g	22,281±2,9765 a (40,1056)	0,2329±0,0513 a (8,8827)	0,6710±0,1172 a (40,3472)	0,9039±0,1309 a (30,6214)
10 g	23,3955±3,0801 a (47,1137)	0,1828±0,0437 b (-)	0,6703±0,1259 a (40,20)	0,8531±0,1573 ab (23,2803)
15 g	21,904±2,4076 a (37,7350)	0,1984±0,0236 ab (-)	0,6631±0,1099 a (38,6948)	0,8615±0,1199 a (24,4942)

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda sangat nyata ($P < 0.01$); angka dalam kurung adalah % pertambahan pertumbuhan semai dibandingkan dengan kontrol tanpa inokulasi



Gambar 1. Grafik pertambahan tinggi semai sengon yang diinokulasi dengan berbagai dosis jamur MA. 1= 1bulan setelah tanam (BST), 2= 2BST, 3= 3BST, dan 4= 4BST



Gambar 2. Sengon yang diinokulasi jamur MA
0= kontrol; 1= inokulasi jamur MA 5 g; 2= inokulasi jamur MA 10 g dan 3= inokulasi jamur MA 15 g

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang telah membiayai penelitian ini melalui Proyek DIPA Tahun Anggaran 2018. Terima kasih penulis sampaikan pula kepada Ety Suryati dan Gunawan Ruhiyat selaku teknisi di Pusat Penelitian Biologi, LIPI yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreiny, Y., Nazip, K. & Santri, D. J. (2017). Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Rhizosfir Tanaman di Kawasan Revegetasi Lahan Penambangan Timah di Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka dan Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA. STEM untuk Pembelajaran Sains Abad 21: 391-403.
- Bano, S. A., & Ashfaq, D. (2013). Role of Mycorrhiza to Reduce Heavy Metal Stress. *Natural Science* 5(12A): 16-20.
- Fileccia, V., Ruisi, P., Ingrassia, R., Giambalvo, D., Frenda, A. S. & Martinelli, F. 2017. Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis Mitigates the Negative Effects of Salinity on Durum Wheat. *PLoS One* 12(9): e0184158.
- Hailemariam, M., Birhane, E., Gebresamuel, G., Gebrekiros, A., Desta, Y., Alemayehu, A., Muruts, H., Araya, T., & Norgrove, L. (2017). Arbuscular Mycorrhiza Effects on *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. Growth under Varying Soil Water and Phosphorus Levels in Northern Ethiopia. *Agroforest Syst.*
- Hemavani, C., & Thippeswamy, B. (2014). Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungus, *Acaulospora lacunosa* on Growth of Groundnut Disease Caused by *Cercospora arachidicola*. *International Journal of Research in Applied Natural and Social Sciences* 2(4) : 57-60.
- Hosseini, A., & Gharaghani, A. (2015). Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Nutrient Uptake of Apple Rootstocks in Calcareous Soil. *International Journal of Horticultural Science and Technology* 2(2): 173-185.
- Irianto, R. S. B. (2009). The Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Slow Release Fertilizer on the Growth of *Alstonia scholaris* (L.) Br. Seedlings in the Nursery. *Journal of Forestry Research* 6(2): 139-147.
- Jha, A., Kumar, A., Saxena, R. K., Kamalvanshi, M. & Chakravarty, N. (2012). Effect of Arbuscular Mycorrhizal Inoculations on Seedling Growth and Biomass Productivity of Two Bamboo Species. *Indian Journal of Microbiology* 52(2): 281-285.
- Jiang, W., Gou, G., & Ding, Y. (2013). Influences of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Mineral Element Absorption of Chenglu Hybrid Bamboo Seedlings. *Pakistan Journal of Botany* 45(1): 303-310.
- Lana, W. (2009). Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*L) di Lahan Kering. *Majalah Ilmiah Universitas Tabanan* 6(1): 69-83.
- Marins, J. Fd., & Carrenho, R. (2017). Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Dark Septate Fungi in Plants Associated with Aquatic Environments. *Acta Botanica Brasilica* 31(2): 295-308.
- Mathimaran, N., Sharma, M. P., Raju, B. M., & Bagyaraj, D. J. (2017). Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis and Drought Tolerance in Crop Plants. *Mycosphere* 8(3): 361-376.
- Maulana, A. F., Turjaman, M., Sato, T., Hashimoto, Y., Cheng, W., & Tawaraya, K. (2017). Growth Response of Four Leguminous Trees to Native Arbuscular Mycorrhizal Fungi from Tropical Forest in Indonesia. *International Journal of Plant and Soil Science* 20(3): 1-13.
- Moreno, J., León, J. D., & Osorio, N. W. (2016). Tree Seedling Growth Promotion by Dual Inoculation with *Rhizoglyphus fasciculatum* (Thaxt.) Sieverding, Silva & Oehl and *Mortierella* sp., Rhizosphere Fungi for Reforestation Purposes, to Promote Plant P Uptake and Growth at the Nursery State. *Acta Agronomica* 65(3).
- Mwangi, R. W., Kariuki, S. T. & Wagara, I. N. (2017). Effect of Inoculation with Mycorrhizae on Growth Parameters of *Dombeya torrida*, *Leucaena leucocephala* and *Tephrosia vogelii*. *Journal of Natural Sciences Research* 7(10): 40-48.
- Nizar, W. Y. (2015). Asosiasi Mikoriza pada Pembibitan Rajumas (*Duabanga moluccana* Blume) dengan Sumber Inokulum Rizosfer dari Berbagai Jenis Tanaman Budidaya dan Gulma. *Jurnal Hutan Tropis*, 3(3): 199-206.
- Nugroho, T. A. & Salamah, Z. (2015). Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Biji Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.). *Jupemasi-PBIO* 9(3): 230-236.

- Prasasti, O.H., Kristanti, I.P., & Sri, N. (2013). Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kacang Tanah yang terinfeksi *Sclerotium rolfsii*. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 2(2), 2337-3520
- Republika Bandung. (2017). Dua Puluh Empat Koma Tiga Juta Lahan di Indonesia Masuk Kategori Kritis. 11 Januari 2017 16: 02 WIB diakses pada 27 Februari 2019.
- Sebuliba, E., Nyeko, P., Majaliwa, M., Eilu, G., Kizza, C. L. & Ekwamu, A. (2012). Enhanced Growth of Multipurpose *Calliandra* (*Calliandra calothyrsus*) Using Arbuscular Mycorrhiza Fungi in Uganda. *The Scientific World Journal*, Article ID 830357, 6 pages
- Suhartati. (2008). Aplikasi Inokulum EM-4 dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Bibit Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 5(1): 55-56.
- Talanca, H. (2010). Status Cendawan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Pada Tanaman. Prosiding Pekan Serealia Nasional. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Sulawesi Selatan: 353-357.
- Wulandari, D., Saridi, Cheng, W., & Tawaraya, K. (2016). Arbuscular Mycorrhizal Fungal Inoculation Improves *Albizia saman* and *Paraserianthes falcataria* Growth in Post-Opencast Coal Mine Field in East Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and Management* 376 : 67-73.
- Zhang, Y. C., Wang, P., Wu, Q. H., Zou, Y. N., Bao, Q., & Wu, Q. S. (2017). Arbuscular Mycorrhizas Improve Plant Growth and Soil Structure in Trifoliolate Orange under Salt Stress. *Archives of Agronomy Soil Science* 63(4) : 491-500.

**PENGARUH WARNA KULIT BIJI KECIPIR [*Psophocarpus tetragonolobus* L. (DC)]
TERHADAP DAYA KECAMBAAH SELAMA PENYIMPANAN PADA
SUHU YANG BERBEDA**

Ninik Setyowati

Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46, Cibinong 16911

e-mail: sety_wangi@yahoo.com

Abstrak. Penelitian tentang penyimpanan biji kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L. (DC)) telah dilakukan di Laboratorium Fisiologi, Puslit Biologi LIPI. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial, 4 faktor dengan 3 kali ulangan, masing-masing ulangan terdiri dari 10 contoh biji. Faktor ke-1 adalah lama penyimpanan (0, 3, 6 bulan). Faktor ke-2 adalah kadar air biji (13% dan 5%). Faktor ke-3 adalah suhu penyimpanan (26 ± 1 °C, 20 °C, 5 °C dan -20 °C). Faktor ke-4 adalah variasi warna kulit biji kecipir (Hitam, Coklat tua dan Coklat muda). Hasilnya menunjukkan bahwa uji kebocoran ion pada awal perlakuan berkisar 243742 – 293522 μ S/cm. Semakin lama biji disimpan terlihat ada peningkatan kadar air (2-3%) untuk perlakuan kadar air 5%, namun kebocoran ionnya terlihat sedikit menurun. Penyimpanan biji pada suhu 5 °C dan -20 °C terlihat lebih baik daripada suhu 26 ± 1 °C dan 20 °C, pada kadar air 13% maupun 5%. Pada awal penyimpanan, viabilitas paling tinggi terlihat pada biji yang berwarna coklat muda dengan rata-rata perkecambahannya 80%, coklat tua 30%, dan hitam 20%. Biji yang berwarna hitam dan coklat tua terlihat viabilitasnya semakin menurun dengan waktu penyimpanan yang semakin lama, bahkan pada penyimpanan 6 bulan biji sudah tidak dapat tumbuh. Hanya biji yang berwarna coklat muda yang masih mampu berkecambah dengan baik. Kadar air rendah dan suhu rendah memberikan pengaruh yang lebih baik pada penyimpanan biji kecipir yang berwarna coklat muda.

Kata kunci: daya kecambah, biji kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L. (DC)), penyimpanan, kadar air, suhu, warna kulit biji

PENDAHULUAN

Kecipir [*Psophocarpus tetragonolobus* L. (DC)] termasuk dalam famili *Fabaceae* yang tumbuh merambat. Tanaman ini tersebar di negara-negara Asia Tenggara, antara lain Papua Nugini dan Indonesia, dan tumbuh dengan baik di dataran rendah sampai ketinggian 2400 meter di atas permukaan air laut. Khan (1976), melaporkan bahwa bahwa Papua New Guinea adalah pusat keanekaragaman kecipir, namun asal legume ini belum diketahui dengan pasti. Kecipir sangat menyukai tanah yang cukup air dan sinar matahari. Tanaman ini tidak terikat pada musim, jadi dapat ditanam setiap saat (Lubis, 1977).

Biji kecipir mempunyai protein dan lemak yang cukup tinggi dan seimbang dengan protein dan lemak kedelai. Adapun komposisi kimia biji kecipir dan kedelai adalah air (8.7 – 14.9) %, Lemak (15.0 – 18.3) g, Protein (29.8 – 37.4) g, Karbohidrat (25.2 – 38.4) g, Serat (3.7 – 9.4) g, Abu (3.3 – 4.3) g (Cerny, 1978). Biji kecipir yang tua memiliki kandungan protein 29-40% dan beberapa asam amino esensial yang bermanfaat bagi kesehatan (Amoo et al, 2006). Nanum kecipir yang termasuk dalam kacang-kacangan minor ini belum mendapat perhatian untuk dibudidayakan malahan dilupakan. Permasalahan pada jenis kacang-kacangan minor ini mempunyai variasi yang luas, dan belum ditemukan kultivar yang memiliki produksi tinggi, begitu juga belum diketahui waktu panen biji yang tepat, belum tersedia teknologi budidaya yang sesuai dan cara penyimpanan benih / biji untuk jangka panjang, sehingga dapat menunjang tersedianya benih yang siap untuk dibudidayakan sepanjang tahun. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang penyimpanan dengan berbagai variasinya terhadap daya kecambah dan vigor semai kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L. (DC)), yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyimpanan terhadap daya kecambah biji kecipir selama dalam penyimpanan. Dari hasil penelitian diharapkan dapat diperoleh data tentang cara pemilihan dan penyimpanan benih kecipir yang tepat, juga untuk menopang teknologi budidaya tanaman. Sehingga

ketersediaan benih kecipir yang berkualitas untuk menunjang penanaman kecipir yang berkelanjutan dapat terpenuhi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi, Puslit Biologi LIPI Cibinong. Bahan penelitian yang digunakan adalah biji kecipir yang diperoleh dari pasar disekitar Madiun, sehingga tidak diketahui umur panen dan kapan panennya. Biji yang diperoleh dipilah berdasarkan warna kulit bijinya yaitu warna hitam, coklat tua dan coklat muda. Penelitian dilakukan dalam 2 tahapan perlakuan yaitu: tahap pertama adalah penentuan kadar air biji yaitu pemeriksaan kadar air awal dan kadar air yang telah diturunkan, setelah diketahui kadar airnya kemudian dilakukan penyimpanan sebagai faktor kedua dalam rancangan penelitian berikutnya. Perlakuan tahap kedua adalah perlakuan penyimpanan biji, biji dibungkus menggunakan aluminium foil, sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial, 4 faktor dengan 3 kali ulangan, masing-masing ulangan terdiri dari 10 contoh biji. Faktor ke-1 adalah lama penyimpanan dengan 3 taraf yaitu 0, 3, 6 bulan. Faktor ke-2 adalah kadar air biji dengan 2 taraf yaitu kadar air awal, tanpa penurunan kadar air biji (KA1), dan kadar air rendah, dengan penurunan kadar air biji (KA2). Faktor ke-3 adalah suhu penyimpanan dengan 4 taraf yaitu suhu ruang (26 ± 1 °C), 20 °C, 5 °C dan -20 °C. Faktor ke-4 adalah variasi biji dibedakan berdasarkan warna kulit biji dengan 3 taraf yaitu Hitam, Coklat tua dan Coklat muda (Gambar 1). Pengamatan tahap kedua dilakukan pada setiap tahap penyimpanan yaitu perubahan kadar air biji dan viabilitas biji kecipir yang meliputi uji kebocoran ion, uji tetrazolium dan uji daya kecambah biji dilakukan dengan mengecambahkan biji dalam bak-bak plastik, kemudian dihitung persen berkecambah.



Gambar 1. Variasi biji kecipir dibedakan berdasarkan warna kulit biji yaitu Hitam, Coklat tua dan Coklat muda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertama kali dilakukan pemeriksaan kadar air biji kecipir, yaitu untuk menentukan faktor perlakuan dalam penyimpanan, kemudian dilakukan uji fisik biji yang meliputi uji kebocoran ion dan uji tetrazolium.

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar air biji, terlihat bahwa kadar air awal biji berkisar antara 13%, sedangkan pada perlakuan penurunan kadar air berkisar 5% (Tabel 1). Untuk selanjutnya kadar air biji ini dipakai sebagai standar penyimpanan berdasarkan kadar air biji, yaitu penyimpanan pada kadar air 13% (KA1) dan 5% (KA2).

Selain dilakukan penetapan kadar air biji kecipir, sebelum penyimpanan biji juga dilakukan uji fisik biji yang meliputi uji kebocoran ion dan uji tetrazolium dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

Hasil uji kebocoran ion berkisar antara 243742.10 – 293522.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$, untuk semua contoh biji yang diuji sebelum penyimpanan (table 1). Pada uji tetrazolium terlihat contoh-contoh yang dipakai untuk kadar air awal (46-66 % berwarna merah) lebih baik daripada kadar air rendah (8-10 % berwarna merah) (table 1). Warna merah pada uji tetrazolium mengindikasikan bahwa biji dalam

keadaan baik daya kecambahnya. Fatmawati dkk (2018) menyebutkan bahwa ada 3 kriteria biji yaitu biji yang normal kuat dan normal poros embrionya berwarna merah terang. Untuk pembahasan selanjutnya pada uji tetrazolium yang dicantumkan dalam tabel adalah persentase biji yang berwarna merah.

Tabel 1. Pengamatan kondisi fisik biji kecipir sebelum di simpan

Kadar Air (%)	Warna Biji	Kadar air (%)	Kebocoran Ion ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Uji Tetrazolium (%)		
				Merah	Merah muda	Putih/Busuk
Awal	Hitam	13.98	280934.00	60.00	13.33	26.66
	Coklat tua	13.94	260953.08	66.66	20.00	13.33
	Coklat muda	13.19	280934.00	46.66	13.33	40.00
Rendah	Hitam	5.60	243742.10	10.00	60.00	30.00
	Coklat tua	5.59	260654.60	8.33	73.33	18.33
	Coklat muda	5.84	293522.60	10.00	90.00	00.00

Uji tetrazolium merupakan uji viabilitas benih untuk mendeteksi suatu benih termasuk benih hidup atau benih mati dengan berbasis respirasi dengan bantuan enzim dehidrogenase (Copeland dan McDonald, 2001). Aktivitas enzim dehidrogenase akan melepaskan ion H^+ dan bereaksi dengan larutan tetrazolium sehingga membentuk zat *trifenil formazan* yang berwarna merah, stabil dan tidak larut air (Copeland dan McDonald, 2001).

Benih kecipir mempunyai struktur kulit yang keras (Handayani, 2013). Hal tersebut menandakan bahwa kecipir mempunyai tingkat dormansi yang tinggi yang menyebabkan benih sulit berkecambah dan sulit dievaluasi viabilitasnya.

Hasil pengamatan perkecambahan biji sebelum penyimpanan menunjukkan bahwa awal biji berkecambah bervariasi antara 5-15 hari, artinya pada hari ke-5 biji sudah mulai berkecambah dan menyusul sampai hari ke-15, namun setelah lewat hari ke-15 tidak terlihat adanya biji yang berkecambah lagi.

Pembahasan berikutnya adalah pengaruh penyimpanan biji kecipir terhadap viabilitasnya dengan pendukung data-data fisik biji seperti tercantum dalam table-tabel berikut.

Perlakuan Lama Penyimpanan

Pengaruh lama penyimpanan terhadap perubahan kadar air biji dan viabilitas biji kecipir dapat dilihat pada tabel 2 berikut. Dari hasil analisis secara keseluruhan rata-rata kadar air biji meningkat selama penyimpanan dan berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan dengan rata-rata kadar air pada 0 bulan (9,69 %) meningkat menjadi 10,39 % pada penyimpanan 3 bulan dan 10,49 % pada penyimpanan 6 bulan. Namun diantara 3 dan 6 bulan tidak berbeda nyata kadar airnya (tabel 2).

Begitu juga pada rata-rata uji kebocoran ion biji terlihat meningkat pada penyimpanan 3 dan 6 bulan berbeda nyata dengan pada awal penyimpanan, dan tidak berbeda pada penyimpanan 3 dan 6 bulan (tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh lama penyimpanan terhadap perubahan kadar air dan viabilitas biji kecipir

Lama simpan (bulan)	Kadar air (%)	Kebocoran ion (μScm^{-1})	Uji Tetrazolium warna merah (%)	Viabilitas (%)
0	9,69 b*	91821,00 b*	33,61 a*	28,33 a*
3	10,39 a	304699,00 a	36,94 a	28,47 a
6	10,49 a	301152,00 a	36,81 a	22,36 b

*) Angka-angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji 'Duncans'

Pada uji tetrazolium yang diamati adalah persentase biji yang berwarna merah saja. Berbeda dengan uji kadar air dan uji kebocoran ion, pada uji tetrazolium terlihat tidak berbeda nyata baik pada penyimpanan 3 bulan atau 6 bulan tidak berbeda nyata dengan data sebelum disimpan (tabel 2).

Pada penyimpanan 3 bulan viabilitas biji kecipir tidak berbeda nyata dengan viabilitas awal, namun terlihat menurun setelah biji disimpan 6 bulan, pada analisis statistik berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncans (tabel 2).

Perlakuan Kadar Air

Faktor yang mempengaruhi viabilitas benih dalam penyimpanan dapat dibedakan menjadi 2, yaitu faktor dalam yang meliputi jenis dan sifat benih, viabilitas awal benih dan kadar air benih, sedangkan faktor luar meliputi kelembaban, temperatur, gas di sekitar benih dan mikroorganisme (Sutopo, 1988). Pada umumnya benih tidak dianjurkan disimpan pada kadar air tinggi, karena akan cepat kehilangan viabilitasnya. Penetapan kadar air adalah banyaknya kandungan air dalam benih yang diukur berdasarkan hilangnya kandungan air tersebut dan dinyatakan dalam persentase terhadap berat asal contoh benih. Tujuan penetapan kadar air diantaranya untuk mengetahui kadar air benih sebelum disimpan dan untuk menetapkan kadar air yang tepat selama penyimpanan dalam rangka mempertahankan viabilitas benih tersebut. Dalam percobaan penyimpanan ini telah dicoba 2 macam kadar benih kecipir yaitu dengan kadar air 13% (KA1) dan kadar air 5% (KA2).

Tabel 3. Pengaruh kadar air biji terhadap perubahan kadar air dan viabilitas biji kecipir

Perlakuan Kadar air (%)	Pengamatan Kadar air (%)	Kebocoran ion (μScm^{-1})	Uji Tetrazolium warna merah (%)	Viabilitas (%)
KA1	13,23 a*	275896 a*	45,09 a*	28,80 a*
KA2	7,15 b	189219 b	26,48 b	23,98 b

*) Angka-angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji 'Duncans'

Pengaruh perlakuan tunggal kadar air benih terhadap rata-rata parameter kadar air dan faktor viabilitas benih kecipir dapat dilihat pada table 3. Dari table 3 dapat dijelaskan bahwa pada rata-rata data terjadi kenaikan kadar air benih baik kadar air 13% (KA1) maupun kadar air 5% (KA2). Namun kenaikan kadar air yang 5% (KA2) terlihat lebih tinggi menjadi 7,15% dari pada kadar air yang 13% (KA1) menjadi 13,23%. Pada parameter kebocoran ion perlakuan KA1 lebih tinggi daripada KA2, begitu juga pada uji tetrazolium dan viabilitas, rata-rata data pada perlakuan kadar air 13% (KA1) lebih tinggi daripada perlakuan kadar air 5% (KA2).

Perlakuan Suhu Simpan

Penyimpanan benih dilakukan dengan berbagai suhu simpan yaitu suhu ruang (26 ± 1 °C), dan di dalam lemari pendingin antara lain suhu 20 °C, 5 °C dan -20 °C. Dari keempat macam suhu ini dicari suhu yang sesuai untuk penyimpanan benih kecipir, yang bertujuan untuk menjaga viabilitas benih. Penyimpanan pada temperature yang terlalu tinggi dapat membahayakan dan mengakibatkan kerusakan pada benih. Karena akan memperbesar terjadinya penguapan zat cair dari dalam benih, sehingga benih akan kehilangan daya imbibisi dan kemampuan untuk berkecambah. Protoplasma dari embrio akan mati akibat keringnya sebagian atau seluruh benih. Semakin rendah suhu kemunduran viabilitas benih dapat dikurangi, sedangkan semakin tinggi temperature, semakin meningkat laju kemunduran viabilitas benih. Jadi untuk penyimpanan yang lebih efektif itu adalah suhu yang rendah, yang mampu menjaga kelembaban untuk memperkecil laju respirasi benih.

Faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan dibagi menjadi faktor internal dan eksternal. Faktor internal mencakup sifat genetik, daya tumbuh dan vigor, kondisi kulit dan kadar air benih awal. Faktor eksternal antara lain kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang simpan (Copeland dan Donald, 1985), dari pernyataan ini maka disimpulkan bahwa benih akan bertahan mutunya apabila kondisi eksternalnya sesuai dengan kebutuhan benih.

Tabel 4. Pengaruh suhu simpan terhadap perubahan kadar air dan viabilitas biji kecipir

Suhu Simpan	Kadar air (%)	Kebocoran ion (μScm^{-1})	Uji Tetrazolium warna merah (%)	Viabilitas (%)
Ruang	10,49 a*	271445 a*	37,50 a*	25,19 ab*
20 °C	10,11 b	244140 b	36,94 a	24,07 b
5 °C	10,10 b	213792 c	35,09 a	27,04 ab
-20 °C	10,07 b	200851 c	33,61 a	29,26 a

*) Angka-angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji 'Duncans'

Pengaruh perlakuan tunggal suhu simpan benih terhadap rata-rata parameter kadar air dan faktor viabilitas benih kecipir dapat dilihat pada table 4. Dari table 4 dapat dikemukakan bahwa pada rata-rata

data terjadi kenaikan kadar air, pada penyimpanan di dalam suhu ruang (10,49 %) terjadi kenaikan kadar air paling tinggi bila dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 20 °C, 5 °C dan -20 °C dan berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncans. Rataan data keseluruhan ini dengan mengabaikan perlakuan penyimpanan dengan kadar air 13% dan 5%.

Pada parameter kebocoran ion terlihat bahwa pada penyimpanan di dalam suhu ruang dan suhu 20°C lebih tinggi daripada penyimpanan di dalam suhu 5 °C dan -20 °C, secara statistik berbeda nyata pada taraf 5% uji duncans. Rataan data pada uji tetrazolium diantara perlakuan suhu simpan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Berbalikan dengan uji kebocoran ion, pada uji viabilitas terlihat bahwa pada penyimpanan di dalam suhu 5 °C dan -20 °C lebih tinggi dari pada penyimpanan pada suhu ruang dan suhu 20 °C. Kebocoran ion merupakan refleksi terjadinya degradasi membran sel. Makin tinggi konsentrasi kebocoran ion, makin jelas indikasi terjadinya kerusakan biji (Copeland, 1976). Hal inilah yang mengakibatkan daya kecambah biji menurun (Setyowati, 2009).

Kebocoran ion ini bisa terjadi karena kerusakan membran kulit biji, akibat perlakuan biji seperti pada perubahan temperature atau perlakuan fisik seperti pengupasan atau skarifikasi. Seperti disebutkan Setyowati & Fadli (2015) bahwa tingginya kebocoran ion pada biji salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walpers) karena kerusakan membran pada waktu perlakuan pengupasan daging buah secara fisik.

Perlakuan Variasi Biji

Biji kecipir yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari daerah Madiun, dibedakan dalam 3 variasi warna biji yaitu hitam, coklat tua dan coklat muda.

Tabel 5. Pengaruh tunggal variasi biji terhadap perubahan kadar air dan viabilitas biji kecipir

Variasi warna biji	Kadar air (%)	Kebocoran ion (μScm^{-1})	Uji Tetrazolium warna merah (%)	Viabilitas (%)
Hitam	10,27 ab*	315365 a*	28,61 b*	8,61 a*
Coklat Tua	10,30 a	215642 b	30,97 b	13,47 b
Coklat Muda	10,06 b	166665 c	47,78 a	57,08 c

*) Angka-angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji 'Duncans'

Pengaruh perlakuan warna kulit biji terhadap rata-rata parameter kadar air dan faktor viabilitas benih kecipir dapat dilihat pada table 5. Dari table 5 dapat dikemukakan bahwa pada rata-rata data kenaikan kadar air pada biji yang berwarna hitam terlihat paling tinggi (10,27 %) bila dibandingkan dengan biji yang berwarna coklat tua (10,30 %) dan coklat muda (10,06 %) berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncans. Rataan data keseluruhan ini dengan mengabaikan perlakuan penyimpanan dengan kadar air 13% dan 5%.

Pada parameter kebocoran ion terlihat bahwa biji yang berwarna hitam ($315365 \mu\text{Scm}^{-1}$) lebih tinggi daripada biji yang berwarna coklat tua ($215642 \mu\text{Scm}^{-1}$), dan coklat muda ($166665 \mu\text{Scm}^{-1}$), secara statistik berbeda nyata pada taraf 5% uji duncans. Rataan data pada uji tetrazolium menunjukkan bahwa biji yang berwarna coklat muda mempunyai persentase biji yang berwarna merah paling tinggi (47,78 %) setelah ditetesi larutan tetrazolium, berbeda nyata dengan biji yang berwarna coklat tua (30,97 %) dan biji yang berwarna hitam (28,61 %). Demikian juga pada uji viabilitas, biji kecipir yang berwarna coklat muda rata-rata data viabilitas bijinya paling tinggi (57,08 %), berbeda sangat nyata dengan viabilitas biji yang berwarna hitam (8,61 %) dan biji yang berwarna coklat tua (13,47%).

Pengaruh kombinasi perlakuan

Pengaruh kombinasi perlakuan (Lama penyimpanan, Kadar air, Suhu dan Variasi warna biji) terhadap perubahan kadar air dan viabilitas biji kecipir dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap perubahan kadar air dan viabilitas biji kecipir

Lama (bulan)	Kombinasi Perlakuan			Kadar air (%)	Kebocoran ion (μScm^{-1})	Uji	
	KA	Suhu	Variasi			Tetrazolium warna merah (%)	Viabilitas (%)
0	KA1	Ruang	Hitam	13.97 b*	280934 defg*	60.00 cde*	20.00 hijk*
			Coklat Tua	13.93 bc	60953 mn	66.66 bcd	26.66 ghij
			Coklat Md	13.18 bcdef	75114 klmn	46.66 defg	80.00 a
		20°C	Hitam	13.97 b	280934 d efg	60.00 cde	20.00 hijk
			Coklat Tua	13.93 bc	60953 mn	66.66 bcd	26.66 ghij
			Coklat Md	13.18 bcdef	75114 klmn	46.66 defg	80.00 a
		5 °C	Hitam	13.97 b	280934 defg	60.00 cde	20.00 hijk
			Coklat Tua	13.93 bc	60953 mn	66.67 bcd	26.66 ghij
			Coklat Md	13.18 bcdef	75114 klmn	46.66 defg	80.00 a
		-20°C	Hitam	13.97 b	280934 defg	60.00 cde	20.00 hijk
			Coklat Tua	13.93 bc	43566 n	66.66 bcd	26.66 ghij
			Coklat Md	13.18 bcdef	41305 n	46.66 defg	80.00 a
	KA2	Ruang	Hitam	5.60 i	94197 klmn	10.00 ij	3.33 k
			Coklat Tua	5.58 i	60953 mn	8.33 j	6.66 jk
			Coklat Md	5.83 i	17088 n	10.00 ij	33.33 fg hi
		20 °C	Hitam	5.60 i	68289 lmn	10.00 ij	3.33 k
			Coklat Tua	5.58 i	46564 n	8.33 j	6.66 jk
			Coklat Md	5.83 i	44746 n	10.00 ij	33.33 fg hi
		5 °C	Hitam	5.60 i	42731 n	10.00 ij	3.33 k
			Coklat Tua	5.58 i	27381 n	8.33 j	6.66 jk
			Coklat Md	5.83 i	27381 n	10.00 ij	33.33 fg hi
		-20 °C	Hitam	5.60 i	122638 ijklmn	10.00 ij	3.33 k
			Coklat Tua	5.58 i	27381 n	8.33 j	6.66 jk
			Coklat Md	5.83 i	13123 n	10.00 ij	33.33 fg hi
3	KA1	Ruang	Hitam	13.09 bcdef	597475 a	16.66 hij	6.66 jk
			Coklat Tua	13.09 bcdef	520992 ab	26.66 ghij	13.33 ijk
			Coklat Md	12.67 bcdef	440539 bc	80.00 abc	60.00 abcde
		20 °C	Hitam	13.27 bcdef	539261 ab	26.66 ghij	6.66 jk
			Coklat Tua	13.45 bcde	511335 ab	46.66 defg	16.66 ijk
			Coklat Md	12.39 def	276008 defg	86.66 ab	50.00 def
		5 °C	Hitam	13.44 bcde	515607 ab	26.66 ghij	10.00 jk
			Coklat Tua	13.66 bcd	327583 cdef	60.00 cde	33.33 fg hi
			Coklat Md	12.14 ef	23020 n	93.33 a	80.00 a
		-20 °C	Hitam	13.26 bcdef	508474 ab	16.66 hij	6.66 jk
			Coklat Tua	12.96 bcdef	246230 efghij	40.00 efgh	20.00 hijk
			Coklat Md	12.86 bcdef	130939 hijklmn	86.66 ab	76.66 ab
	KA2	Ruang	Hitam	7.68h	243742 efghij	6.66 j	0.00 k
			Coklat Tua	9.78 g	260655 efghi	20.00 hij	16.66 ijk
			Coklat Md	7.37 h	202793 fghijk	33.33 fg hi	66.66 abcd
		20 °C	Hitam	7.68 h	243742 efghij	26.66 ghij	6.66 jk
			Coklat Tua	7.29 h	260655 defgh	6.66 j	6.66jk
			Coklat Md	7.39 h	191547 fghijkl	33.33 fg hi	56.66 bcde
		5 °C	Hitam	7.74 h	235222 efghij	20.00 hij	3.33 k
			Coklat Tua	7.67 h	194759 fghijkl	20.00 hij	13.33 ijk
			Coklat Md	7.37 h	204469 fghijk	46.66 defg	53.33 cdef
		-20 °C	Hitam	8.07 h	273114 defg	6.66 j	6.66 jk
			Coklat Tua	7.55 h	192853 fghijkl	20.00 hij	3.33 k
			Coklat Md	7.35 h	187522 ghijklm	46.66 defg	70.00 abcd

Lama (bulan)	Kombinasi Perlakuan			Kadar air (%)	Kebocoran ion (μScm^{-1})	Uji	
	KA	Suhu	Variasi			Tetrazolium warna merah (%)	Viabilitas (%)
6	KA1	Ruang	Hitam	12.76 bcdef	523455 ab	13.33 ij	3.33 k
			Coklat Tua	13.25 bcdef	303628 defg	10.00 ij	0.00k
			Coklat Md	16.32 a	225046 efghij	53.33 def	16.66ijk
		20 °C	Hitam	12.56 cdef	443417 bc	10.00 ij	0.00k
			Coklat Tua	13.06 bcdef	251934 efghij	10.00 ij	0.00k
			Coklat Md	12.58 bcdef	187522 ghijklm	33.33 fghi	16.66 ijk
		5 °C	Hitam	11.89 f	518640 ab	10.00 ij	0.00k
			Coklat Tua	12.76 bcdef	340828 cde	10.00 ij	0.00k
			Coklat Md	12.48 def	121413 jklmn	66.66 bcd	40.00 efgh
		-20 °C	Hitam	12.59 bcdef	248409 efghij	10.00 ij	0.00 k
			Coklat Tua	12.78 bcdef	234256 efghij	10.00 ij	0.00k
			Coklat Md	12.43 def	279420 defg	93.33a	73.33 abc
	KA2	Rruang	Hitam	8.35 h	390834 cd	60.00 cde	6.66jk
			Coklat Tua	7.92 h	300477 defg	40.00 efgh	26.66ghij
			Coklat Md	8.27 h	293523 defg	46.66 defg	66.66abcd
		20 °C	Hitam	8.05 h	291807 defg	66.67 bcd	16.66ijk
			Coklat Tua	7.93 h	327178 cdef	53.33 def	6.66 jk
			Coklat Md	8.03 h	293523 defg	33.33 fghi	80.00a
		5 °C	Hitam	8.29 h	301404 defg	33.33 fghi	20.00 hijk
			Coklat Tua	8.27 h	260655 defgh	26.66 ghij	20.00 hijk
			Coklat Md	7.98 h	293523 defg	60.00 cde	43.33efg
		-20 °C	Hitam	7.87 h	242572 efghij	60.00 cde	20.00 hijk
			Coklat Tua	7.64 h	260655 defgh	46.66 defg	13.33 ijk
			Coklat Md	7.67 h	293523 defg	26.66 ghij	66.66 abcd

*) Angka-angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji 'Duncans'

Hasil pengamatan pada awal penyimpanan biji (0 bulan) menunjukkan bahwa data pengamatan kadar air biji sama dengan kadar air biji dalam penetapan perlakuan kadar air biji, untuk kadar air awal (KA1) yaitu 13 % berkisar antara (13.18-13.97%), dan kadar air rendah yaitu 5% berkisar antara (5.58-5.83%). Uji kebocoran ion biji terlihat lebih tinggi pada contoh biji dengan kadar air awal (KA1) daripada kadar air rendah (KA2). Namun pada uji tetrazolium terlihat bahwa contoh biji dari KA1 yang diuji menunjukkan warna merah yang lebih banyak dari pada KA2. Begitu juga pada uji viabilitas biji KA1 lebih baik daripada KA2, dan viabilitas yang terbaik terlihat pada biji yang berwarna coklat muda dengan rata-rata perkecambahannya 80%, coklat tua 26,66%, dan yang berwarna hitam persen kecambahnya paling rendah yaitu 20%. Pengaruh penurunan kadar air biji sampai 5% terlihat tidak berpengaruh positif pada peningkatan daya kecambah biji, terlihat daya kecambahnya menurun, daya kecambah paling tinggi hanya 30% pada biji yang berwarna coklat muda, 10% pada biji yang berwarna coklat tua, sedang biji yang berwarna hitam belum tumbuh. Hal ini mungkin dikarenakan adanya stress biji pada perlakuan penurunan kadar air, karena kandungan air bijinya berkurang.

Hasil pengamatan pada penyimpanan biji kecipir selama 3 bulan terlihat tidak ada perubahan kadar air untuk biji dengan kadar air awal (13%) yaitu pada kisaran 13% (12.14 – 13.66%). Namun pada biji yang disimpan dengan kadar air rendah (5%), terjadi peningkatan kadar air berkisar 2-4% (7.35-9.78%), dapat dilihat pada tabel 6. Berbeda dengan hasil uji kebocoran ion, rata-rata data pada table 6 terlihat terjadi peningkatan kebocoran ion biji pada biji yang disimpan dengan kadar air awal (13%), dan terlihat adanya penurunan kebocoran ion pada biji yang disimpan dengan kadar air rendah (5%), penurunan kebocoran ion terbesar terlihat pada biji yang berwarna coklat muda yang disimpan pada suhu rendah (177552.8 $\mu\text{S/cm}$). Pada uji tetrazolium terlihat bahwa rata-rata 60 % biji masih dalam kisaran baik yaitu berwarna merah. Pada pengamatan viabilitas, terlihat rata-rata biji yang berwarna coklat muda menunjukkan perkecambahan tertinggi (pada kisaran 40-80%) pada semua perlakuan penyimpanan (suhu ruang, 20, 5 dan -20 °C), bila dibandingkan dengan biji yang berwarna coklat tua (pada kisaran 10-40%) dan hitam (pada kisaran 0-10%). Bahkan biji yang berwarna hitam

banyak yang tidak tumbuh. Penyimpanan biji pada kadar air 5% terlihat tidak berpengaruh positif pada peningkatan daya kecambah biji, sebagian besar biji belum tumbuh, daya kecambah paling tinggi baru 30% pada biji yang berwarna coklat muda, 10% pada biji yang berwarna coklat tua, sedang biji yang berwarna hitam tidak tumbuh.

Hasil pengamatan pada penyimpanan biji kecipir selama 6 bulan menunjukkan bahwa perlakuan kadar awal (KA1) rata-rata datanya terlihat menurun pada kisaran 1% yaitu dari 13% (KA1) menjadi pada kisaran 12%. Sedangkan pada kadar air rendah (KA2) terlihat terjadi peningkatan 2-3% yaitu dari 5% (KA2) menjadi 7-8% (Tabel 6). Sedangkan pada uji kebocoran ion terlihat bervariasi pada kisaran 243742 – 293522 $\mu\text{S/cm}$. Penyimpanan biji pada suhu 5 °C dan -20 °C terlihat lebih baik daripada suhu ruang dan 20 °C, baik pada perlakuan kadar air awal (13%) maupun 5%. Penelitian penyimpanan biji *Picrasma javanica* Bl. pada suhu 5 dan 20 °C terlihat lebih baik daripada suhu ruang, dapat mempertahankan vigor benih sampai 3 bulan penyimpanan (Setyowati, 2009). Viabilitas biji pada awal penyimpanan terbaik terlihat pada biji yang berwarna coklat muda dengan rata-rata perkecambahannya 80%, coklat tua 30%, dan yang berwarna hitam persen kecambahnya paling rendah yaitu 20%. Biji yang berwarna hitam dan coklat tua terlihat viabilitasnya semakin menurun dengan waktu penyimpanan yang semakin lama, bahkan pada penyimpanan 6 bulan terlihat tidak ada biji yang tumbuh. Hanya biji yang berwarna coklat muda yang masih mampu berkecambah dengan baik. Berbeda dengan biji *Brucea javanica*, biji yang berwarna hitam paling cepat berkecambah dibanding buah yang masih berwarna coklat atau hijau (Setyowati & Utami, 2008). Terlihat kadar air rendah dan suhu rendah menunjukkan rata-rata data yang lebih baik untuk penyimpanan biji kecipir yang berwarna coklat muda asal Madiun. Penelitian pada penyimpanan biji kemuning (*Muraya paniculata* Jack) selama 3 minggu terlihat persen kecambahnya masih tinggi yaitu 90% (Sumiasri & Setyowati-Indarto, 2000).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kadar air awal berkisar (13%) dan kadar air rendah berkisar (5%), terlihat tidak ada beda yang mencolok pada uji kebocoran ion pada awal perlakuan yaitu pada kisaran 243742 – 293522 $\mu\text{S/cm}$. Kadar air terlihat meningkat (2-3%) dengan penyimpanan yang semakin lama pada biji dengan kadar air rendah (5%), namun kebocoran ionnya terlihat menurun. Penyimpanan biji pada suhu 5 °C dan -20 °C terlihat lebih baik daripada suhu ruang dan 20 °C, baik pada kadar air awal maupun 5%. Viabilitas biji pada awal penyimpanan yang terbaik terlihat pada biji yang berwarna coklat muda dengan rata-rata perkecambahannya 80%, coklat tua 30%, dan yang berwarna hitam persen kecambahnya paling rendah yaitu 20%. Biji yang berwarna hitam dan coklat tua terlihat viabilitasnya semakin menurun dengan waktu penyimpanan yang semakin lama, bahkan pada penyimpanan 6 bulan biji sudah tidak tumbuh lagi. Hanya biji yang berwarna coklat muda yang masih mampu berkecambah dengan baik. Kadar air rendah dan suhu rendah menunjukkan data yang paling baik untuk penyimpanan biji kecipir yang berwarna coklat muda berasal Madiun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Puslit Biologi LIPI, yang telah memberikan fasilitas untuk penelitian ini, kepada ibu Ir. Ning Wikan Utami PU. yang membantu penyediaan fasilitas penelitian, juga kepada Ibu Sri Rahayu dan Ibu A'ah yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amoo, I.A., Adebayo, O.T. & Oyeleye, A.O. (2006). Chemical Evaluation of Winged Beans (*Psophocarpus tetragonolobus*), Pitanga Cherries (*Eugenia uniflora*) and Orchid Fruit (*Orchid fruit myristica*). *Ajfund Online* 6(2): 1–12.
- Cerny, K. (1978). Comparative Nutritional and Clinical Aspect of The Winged Bean. Paper Presented in The 1st International Symposium on Developing The Potentials of The Winged Bean, January 1978. Manila.

- Copeland, L.O. (1976). Principles of Seed Science and Technology. Minneapolis: Burgess Publishing Company.
- Copeland, L.O. & Mc. Donald, M.B. (1985). Principles of Seed Science and Technology. *Jurnal Burgess Publishing Company*. New York. 369 p.
- Copeland, L.O., McDonald, M.B. (2001). *Principles of Seed Science and Technology 4th Edition*. London (US) : Kluwer Academic Publishers.
- Fatmawati, L.I., Suharsi, T.K. & Qadir, A. (2018). Uji Tetrazolium pada Benih Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.) sebagai Tolok Ukur Viabilitas. *Bul. Agrohorti* 6 (2): 231-240
- Handayani, T. (2013). Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) potensi lokal yang terpinggirkan. Balai Penelitian Tanaman Sayur. Bandung.
- Khan, T. N. (1976). Papua New Guinea. A center of genetic diversity in winged bead (*Psophocarpus tetragonolobus* (L) D.C.). *Euphytica* 25: 693-706.
- Lubis, S. H. A. (1977). Kecipir sumber protein nabati yang perlu digali. Lokakarya bahan pangan berprotein tinggi, Bandung.
- Setyowati, N. (2009). The effect of seed maturity, temperature and storage period on vigor of *Picrasma javanica* Bl. seedling. *BIODIVERSITAS, Journal of Biological Diversity* 10(1): 50-53.
- Setyowati, N. & Fadli, A. (2015). Penentuan tingkat kematangan buah salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walpers) sebagai benih dengan uji kecambah dan vigor biji. *Majalah Ilmiah Widyariset* 1(1): 31-40.
- Setyowati, N. & Utami, N.W. (2008). Pengaruh tingkat ketuaan buah, perlakuan perendaman dengan air dan larutan GA3 terhadap perkecambahan *Brucea javanica* (L.) Merr. *BIODIVERSITAS* 9(1): 13-16.
- Sumiasri, N. & Setyowati-Indarto, N. (2000). Pengaruh waktu penyimpanan dan media tanam terhadap pertumbuhan biji kemuning (*Muraya paniculata* Jack). *Duta Farming (Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian)*, 18 (1): 1-13.
- Sutopo, L. (1988). *Teknologi Benih Cetakan Kedua*. Jakarta (ID): CV. Rajawali.

**KEKAYAAN PLASMA NUTFAH DURIAN (*Durio zibethinus* Murray)
NON KOLEKSI DI KEBUN RAYA BOGOR**

Sumanto

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI
Jalan Ir. H. Djuanda No.13 Bogor
e-mail: sumanto0567@yahoo.com

Abstrak. Kebun Raya Bogor (KRB) sebagai lembaga konservasi *ex-situ* mempunyai tanggung jawab menyelamatkan kekayaan plasma nutfah tumbuhan Indonesia salah satunya adalah plasma nutfah durian (*Durio zibethinus* Murray). Tanaman durian yang ada di KRB terdiri dari tanaman koleksi dan non koleksi. Tanaman durian koleksi mempunyai riwayat hidup atau data yang jelas seperti lokasi asal tanaman diperoleh, jumlah koleksi, tanggal dikoleksi, nama kolektor, tanggal ditanam, tanggal berbunga dan berbuah. Sedangkan tanaman durian non koleksi tidak mempunyai riwayat yang jelas, tetapi keberadaannya di KRB mempunyai peranan yang sangat penting untuk memperkaya keanekaragaman plasma nutfah durian Indonesia. Berdasarkan pengamatan lapangan ditemukan 14 pohon durian non koleksi dengan batang yang sudah cukup besar dan berbuah di saat musim buah. Menurut pendapat beberapa nara sumber kualitas rasa dari durian-durian ini cukup baik. Untuk menyelamatkan plasma nutfah durian tersebut dicoba dilakukan dengan upaya perbanyakan secara vegetatif yaitu dengan sambung pucuk.

Kata kunci: Plasma nutfah, durian, Kebun Raya Bogor, perbanyakan vegetative

PENDAHULUAN

Durian (*Durio zibethinus* Murray) telah ada sejak ratusan tahun yang lalu tepatnya pada saat Indonesia masih terbagi atas beberapa kerajaan-kerajaan. Sejarah menyebutkan tahun 760 – 810 masehi, durian telah ada di Indonesia dengan ditemukannya pahatan tepat di dinding Candi Borobudur, yaitu pahatan yang menggambarkan bahwa masyarakat pada zaman itu telah mengenal durian dan juga mendapat tempat tersendiri di kalangan kerajaan. Dengan bukti ini, sudah cukup untuk membuktikan bahwa durian merupakan buah tropis asal Indonesia. Durian merupakan nama buah dan tanaman dari Famili Bombacaceae. Indonesia menjadi *center of origin* durian dengan jumlah 20 spesies durian dari total 27 jenis durian di dunia yang tersebar di hampir seluruh wilayah dengan pusat keanekaragamannya ada di Pulau Kalimantan dengan jumlah spesies mencapai 18 jenis, disusul Pulau Sumatera yang memiliki 7 spesies serta P. Jawa, P. Bali, P. Sulawesi, dan P. Maluku, masing-masing satu spesies. Lembaga penelitian di Indonesia, Malaysia, dan Thailand telah merilis berbagai kultivar durian unggul. Selain itu terdapat pula ras-ras lokal yang dikenal baik namun belum mengalami tahap seleksi untuk meningkatkan kualitasnya.

Indonesia terlambat dan kurang serius mengembangkan potensi durian yang dimiliki. Luas area yang ditanami durian kalah jauh dengan dua negara tetangga, yakni Malaysia dan Thailand. Luas tanaman durian di Indonesia hanya 60 hektare, sedangkan di Thailand dan Malaysia masing-masing memiliki tanaman durian seluas 200 ha dan 120 ha. Indonesia juga kalah dari jumlah varietas unggulan durian yang berhasil dikembangkan. Hingga tahun 2015 Thailand dan Malaysia masing-masing telah melepas 172 dan 200 varietas unggulan durian sedangkan Indonesia baru berhasil menciptakan 91 varietas unggul. Padahal Semenanjung Malaya (Thailand dan Malaysia) hanya memiliki 11 spesies asli durian, kalah jauh dengan Indonesia yang mencapai 18 spesies.

Nama durian mengacu pada kulit buahnya yang dipenuhi dengan duri, seluruh permukaan kulit buahnya dipenuhi duri-duri besar dan tajam, buahnya berbentuk bulat hingga lonjong, ciri khas lain adalah aromanya yang khas tajam dan menyengat. Daging buah durian berasa manis dan kadang-kadang agak pahit. Di Indonesia terdapat berbagai nama lokal buah durian, misalnya masyarakat Pulau Seram menyebut buah durian dengan nama *rulen*, sedangkan masyarakat Ambon dan Kepulauan Lease menyebut durian dengan nama ***Doriang***. Di Jawa dan Sumatera dikenal dengan nama ***duren***, dalam

bahasa Sunda disebut *kadu*, orang Manado menyebutnya *duriang* dan orang Toraja menyebut durian dengan nama *duliang*.

Pencinta durian pasti mengenal durian montong. Jika durian dianggap sebagai rajanya buah, maka durian montong adalah “Rajanya Durian”. Disebutkan asal usul si raja durian ini berasal dari negara Thailand, bahkan dianggap sebagai buah khas Thailand, termasuk buah durian montong yang dijual di Indonesia diimpor dari Thailand setiap tahunnya. Durian montong menjadi sangat terkenal di Indonesia, bahkan merajai perdagangan buah durian di Indonesia. Jenis durian ini terkenal memiliki rasa manis yang khas dan daging buahnya yang tebal. Durian Montong memang salah satu kultivar buah durian yang dikembangkan di Thailand. Namun sebenarnya plasma nutfah atau induk dari durian montong adalah berasal dari durian sukun, yang diambil dari Matasih, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah, Indonesia. Dr. Ir. Endang Yuniastuti Msi, peneliti durian dari Universitas Sebelas Maret Surakarta, menjelaskan bahwa “induk” durian montong adalah durian Sukun. Dari spesies asli Indonesia tersebut lah, Thailand kemudian berhasil mengembangkan varietas unggulan yang kemudian dinamakan durian montong. Ironisnya varietas unggulan tersebut kemudian terkenal dan merajai “perdurianan” di Indonesia, mengalahkan berbagai jenis durian lokal Indonesia bahkan varietas durian milik Indonesia. Semakin ironis lagi ternyata durian sukun yang merupakan induk asli durian montong malah terancam punah dan hanya tersisa beberapa batang saja di Karangayar.

Seharusnya dengan kekayaan ragam jenis durian yang dimiliki, Indonesia akan mampu mengembangkan varietas-varietas unggul buah durian yang lebih berkualitas dan terkenal. Apalagi terbukti “ Sang Raja Durian”, durian montong pun berasal dari spesies asli durian Indonesia. Sehingga para pencinta durian dapat menikmati kelezatan sang raja buah ini sambil berbangga; inilah durian asli Indonesia, bukannya, durian Thailand keturunan Karanganyar. Di beberapa daerah di Indonesia dikenal mempunyai varietas-varietas durian lokal yang mempunyai kualitas buah yang baik yang banyak disukai para penggemar durian, sehingga mempunyai potensi untuk dikembangkan menjadi durian unggulan Indonesia. Durian-durian unggul lokal dari masing-masing daerah di Indonesia antara lain:

1. Durian mimang, berasal dari Banjarnegara, Jawa Tengah. Durian ini memiliki ciri khas kulitnya yang terkesan kempes. Daging buahnya memiliki ketebalan sekitar 2-3 centimeter dari bijinya, sangat manis dan legit. Durian ini pernah menyabet juara 2 di kontes durian se-Asia Tenggara.
2. Durian candimulyo, dikenal dengan nama lain durian candy ini adalah jenis durian yang berasal dari Magelang, Jawa Tengah. Ciri khasnya adalah ukurannya lumayan besar dan biji di dalam buahnya kecil, rasa buahnya adalah percampuran antara manis dan sedikit pahit atau getir, jadi jangan terlalu berharap akan mendapatkan rasa manis di seluruh buah yang juga berukuran besar ini.
3. Durian matahari, berasal dari Cimanggu, Bogor, Jawa Barat ini merupakan buah durian yang memiliki bentuk bulat panjang berwarna hijau kecoklatan dengan ketebalan buah sekitar 0,5-1 cm. Durinya besar-besar, runcing, jarang dan sedikit bengkok. Buahnya tebal, kering, berlemak, manis dengan tekstur halus dan aromanya cukup tajam. Sayangnya, buah durian jenis ini tidak tahan terhadap serangan hama penggerek dan juga penyakit busuk akar.
4. Durian petruk, asli Jepara, Jawa Tengah. Dapat dikatakan bahwa durian petruk adalah gabungan antara durian montong dengan durian candimulyo, karena bentuknya yang lonjong dan rasanya yang setengah manis dan pahit jika dirasakan. Durian yang memiliki memiliki aroma yang tajam seperti durian montong. Merupakan salah satu durian bibit unggul yang banyak digemari para petani dan penggemar durian. Hal ini karena daging buahnya tidak lembek dan tebal, serta bijinya kecil.
5. Durian bawor, berasal dari Banyumas, Jawa Tengah. Durian satu ini memiliki ciri khas buahnya manis dan tebal serta bijinya yang relatif kecil. Durian bawor sendiri juga memiliki 2 jenis lainnya, yaitu durian bhinneka bawor yang merupakan hasil silangan dan durian bawor berkaki empat.
6. Durian ajimah, berasal dari Ciomas, Bogor. Durian Ajimah ini juga dikenal dengan nama durian Bung Karno atau durian Sukarno. Hal ini disebabkan jenis satu ini sangat digemari oleh presiden pertama Indonesia tersebut. Memiliki ciri khas berduri besar dan jarang, serta kulitnya tipis berwarna hijau agak abu-abu. Daging di dalamnya berwarna kuning muda dan terkesan kering, serta memiliki tekstur berserat. Walaupun didominasi warna manis, namun ada sedikit pahit yang akan terasa di lidah ketika anda memakannya.

7. Durian bokor, berasal dari Sukahaji, Majalengka, Jawa Barat. Durian bokor memang tahan terhadap serangan penyakit busuk akar, namun tidak kuat akan serangan hama pengerek. Ciri khas dari durian bokor adalah memiliki bentuk bulat panjang berwarna hijau sedikit kekuningan dan duri berbentuk kerucut besar dan jarang. Dagingnya memiliki ketebalan sedang dan berwarna kuning, serta mempunyai tekstur halus atau tidak berserat. Rasa dari buahnya sangat manis dan aromanya harum menyengat.
8. Durian bubur, berasal dari Brongkol, Semarang, Jawa Tengah. Ciri khasnya adalah bentuknya yang bulat memanjang dengan duri runcing rapat di sekelilingnya berwarna kuning kehijauan. Buahnya manis, besar, tebal, padat, kesat dan beraroma harum serta dalam satu ponge atau belahan terdapat 1-5 buah di dalamnya. Ukurannya cukup besar atau sekitar 4-5 kilogram jika sudah siap panen.
9. Durian lay, berasal dari lereng perbukitan di pedalaman Kalimantan Tengah. Ciri khas dari buah satu ini adalah memiliki warna buah sedikit oranye pucat dengan rasa manis seperti ubi, namun kurang legit dan dagingnya tebal serta mempunyai sedikit kandungan alkohol di dalamnya, baunya juga tidak begitu menyengat.
10. Durian sidodol, berasal dari Karang Intan, Kalimantan Selatan. Bentuk buah bulat dengan warna hijau kekuningan. Duri berbentuk kerucut dan tumpul dengan susunan rapat. Berat buah 1 1/2 - 2 1/2 kg. Warna daging buah kuning mengilap, tebal 1,2 cm, tekstur halus, agak lembek, aroma harum, dan rasa manis gurih.
11. Durian sawah mas, berasal dari Mabah, Kalimantan Barat, dikenal juga dengan nama durian lai mas. Bentuk buah bulat dengan ujung meruncing. Warna kulit buah berwarna hijau dengan ketebalan 1-1,3 cm. Duri buah berbentuk kerucut dengan susunan agak jarang. Berat buah 2 1/2 - 4 kg. Warna daging buah kuning, kering, bertekstur halus, berasa manis gurih, dan beraroma harum.
12. Durian hepe, berasal dari Cileungsi, Jawa Barat. Buahnya berbentuk bulat telur dengan warna cokelat kekuningan dan tebal 0,8-1 cm. Duri kulit buah berbentuk kerucut, kecil, dan tersusun rapat. Berat buah 1 1/2 - 2 kg. Daging buah berwarna putih kekuningan, tebal agak kering, tekstur halus, berlemak, aroma tajam, dan manis.
13. Durian sukun, berasal dari Karanganyar, Jawa Tengah. Bentuk buahnya bulat panjang dan berwarna kekuningan. Duri kulit buahnya berbentuk kerucut, kecil, dan rapat. Berat buah 1 1/2 - 2 1/2 kg. Daging buah sangat tebal, kering berlemak, tekstur halus, putih kekuningan, harum, dan manis. Durian ini adalah nenek moyang dari durian montong Thailand.
14. Durian gantal mas, berasal dari Medan, Sumatera Utara. Bentuk buahnya lonjong dengan warna masih kehijauan. Duri kulitnya berbentuk kerucut tidak tajam, kecil, dan tidak rapat. Berat buah mencapai 3 - 4 kg. Daging buah tipis dengan warna putih kekuningan. Cita rasanya tidak terlalu manis, namun sangat berlemak.
15. Durian tembaga, berasal dari Kampar, Kepulauan Riau. Bentuk buahnya bulat sempurna dengan duri kulit buahnya berbentuk lancip, langsing, dan rapat. Berat buah 2 - 3 1/2 kg. Daging buah berwarna kuning pekat seperti tembaga, sangat tebal, berlemak, tekstur halus, sangat harum, dan sangat manis.
16. Durian merah, berasal dari Kutai, Kalimantan Timur. Bentuk buahnya lonjong dengan warna kuning langsung dan duri kulit berbentuk lancip, langsing, serta rapat. Berat buah 3 1/2 - 5 kg. Daging buah berwarna merah, sangat tebal, berlemak, tekstur halus, sangat harum, dan manis.
17. Durian gundul, ditemukan di tepi jurang di kaki Gunung Rinjani, Lombok Barat, dikenal juga sebagai buah gundulan yang sangat langka karena lokasi tumbuhnya yang sulit. Meski namanya durian, kulitnya sama sekali tidak berduri. Bentuk buahnya bulat seperti melon dengan berat 800 - 900 gram. Warna daging buah putih kekuningan, tekstur sangat lunak. Aromanya sangat harum dan rasanya sangat manis.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah tanaman durian non koleksi yang tumbuh di KRB. Penelitian ini merupakan penelitian awal dan telah dilaksanakan pada tahun 2017. Kegiatan diawali dengan melakukan pendataan dan survei langsung terhadap tanaman durian non koleksi yang tumbuh di area KRB. Dari hasil pendataan dan survei di lapang ditemukan sebanyak 14 pohon tanaman durian dewasa

diberbagai lokasi dengan berbagai ukuran diameter batang dari ukuran 15 s/d 70 cm. Penyebutan tanaman durian dewasa disini adalah dari 14 pohon tersebut sudah berbuah dengan rasa yang cukup digemari dan warna buah yang bervariasi. Menurut Widyastuti et al. (1993), warna buah bervariasi dari putih, krem, kuning sampai kemerahan.

Menurut Irawan et al. (2007), daun dari buah durian bervariasi sesuai dengan varietasnya. mengatakan varietas buah durian antara yang satu dengan lainnya memiliki perbedaan dalam bentuk daunnya. Bentuk daun pada buah durian ada yang berbentuk melonjong, melanset, dan melonjong-melanset. Panjang ujung daun durian umumnya < 2 cm. Bentuk pangkal daun buah durian ada 2, yaitu menumpul dan membundar. Lipatan daun pada buah durian juga sangat beragam, yaitu tidak melipat (rata), Incurve (terlengkung masuk) membentuk huruf U atau huruf V, dan recurve (terlengkung balik).

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi dan data lapang tentang kekayaan tanaman durian non koleksi di KRB dalam rangka menyelamatkan kekayaan plasma nutfah durian lokal untuk pengembangan serta pemanfaatannya di kemudian hari sehingga dihasilkan varietas durian unggul.

PEMBAHASAN

Peningkatan produktivitas harus terus dilakukan karena peningkatan jumlah penduduk dan meningkatnya pendapatan perkapita memungkinkan kebutuhan buah durian akan meningkat. Peningkatan produksi tidak terlepas dari berbagai masalah dalam aspek budidaya terutama dalam penyediaan bibit durian berkualitas. Penanaman durian yang ada saat ini umumnya berasal dari benih yang kualitasnya sangat beragam. Penyediaan bibit varietas unggul sangat diperlukan untuk menunjang perluasan area penanaman durian sehingga produksi durian Indonesia bisa bersaing dengan durian dari luar negeri.

Penyediaan bibit yang berkualitas merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan budidaya durian. Perbanyakan secara generatif pada umumnya memerlukan waktu yang cukup lama, tanaman tidak sesuai dengan induknya, namun kelebihan perbanyakan dari benih adalah secara umum batang pohon hasil benih lebih kokoh, sehat dan berumur panjang (Nazaruddin dan Muchlisah, 1994). Tanaman durian memiliki masa perkembangbiakan yang lama. Pohon durian yang berasal dari perbanyakan generatif, tidak jarang periode juvenilnya 10 -12 tahun, sementara pohon yang diperbanyak secara vegetatif 6-8 tahun. Perbanyakan tanaman secara vegetatif merupakan alternatif untuk mendapatkan bibit berkualitas tersebut. Periode menghasilkan yang lama menjadi penghalang utama karena jeda waktu yang panjang untuk realisasi pengembalian investasi dan faktor resiko yang menyertainya. Perbanyakan vegetatif durian dapat dilakukan dengan cara menyambung, okulasi, dan penyusuan. Penyambungan (grafting) yaitu menggabungkan batang bawah dan batang atas dari tanaman yang berbeda sehingga tercapai kombinasi dan persenyawaan yang akan tumbuh menjadi tanaman baru setelah terjadi regenerasi jaringan pada bekas luka sambungan atau tautannya (Prastowo & Roshetko, 2006). Perbanyakan secara grafting diharapkan dapat memperbaiki kualitas dan kuantitas produksi buah melalui penggabungan kedua sifat unggul dari kedua pohon induk yang digabungkan antara batang bawah dan batang atas.

Untuk meningkatkan produktivitas durian-durian non koleksi di KRB saat ini telah dilakukan perbanyakan vegetatif secara sambung pucuk. Diharapkan bibit hasil sambung pucuk ini diminati oleh masyarakat luas.

KESIMPULAN

Hasil survei lapang ditemukan 14 pohon durian dengan diameter batang bervariasi dari 15 s/d 70 cm, pohon durian tersebut telah menghasilkan buah yang cukup lebat dengan kualitas rasa buah yang cukup menarik. Penyelamatan plasma nutfah durian non koleksi dilakukan dengan perbanyakan vegetatif dengan teknik sambung pucuk dengan harapan bibit hasil perbanyakan tersebut diminati oleh masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- <http://e-journal.uajy.ac.id/4543/3/2BL01088.pdf> diakses tanggal 27 Juli 2018
- <http://biodiversitas.mipa.uns.ac.id/M/M0106/M010641.pdf> diakses tanggal 8 Agustus 2018
- <https://repository.unri.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/6740/5.%20BAB%20II.PDF?sequence=5&isAllowed=y> diakses tanggal 8 Agustus 2018
- <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/18747/Chapter%20II.pdf;jsessionid=C328EC9FA80F1BEDC55212A88DF0AC38?sequence=4> diakses tanggal 9 Agustus 2018
- https://www.researchgate.net/publication/323225260_Keanekaragaman_durian_Durio_zibethinus_Murr_di_Pulau_Bengkalis_berdasarkan_karakter_morfologi, diakses tanggal 9 Agustus 2018

EKSPLORASI BIJI DI TAMAN NASIONAL GUNUNG HALIMUN SALAK (TNGHS) UNTUK PENGKAYAAN KOLEKSI BANK BIJI KEBUN RAYA BOGOR

Sumanto

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI
Jl. Ir. H. Djuanda No.13 Bogor
e-mail: sumanto0567@yahoo.com

Abstrak. Penyimpanan biji di fasilitas bank biji merupakan salah satu strategi konservasi bioresources secara ex-situ di kebun raya dunia. Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI (P2KTKR-LIPI) sebagai bagian dari komunitas kebun raya dunia juga memiliki unit bank biji. Pengayaan koleksi spesies untuk bank biji dilakukan melalui kegiatan eksplorasi di berbagai kawasan hutan dan kebun raya sendiri. Eksplorasi biji di Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS) adalah kegiatan yang dilakukan untuk mencari dan mengkoleksi material tumbuhan berupa biji, juga dilakukan kajian habitat untuk mengetahui berbagai aspek ekologi diberbagai kawasan hutan di TNGHS untuk memperkaya dan memperkuat konservasi yang dilakukan bank biji P2KTKR-LIPI. Ekplorasi biji dilaksanakan selama 5 hari terhitung tanggal 27 s/d 31 Agustus 2018 dan didapatkan sepuluh (10) nomor koleksi

Kata kunci: Ekplorasi, TNGHS, bank biji, koleksi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Keberadaan hutan di Indonesia saat ini sangat memprihatinkan disebabkan oleh tingkat deforestasi yang meningkat dari tahun ke tahun, pemuliaan tanaman yang mengarah pada keseragaman genetik, konservasi yang dapat mengarah kepada kerusakan habitat, perubahan iklim, invasi tanaman eksotis dan pemanfaatan keanekaragaman tumbuhan secara tidak berkesinambungan. Menghadapi tantangan yang berat tersebut konservasi in-situ tumbuhan perlu dipadukan dengan konservasi ex-situ agar dapat berpacu dengan waktu mencegah kepunahan spesies tumbuhan.

Di Jawa keberadaan hutan alami diperkirakan hanya tersisa pada kawasan-kawasan konservasi saja, itupun tidak terlepas dari ancaman terhadap kelestariannya. Walaupun disadari bahwa keberadaan hutan di kawasan konservasi semakin terancam, namun data-data tentang keanekaragaman hayati maupun fungsi ekosistemnya masih sangat terbatas dan belum tergali sepenuhnya. Oleh karena itu pengungkapan data ataupun penelitian-penelitian yang lebih lengkap lagi tentang keanekaragaman hayati masih harus dilakukan.

Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS) merupakan kawasan hutan hujan pegunungan yang tersisa dan terluas di Jawa Barat. Kawasan ini merupakan ekosistem hutan alam yang memiliki sumber plasma nutfah dan keanekaragaman tumbuhan dan satwa. Jenis pohon penting yang ada diantaranya adalah rasamala (*Altingia exselsa*) dan di kawasan ini masih dapat dijumpai primata langka dilindungi yaitu owa dan surili. Pada tahun 2003 atas dasar SK Menteri Kehutanan No.175/Kpts-II/2003, kawasan hutan BTN Gunung Halimun diperluas, ditambah dengan kawasan hutan-hutan Gunung Salak, Gunung Endut dan beberapa bidang hutan lain di sekelilingnya, yang semula merupakan kawasan hutan di bawah pengelolaan Perum Perhutani. Sebagian besar wilayah yang baru ini, termasuk kawasan hutan G. Salak di dalamnya, sebelumnya berstatus hutan lindung. Namun kekhawatiran atas masa depan hutan-hutan ini, yang terus mengalami tekanan kegiatan masyarakat dan pembangunan di sekitarnya, serta harapan berbagai pihak untuk menyelamatkan fungsi dan kekayaan ekologi wilayah ini, telah mendorong diterbitkannya SK tersebut. Dengan ini, maka kini namanya berganti menjadi Balai Taman Nasional Gunung Halimun – Salak, dan luasnya bertambah menjadi 113.357 ha. Secara administratif, kawasan konservasi TN Gunung Halimun – Salak termasuk ke dalam wilayah tiga kabupaten, yakni Kabupaten Bogor dan Sukabumi di Jawa Barat, dan Lebak di Provinsi Banten berada pada koordinat : 106° 13' – 106° 46' BT dan 06° 32' – 06° 55' LS. Topografi wilayah ini berbukit-bukit dan bergunung-gunung, pada kisaran ketinggian antara

500–2.211 m dpl. Puncak-puncaknya di antaranya adalah G. Halimun Utara (1.929 m), G. Ciawitali (1.530 m), G. Kencana (1.831 m), G. Botol (1.850 m), G. Sanggabuana (1.920 m), G. Kendeng Selatan (1.680 m), G. Halimun Selatan (1.758 m), G. Endut (timur) (1.471 m), G. Sumbul (1.926 m), dan G. Salak (puncak 1 dengan ketinggian 2.211 m, dan puncak 2 setinggi 2.180 m). Jajaran puncak gunung ini acapkali diselimuti kabut (halimun). Wilayah ini merupakan daerah tangkapan air yang penting di sebelah barat Jawa Barat. Tercatat lebih dari 115 sungai dan anak sungai yang berhulu di kawasan Taman Nasional. Tiga sungai besar mengalir ke utara, ke Laut Jawa, yakni Ci Kaniki dan Ci Durian (yang bergabung dalam DAS Ci Sadane), serta Ci Berang, bagian dari DAS Ci Ujung. Sementara terdapat 9 daerah aliran sungai penting yang mengalir ke Samudera Hindia di selatan, termasuk di antaranya Cimandiri (Citarik, Cicatih), Citepus, Cimaja, dan Cisolok. Sungai-sungai ini mengalir melintasi wilayah Bogor, Tangerang, Rangkasbitung, Bayah dan Palabuhanratu. Curah hujan tahunan berkisar antara 4.000–6.000 mm, dengan bulan kering kurang dari 3 bulan di antara Mei hingga September. Iklim ini digolongkan ke dalam tipe A hingga B menurut klasifikasi curah hujan Schmidt dan Ferguson. Suhu bulannya berkisar antara 19,7–31,8 °C, dan kelembaban udara rata-rata 88%.

Salah satu usaha mengurangi penurunan sumber hayati ini, yaitu melakukan konservasi secara ex-situ (pelestarian di luar habitatnya), mengingat pelestarian secara ex-situ lebih intensif, lebih mudah dalam memonitor dan lebih leluasa dalam mengembangkannya. Konservasi in situ yang dijalankan oleh sebuah taman nasional berfungsi untuk konservasi alam, perlindungan flora dan fauna, preservasi habitat dan pemanfaatan keanekaragaman hayati serta ekosistem secara berkelanjutan sesuai dengan regulasi yang berlaku. Sedangkan konservasi ex situ tumbuhan melalui kebun raya salah satunya memiliki peran mengkoleksi dan menanam jenis-jenis tumbuhan terpilih dilengkapi dengan data-data yang terdokumentasi dan teregistrasi. Penanaman koleksi tanaman di Kebun Raya dapat mengikuti pengelompokan berdasarkan klasifikasi taksonomis, bioregion, tematik atau kombinasinya. Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan Kebun Raya-LIPI (P2KTKR-LIPI) merupakan salah satu lembaga yang memiliki tugas utama dalam konservasi tumbuhan secara ex-situ. Untuk mengokohkan peran P2KTKR-LIPI sebagai lembaga konservasi tumbuhan, P2KTKR-LIPI juga mempunyai tanggung jawab dalam membina berbagai kebun raya daerah yang ada di Indonesia. Konservasi kekayaan tumbuhan Indonesia mempunyai tantangan yang semakin tinggi dengan kondisi hutan alam yang semakin terdegradasi.

Penyimpanan biji di fasilitas bank biji merupakan salah satu strategi konservasi bioresources secara ex-situ di Kebun Raya-Kebun Raya dunia (Linington, *The Design of Seed Banks*, 2003; Linington, *The Millennium Seed Bank Project*, 1997). P2KTKR- LIPI sebagai bagian dari komunitas kebun raya dunia Pusat juga memiliki Unit Bank Biji di Sub Bidang Registrasi dan Pembibitan Kebun Raya Bogor; kegiatan konservasi biji yang kemudian berkembang menjadi Unit Bank Biji ini telah dimulai sejak tahun 1974; pengembangan fasilitas bank biji secara intensif mulai dilakukan sejak tahun 2006. Bank biji dapat dipandang sebagai wahana konservasi yang strategis mengingat: (1) ukuran biji yang umumnya relatif kecil, maka hanya diperlukan ruangan simpan yang tidak terlalu besar untuk dapat menghimpun keanekaragaman jenis tumbuhan yang seluas-luasnya, serta (2) teknologi penyimpanan biji dewasa ini telah berkembang sedemikian pesat sehingga memungkinkan untuk dilakukannya penyimpanan biji selama bertahun-tahun tanpa kehilangan viabilitas yang berarti (Schmidt, 2000). Bank Biji Kebun Raya LIPI saat ini menyimpan 513 koleksi biji yang mencakup 409 jenis, 232 marga dan 69 suku. Selain Kebun Raya Bogor, bank biji Kebun Raya Cibodas juga tengah meningkatkan jumlah koleksi bijinya. Pengayaan spesies untuk bank biji dilakukan melalui eksplorasi di berbagai kawasan hutan dan kebun raya sendiri. Eksplorasi biji di TNGHS adalah kegiatan yang dilakukan untuk mencari dan mengkoleksi material tumbuhan berupa biji. Di samping eksplorasi dibutuhkan juga kajian habitat untuk mengetahui berbagai aspek ekologi diberbagai kawasan hutan di TNGHS. Kajian habitat ini akan memperkaya dan memperkuat konservasi yang dilakukan bank biji P2KTR-LIPI.

Tujuan

Kegiatan ini memiliki beberapa tujuan yaitu:

1. Pengkayaan Koleksi Bank Biji P2KTKR-LIPI.
2. Transfer knowledge kepada staf TNGHS terkait.
3. Melakukan diseminasi hasil kajian kepada staf TNGHS terkait.

Sasaran

Terdatanya dan terkoleksinya biji dari beberapa spesies target yang akan menjadi koleksi bank biji P2KTKR-LIPI.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Kegiatan

Kegiatan eksplorasi biji di kawasan Hutan TNGHS dilaksanakan selama 5 hari terhitung tanggal 27 s/d 31 Agustus 2018. Eksplorasi dilakukan pada 1 lokasi yaitu Resort Cikaniki, Kec. Kabandungan, Kab. Sukabumi 43368, Jl. Raya Jasinga, Malasari, Cipanas, Bogor, Jawa Barat

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dipergunakan adalah : Termohyrometer, PH meter, Lux meter, altimeter, kamera, golok, gunting stek, pisau, diameter tape, karung, kantong plastik berbagai ukuran, alkohol, koran bekas, tambang, buku lapangan, alat tulis, label micolin dan karton dll.

Kondisi Umum Lokasi

TNGHS secara administratif terbagi dalam 3 wilayah kabupaten, yaitu Kabupaten Bogor, Lebak dan Sukabumi. Kawasan TNGHS secara geografis terbentang pada 106° 21' - 106° 38' BT dan 6° 37' - 6° 51' LS. dengan ketinggian tempat berkisar antara 500 – 2211 m dpl. Kondisi lahannya mempunyai topografi bergelombang, berbukit dan bergunung-gunung. Menurut klasifikasi iklim daerah kawasan TBGHS termasuk tipe A, dengan curah hujan tahunan sebesar 4.000 – 6.000 mm. Rata-rata curah hujan bulanan selalu lebih dari 100 mm, dengan bulan terkering (+ 200 mm) pada antara Juni dan September serta terbasah (+ 550 mm) antara Oktober dan Maret, sehingga dapat digolongkan beriklim selalu basah dengan kelembaban udara rata-rata 88 %. Suhu rata-rata bulanan 31,5 oC dengan suhu terendah 19,7°C dan suhu tertinggi 31,8°C.

Resort Cikaniki merupakan salah satu resort yang ada di Taman Nasional Gunung Halimun Salak, kawasan hutan di resort ini langsung berdampingan dengan enklave perkebunan dan pemukiman masyarakat. Jadi tidak jarang masyarakat yang melihat aktivitas satwa liar ada di sekitar perkebunan. Ada tiga jalur yang diduga potensial untuk keberadaan owa jawa di resort ini, yaitu jalur Wates, jalur Gunung Kendeng, dan Jalur Cikudapaeh.

Kegiatan pengkoleksian tumbuhan di lapangan

Pengkoleksian tumbuhan di lapangan merupakan aspek yang paling penting dalam kegiatan eksplorasi karena menyangkut keselamatan tumbuhan yang dikoleksi. Material yang dikoleksi berupa biji. Cara pengambilan biji dilakukan dengan sistem memanen langsung dari pohon yang berbuah. Data agroekologi mutlak diperlukan untuk setiap jenis tumbuhan yang dikoleksi diantaranya data suhu udara, kelembaban relatif, pH tanah, ketinggian lokasi dll. Selain itu data morfologi juga dicatat untuk kepentingan identifikasi. Semua data tersebut dicatat pada buku lapangan khusus secara detil. Setiap jenis yang dikoleksi diupayakan lebih ± 100 biji dan diberi label. Selanjutnya biji tumbuhan dimasukkan kedalam karung atau kantong plastik untuk mempermudah pengangkutan. Setelah sampai di basecamp lokasi eksplorasi, dilakukan penanganan khusus agar biji tumbuhan tetap segar selama dalam ekplorasi berlangsung

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama 5 hari eksplorasi biji di dalam kawasan TNGHS didapatkan 10 nomor koleksi sebagaimana terlampir dalam tabel 1. 10 nomor koleksi biji ini disimpan di Bank Biji Kebun Raya Bogor dengan dicatat kadar airnya (Tabel 2) dan beberapa koleksi diuji perkecambahannya untuk mengetahui viabilitas dari biji tersebut

Tabel 1. Daftar Biji Hasil Eksplorasi

No	No Koleksi	Nama Jenis	Suku	Karakter Simpan	Lokasi
1	AHW 01	<i>Begonia robusta</i>	Begoniaceae	Ortodok	Resort Cikaniki, Jalur loop trill, Wilayah HM. 01
2	AHW 02	<i>Phrynium pubinerve</i>	Marantaceae	Ortodok	Resort Cikaniki, Jalur loop trill, Wilayah HM. 02
3	AHW 03	<i>Nyssa javanica</i>	Cornaceae	Ortodok	Resort Cikaniki, Wilayah HM 07
4	AHW 05	<i>Ostodes sp</i>	Euphorbiaceae	Ortodok	Resort Cikaniki, Wilayah HM 10
5	AHW 06	<i>Psychotria viridiflora</i>	Rubiaceae	Ortodok	Resort Cikaniki, Blok Plot Suzuki
6	AHW 08	<i>Piper majusculum</i>	Piperaceae	Ortodok	Resort Cikaniki, Wilayah HM 04
7	AHW 10	<i>Dendrocnide stimulans</i>	Urticaceae	Ortodok	Resort Cikaniki, Jalur Wates
8	AHW 12	<i>Plectocomia elongata</i>	Arecaceae	Ortodok	Resort Cikaniki, Jalur Wates
9	AHW 13	<i>Carex baccans</i>	Cyperaceae	Ortodok	Resort Cikaniki, Jalur Wates
10	AHW 14	<i>Pavetta sp</i>	Rubiaceae	Ortodok	Resort Cikaniki, Jalur Wates

Tabel 2. Koleksi yang disimpan dan kandungan kadar airnya (%)

No	Spesies	Nomor Koleksi	Nomor Kolektor	Tanggal simpan	Jumlah biji	Kadar air (%)
1	<i>Begonia robusta</i>	AHW 01	B.1.201810100011	10/10/2018	10000	5,12
2	<i>Phrynium pubinerve</i>	AHW 02	B.1.201809200007	20/09/2018	200	11,67
3	<i>Nyssa javanica</i>	AHW 03	B.1,201809200001	20/09/2018	420	11,3
4	<i>Ostodes sp</i>	AHW 05	B.1.201809200002	20/09/2018	340	7,4
5	<i>Psychotria viridiflora</i>	AHW 06	B.1.201810030007	03/10/2018	1500	10,04
6	<i>Piper majusculum</i>	AHW 08	B.1.201810230021	23/10/2018	100	15,04
7	<i>Dendrocnide stimulans</i>	AHW 10	B.1.201810030005	03/10/2018	10000	11,31
8	<i>Plectocomia elongata</i>	AHW 12	B.1.201810030002	03/10/2018	290	19,59
9	<i>Carex baccans</i>	AHW 13	B.1.201810030003	03/10/2018	10000	7,55
10	<i>Pavetta sp</i>	AHW 14	B.1.201810230021	23/10/2018	40	10,59

KESIMPULAN

Selama 5 hari pelaksanaan eksplorasi biji di kawasan TNGHS didapatkan 10 nomor koleksi yaitu *Begonia robusta*, *Phrynium pubinerve*, *Nyssa javanica*, *Ostodes sp.*, *Psychotria viridiflora*, *Piper majusculum*, *Dendrocnide stimulans*, *Plectocomia elongata*, *Carex baccans*, *Pavetta sp.* Kendala yang dihadapi selama melakukan eksplorasi adalah minimnya informasi tentang saat musim berbuah dari masing-masing tanaman sehingga waktu eksplorasi tidak dalam waktu yang tepat yaitu saat tumbuhan berbuah masak, juga adanya hewan predator yang memakan buah-buah masak.

DAFTAR PUSTAKA

- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia* I: 404. Badan Litbang Kehutanan, Departemen Kehutanan. Jakarta.
http://www.merbabu.com/gunung/gunung_halimun.php
- Jasni, R, Damayanti & Kalima, T. (2012). *Atlas Rotan Indonesia*. Jil. 1: 22-5. Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.
- Wiriadinata H & Girmansyah, D. (2000). Potensi Halimun National Park. on: M Yoneda, H Begonia Liar sebagai Tanaman Hias. Simbolon and J Sugardjito (Editors). Prosiding Seminar Sehari: Hah Cinta Puspa Research and Conservation of Biodiversity in Satwa Nasional "Menggali Potensi dan Indonesia. Vol II. The Inventory of Natural.

**PENGUJIAN KETAHANAN TERHADAP KEKERINGAN TANAMAN [*Setaria italica* (L.)
P.Beauv] AKSESIPOLMAN KUNING HASIL PERLAKUAN RADIASI GAMMA**

Fauzia Syarif

Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911
e-mail: zia_siti@yahoo.co.id

Abstrak. Tanaman *Setaria italica* (L.) P.Beauv dikenal dengan nama jiwawut merupakan sereal yang mengandung karbohidrat dan protein tidak kalah dengan beras sebagai tanaman pangan alternatif. Jiwawut cukup banyak ditemukan di Indonesia bagian timur dan bagian tengah seperti di Sulawesi Barat yang sebagian merupakan daerah kering. Sehubungan dengan kekeringan telah dilakukan penelitian jiwawut asal Polman (Sulawesi Barat) dengan pengembangan varietas yang produktivitas lebih baik, salah satu upaya yang dilakukan memperluas ketersediaan keragaman genetik tanaman dengan perlakuan mutasi radiasi gamma. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama interval pemberian air yaitu pemberian air tiap hari H1 (kontrol), H2 (tiap 2 hari), H4 (tiap 4 hari), H7 (tiap 7 hari). Faktor kedua radiasi 5 tingkat, yaitu tanpa radiasi (R0), radiasi 25 Gy (R1), radiasi 50 Gy (R2), radiasi 75 Gy (R3), radiasi 100 Gy (R4). Peubah yang diamati pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun, klorofil daun diukur dengan klorophyll meter, potensial air tanaman diukur dengan alat Dewpoint potentia Meter WP4. Saat panen diamati biomasa tanaman, panjang malai, panjang tangkai malai, bobot malai. Hasil penelitian menunjukkan dengan 4 interval penyiraman air tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman begitu juga dengan tingkat radiasi. Walaupun secara angka pertumbuhan terbaik pada 7 hari tanpa penyiraman (tinggi tanaman 91,99 cm dan rata-rata jumlah daun 7,43) dan perlakuan radiasi 100 Gy (tinggi tanaman 90,88 cm). Potensial air tanaman dibawah – 3,98 MPa pada kondisi 7 hari tanpa penyiraman bisa dipertahankan. Biomasa paling banyak dengan penyiraman tiap hari 12,83 g/tanaman dan tingkat radiasi 25 Gy (12,95 g/tanaman). Produksi malai dan panjang malai paling besar dengan interval 2 hari tanpa penyiraman (3,12 g/malai) dan panjang malai (13,35 cm). Tingkat radiasi sebesar 100 Gy menghasilkan produksi malai dan panjang malai terbesar yaitu 3,10 g/malai dan panjang malai 12,87 cm.

Kata Kunci: Pengujian, jiwawut, radiasi, kekeringan

PENDAHULUAN

Jiwawut merupakan tanaman sereal yang memiliki karakteristik seperti tanaman padi yaitu memproduksi biji berukuran kecil dan tajuk seperti rumput-rumputan (Lata et al., 2013). Jiwawut termasuk tanaman ekonomi minor namun memiliki nilai kandungan gizi yang tidak beda jauh dengan tanaman pangan lainnya seperti padi, jagung, gandum, dan tanaman biji-bijian yang lain. Masyarakat belum mengenal jiwawut sebagai sumber pangan sehingga selama ini tanaman jiwawut hanya dijadikan sebagai pakan burung. Pada hal tanaman ini dapat diolah menjadi sumber makanan oleh masyarakat guna mendukung ketahanan pangan.

Keberadaan jiwawut tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia dengan berbagai macam nama lokal, seperti *Tareang* di Polewali Mandar (Sulawesi Barat), *Hotong* di Pulau Buru (Maluku), *Pokem* di Pulau Nunfor (Papua), Pulau Sumba (NTT) dan Jawa Tengah. Jiwawut termasuk jenis makanan sehat karena kandungan proteinnya yang tinggi, melebihi jagung, sorgum dan padi. Kelebihan lain tanaman jiwawut adalah toleran kekeringan serta beradaptasi baik pada wilayah yang kurang subur. Hal inilah yang menyebabkan makanan ini banyak ditanam oleh masyarakat khususnya pada musim kemarau.

Kurangnya pemanfaatan tanaman jiwawut sebagai pangan dikarenakan belum optimalnya produksi bulir jiwawut. Produksi bulir jiwawut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kondisi tanah, varietas tanaman, iklim dan tehnik budidaya (Prakoso, 2006)

Faktor iklim yang berhubungan dengan kondisi musim hujan dan musim kemarau seperti di wilayah Timur Indonesia dengan curah hujan yang cukup rendah dimana tanaman jiwawut cukup banyak dijumpai. Jiwawut dapat tumbuh dengan curah hujan yang tidak terlalu besar (Baker, 2003). Membuktikan tanaman jiwawut cukup baik tumbuh pada lahan tadah hujan sampai kering, karena tanaman ini relatif sedikit membutuhkan air. Sehingga jiwawut dikenal sebagai tanaman sereal yang efisien dalam penggunaan air dibanding tanaman jagung, gandum dan sorgum (Zhang et al., 2007). Jiwawut tergolong tanaman yang tahan terhadap kondisi kekeringan namun demikian terdapat kondisi batas toleran terhadap kondisi cekaman kekeringan. Oleh sebab itu, diperlukan perlakuan agar tanaman jiwawut lebih adaptif dan tumbuh dengan baik pada kondisi cekaman kekeringan. Toleransi terhadap kekeringan bukan menunjukkan bagaimana tanaman dapat bertahan hidup, tetapi lebih menunjukkan bagaimana mekanisme tanaman tersebut untuk beradaptasi. Akibat dari kekeringan berdampak ke pertumbuhan tanaman terganggu serta produksi akan menurun kemungkinan tanaman akan mengalami kematian.

Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat penurunan produksi akibat cekaman kekeringan adalah dengan menanam varietas unggul tanaman jiwawut. Ahloowalia et al. (2004); Sangsiri et al. (2005), menyatakan bahwa radiasi dengan sinar gamma dapat memberikan harapan untuk menghasilkan genotype tanaman yang tahan terhadap kekeringan karena sesuai dengan banyak temuan bahwa sinar gamma terbukti dapat memperluas keragaman genotype untuk seleksi dan perbaikan kualitas tanaman. Berdasarkan hal di atas, maka dilakukan penelitian pengujian kekeringan terhadap tanaman jiwawut lokal Polman kuning (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) dengan perlakuan radiasi sinar gamma. Diharapkan dari hasil penelitian bertujuan untuk mendapatkan tanaman jiwawut unggul hasil mutasi yang toleran terhadap cekaman kekeringan dan produksi tinggi.

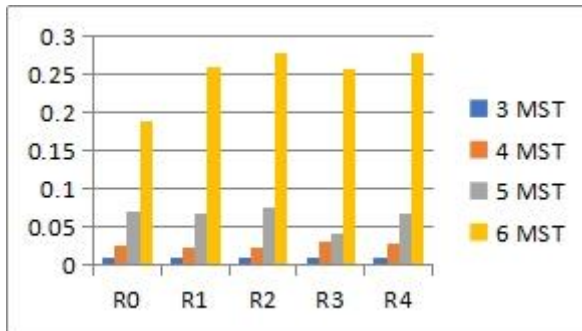
BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dimulai pada Tanggal 25 Juni 2018 di Rumah Kaca Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong. Penelitian ini terdiri dari 2 faktor perlakuan, pertama perlakuan radiasi gamma dan kedua perlakuan pemberian air dengan interval berbeda dirancang secara acak kelompok faktorial dengan tiga ulangan. Benih jiwawut aksesori Polman kuning diberi perlakuan radiasi sinar gamma yang dilakukan di Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) pada Bulan Maret 2017 dengan dosis 0 Gy (R0), 25 Gy (R1), 50 Gy (R2), 75 (R3) dan 100 Gy (R4). Biji disemai langsung dalam polybag. Penjarangan tanaman umur 18 hari setelah semai. Pot polybag diisi media tanam berupa tanah dan kompos (2:1). Pemberian pupuk dasar KCl 2,5 g/pot; TSP 2,5 g/pot dan Urea 5 g/pot. Setelah semai berumur 2 minggu dilakukan seleksi tanaman yang terbaik sebanyak 8 tanaman/pot. Setiap minggunya tanaman semai dipanen 1 tanaman/pot. Setelah 4 kali panen dilakukan perlakuan penyiraman air yaitu: Penyiraman tiap hari (A0); Penyiraman tiap 2 hari (A1); Penyiraman tiap 4 hari (A2) dan penyiraman tiap 7 hari (A3). Total jumlah tanaman penelitian: 5 (tingkat radiasi) x 4 (waktu penyiraman) x 3 (ulangan) = 60 individu tanaman

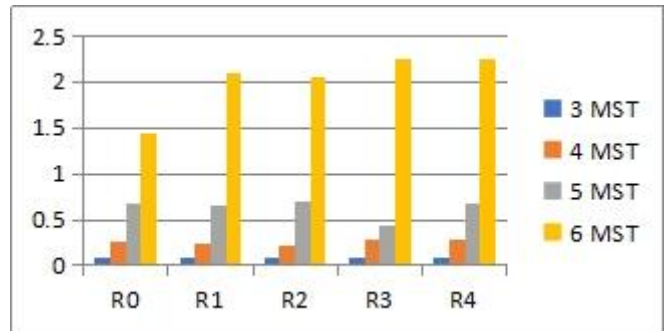
Variabel yang diamati diantaranya parameter pertumbuhan tanaman dengan mengukur pertambahan tinggi tanaman, pertambahan jumlah daun, panen semai tanaman 1 tanaman/pot (bobot basah tanaman dan bobot asah akar serta bobot kering tanaman dan bobot kering akar) tiap minggu sebanyak 4 kali panen. Potensial air tanaman di akhir perlakuan kekeringan 1, 2, 4 dan 7 hari. Klorofil daun pada umur 1,5 bulan. Pada saat panen: produksi biomasa pertanaman, panjang malai, panjang tangkai malai dan bobot malai. Parameter fisiologis dengan mengukur kandungan klorofil daun yang diukur dengan alat klorophyll meter SPAD (Single Photon Avalanche Diode), MINOLTA. Potensial air tanaman yang diukur dengan alat Dewpoint Potentia Meter WP4 di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Semai tanaman jiwawut mulai umur 3 Minggu Setelah Tanam (MST) dilakukan pemanenan untuk mengetahui biomasa pertumbuhannya sampai 6 MST seperti Gambar berikut:



Gambar 1. Bobot basah tanaman (g) pada tingkat radiasi sampai umur 6 MST



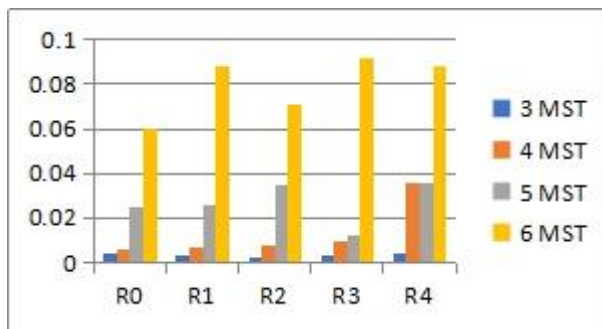
Gambar 2. Bobot kering tanaman (g) pada tingkat radiasi sampai umur 6 MST

Keterangan :

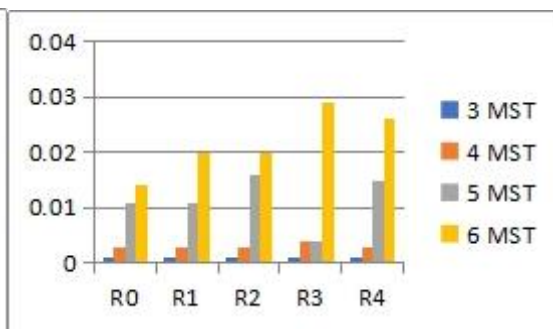
R0 : Tanpa radiasi
 R1 : Radiasi 25 Gy R3 : Radiasi 75 Gy
 R2 : Radiasi 50 Gy R4 : Radiasi 100 Gy

Bobot basah semai tanaman jiwawut tiap minggu antar tingkat radiasi hampir sama sampai minggu ke lima tetapi pada minggu ke enam terjadi peningkatan yang sangat banyak. Peningkatan bobot basah paling banyak jiwawut radiasi 100 Gy yakni 2,249 g/tanaman diikuti jiwawut radiasi 75 Gy yakni 2,242 g/tanaman (Gambar. 1). Menunjukkan perlakuan radiasi memberikan peningkatan biomasa semai jiwawut sampai umur 6 MST.

Bobot kering semai jiwawut sama halnya dengan bobot basah peningkatan tiap minggunya kecuali pada minggu keenam terjadi peningkatan bobot kering yang luar biasa. Nilai bobot kering di minggu keenam paling banyak juga di jiwawut radiasi 100 Gy yakni 0,278 g/tanaman (Gambar. 2).



Gambar 3. Bobot basah akar tanaman (g) pada tingkat radiasi sampai umur 6 MST

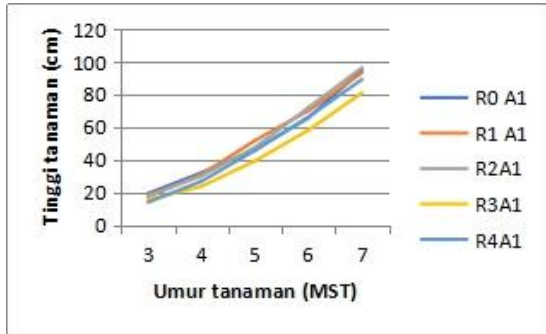


Gambar 4. Bobot kering akar tanaman (g) pada tingkat radiasi sampai umur 6 MST

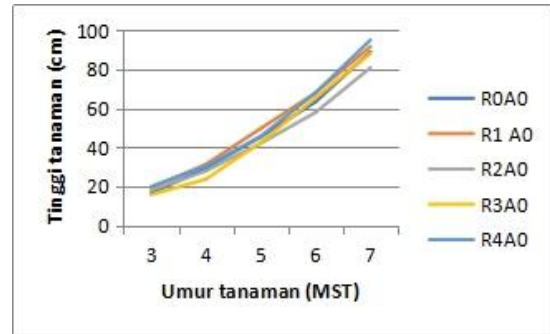
Keterangan :

R0 : Tanpa radiasi
 R1 : Radiasi 25 Gy R3 : Radiasi 75 Gy
 R2 : Radiasi 50 Gy R4 : Radiasi 100 Gy

Bobot basah akar tanaman mulai meningkat setelah 5 MST dan paling banyak pada 6 MST, jiwawut radiasi 75 Gy yakni 0,92 g/tanaman (Gambar 3). Bobot kering akar sama halnya dengan bobot basah akar paling banyak pada minggu ke enam jiwawut radiasi 75 Gy yakni 0,029 g/tanaman (Gambar 4). Bioamasa tanaman sampai minggu ke 6 paling banyak pada jiwawut radiasi 75 Gy.

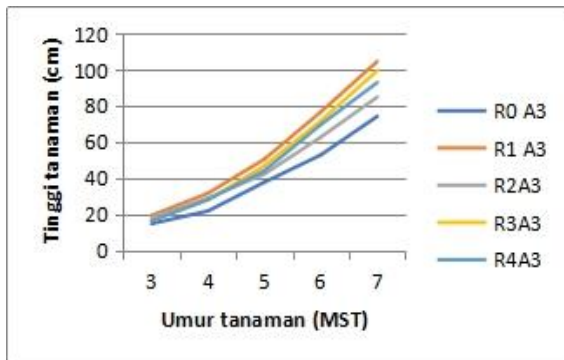


Gambar 5. Rerataan tinggi tanaman dengan penyiraman air tiap hari (A0)

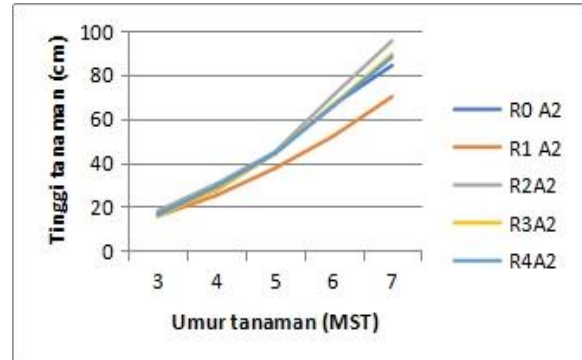


Gambar 6. Rerataan tinggi tanaman dengan penyiraman tiap 2 hari (A1)

Pertumbuhan tinggi maksimum tanaman berkisar antara 94,52 cm (100 Gy/A0) – 104,3 cm (25 Gy/A3). Secara konsisten tanaman radiasi 100 Gy dan radiasi 75 Gy menunjukkan pertumbuhan paling baik pada semua kondisi perlakuan interval penyiraman, diikuti oleh tanaman dengan perlakuan radiasi 50 Gy (Gambar 5,6 7 dan 8).



Gambar 7. Rerataan tinggi tanaman dengan penyiraman air tiap 4 hari (A2)

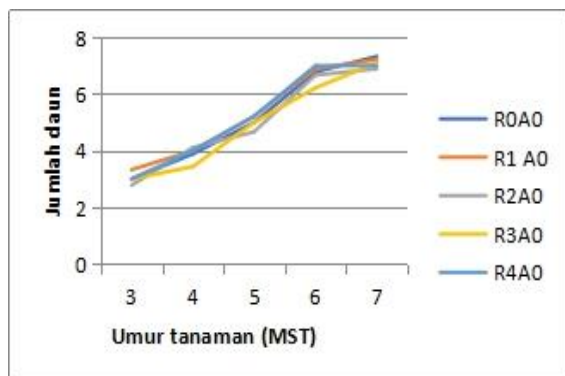


Gambar 8. Rerataan tinggi tanaman dengan penyiraman air tiap hari (A3)

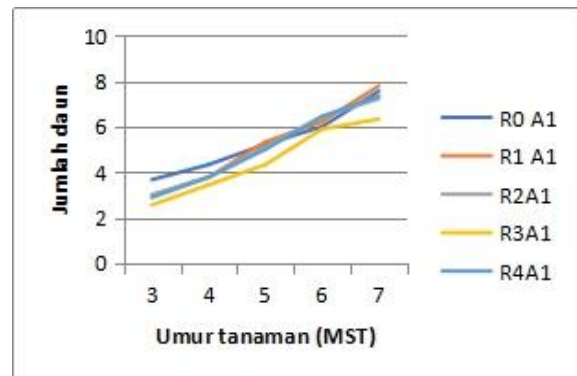
Keterangan :

- R0 : Tanpa radiasi
- R1 : Radiasi 25 Gy
- R2 : Radiasi 50 Gy
- R3 : Radiasi 75 Gy
- R4 : Radiasi 100 Gy

Dari keempat interval penyiraman air pertumbuhan tanaman paling tinggi pada interval penyiraman 7 hari sekali yaitu perlakuan radiasi 25 Gy (104,5 cm) memperlihatkan semakin kering tanaman semakin tinggi membuktikan tanaman jiwawut respon terhadap kekeringan.

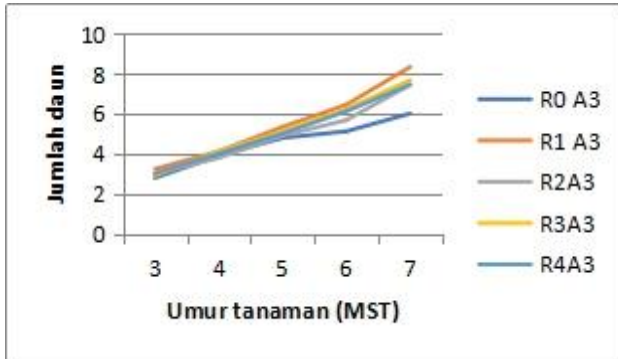


Gambar 9. Rerataan jumlah daun dengan penyiraman air tiap hari (A0)

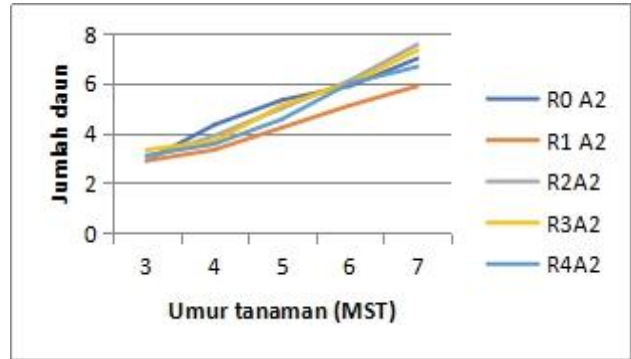


Gambar 10. Rerataan jumlah daun dengan penyiraman air tiap 2 hari (A1)

Jumlah daun rata-rata berkisar antara 7,33 (R0 A0) – 8,33 (R1 A3) paling banyak pada penyiraman tiap 7 hari jewart radiasi 25 Gy (Gambar 9,10,11 dan 12). Pola yang sama terjadi pada pertambahan jumlah daun secara konsisten terdapat ditanaman kontrol (R0) sesuai dengan interval penyiraman, penurunan jumlah daun terlihat pada perlakuan tiap 7 hari penyiraman. sementara tanaman yang di radiasi masih bertahan seperti radiasi 25 Gy.



Gambar 11. Rerataan jumlah daun dengan penyiraman air tiap 4hari (A2)

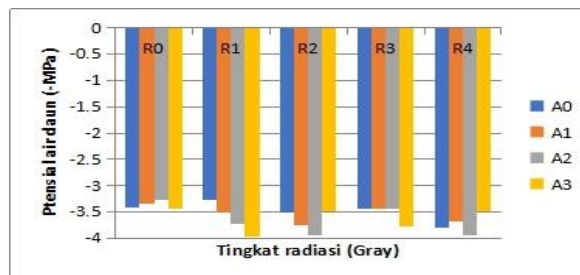


Gambar12. Rerataan jumlah daun dengan penyiraman air tiap 7 hari (A3)

Keterangan :

- R0 : Tanpa radiasi
- R1 : Radiasi 25 Gy R3 : Radiasi 75 Gy
- R2 : Radiasi 50 Gy R4 : Radiasi 100 Gy

Penyiraman tiap 4 hari, paling banyak rata-rata jumlah daun adalah jewart radiasi 50 Gy yaitu rata-rata 7,56 (Gambar. 11) . Penyiraman tiap 7 hari rata-rata jumlah daun paling banyak pada jewart radiasi 25 Gy yaitu 8,33.(Gambar.12).



Gambar 13. Nilai potensial air (-MPa) daun jewart 1 bulan perlakuan penyiraman

Keterangan :

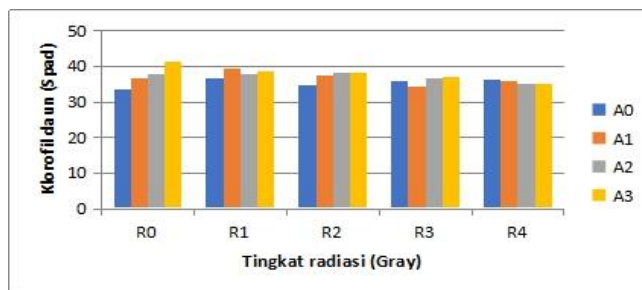
- A0 : Penyiraman tiap hari (kontrol)
- A1 : Penyiraman tiap 2 hari
- A2 : Penyiraman tiap 4 hari
- A3 : Penyiraman tiap 7 hari

Potensial air tanaman dapat dianggap sebagai salah satu indikator untuk mengetahui toleransi tanaman terhadap adanya cekaman kekeringan. Tanaman yang toleran terhadap cekaman lingkungan dapat mempertahankan tingkat potensial air tetap tinggi pada level memungkinkan tanaman untuk tumbuh dan menjalankan metabolisme secara normal.

Sebaliknya, tanaman yang kurang toleran akan mengalami penurunan potensial airnya secara lebih cepat apabila terjadi cekaman lingkungan. Gambar 13 menunjukkan tingkat potensial air tanaman hasil perlakuan berbagai dosis radiasi pada berbagai tingkat cekaman kekeringan akibat perlakuan interval penyiraman. Tampak bahwa tanaman radiasi 25 Gray dapat mempertahankan potensial airnya lebih tinggi (- 3,96 MPa) pada penyiraman tiap 7 hari dibandingkan tanaman kontrol (- 3,26 MPa) yang paling rendah pada penyiraman tiap hari.

Jika dilihat dari hasil nilai potensial air antara yang tinggi dengan yang rendah tidak begitu beda nilainya kemungkinan masa perlakuan air terlalu pendek yaitu satu bulan. Sehingga belum kelihatan pengaruh kekeringan terhadap tanaman jewart Polman kuning antara tingkat radiasi sinar

gamma. Menunjukkan semakin lama jarak penyiraman air maka nilai potensial air semakin lebih negatif menandakan tanaman semakin kekeringan.



Gambar 14. Kandungan klorofil (Spad) daun jiwawut 6 MST

Keterangan :

- | | | | |
|----|----------------------------------|----|----------------------------------|
| R0 | : Tanpa radiasi | R3 | : Radiasi 75 Gy |
| R1 | : Radiasi 25 Gy | R4 | : Radiasi 100 Gy |
| R2 | : Radiasi 50 Gy | A0 | : Penyiraman tiap hari (kontrol) |
| A0 | : Penyiraman tiap hari (kontrol) | A2 | : Penyiraman tiap 4 hari |
| A1 | : Penyiraman tiap 2 hari | A3 | : Penyiraman tiap 7 hari |

Kandungan klorofil daun merupakan salah satu variable yang dapat dijadikan parameter untuk mempelajari respon tanaman terhadap kekeringan, karena kekeringan berakibat pada menurunnya potensial air tanah dan potensial air tanaman (Hidayati & Syarif, 2019). Kandungan klorofil daun jiwawut antara interval penyiraman air dan tingkat radiasi paling tinggi 41,13 Spad penyiraman tiap 7 hari dan paling rendah 33,47 Spad penyiraman tiap hari (kontrol) terdapat pada jiwawut tanpa radiasi (R0). Jarak waktu penyiraman paling lama menghasilkan nilai klorofil daun meningkat.

Tabel 1. Rerataan tinggi tanaman (cm) dan jumlah daun jiwawut Polman kuning dari beberapa tingkat radiasi (Gray) dan waktu penyiraman yang berbeda, pada umur 8 MST

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun
Interval penyiraman		
Tiap hari (kontrol)	85,50 a	6,89 a
Tiap 2 hari	88,77 a	7,11 a
Tiap 4 hari	89,86 a	7,25 a
Tiap 7 hari	91,99 a	7,43 a
Tingkat radiasi		
0 Gray (kontrol)	85,58 a	6,97 a
25 Gray	89,37 a	7,12 a
50 Gray	89,38 a	7,15 a
75 Gray	89,85 a	7,28 a
100 Gray	90,88 a	7,04 a

Keterangan: Angka –angka yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji 5 % DNMRT.

Pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun secara statistik tidak memperlihatkan hasil yang nyata pada interval pemberian air dan tingkat radiasi. Tetapi secara performan tanaman cenderung dengan interval semakin lama penyiraman dan semakin tinggi tingkat radiasi memperlihatkan lebih baik. Ditunjukkan pada interval 7 hari penyiraman oleh tinggi tanaman 91,99 cm dan jumlah daun rata-rata 7,43 serta tingkat radiasi 100 Gy oleh tinggi tanaman 90,88 cm dan jumlah daun rata-rata 7,04 dibandingkan dengan tanaman kontrol (Tabel. 1).

Tabel 2. Rerataan komponen produksi jiwawut Polman kuning dari beberapa tingkat radiasi (Gray) dan waktu penyiraman yang berbeda

Perlakuan	BBT (g)	BBA (g)	BKT (g)	BKA (g)	BBM (g)	PM (cm)	PTM (cm)	BBMS (g)
Interval penyiraman								
Tiap hari (kontrol)	12,83 a	2,53 a	0,22 a	0,11 a	2,78 a	12,68 a	20,88 a	2,80 a
Tiap 2 hari	8,98 ab	2,45 a	0,23 a	0,10 a	3,12 a	13,35 a	21,91 a	2,96 a
Tiap 4 hari	7,14 b	1,98 a	0,21 a	0,08 a	2,35 a	11,43 a	20,67 a	2,45 a
Tiap 7 hari	8,89 a	2,20 a	0,24 a	0,10 a	2,52 a	12,60 a	21,91 a	2,80 a
Tingkat radiasi								
0 Gray (kontrol)	6,90 a	1,82 b	0,27 a	0,08 a	2,24 a	11,66 a	19,15 a	2,64 a
25 Gray	12,95 a	2,48 ab	0,23 a	0,11 a	2,82 a	13,02 a	22,85 a	3,13 a
50 Gray	8,41 a	2,30 ab	0,15 a	0,08 a	2,64 a	11,67 a	22,79 a	2,60 a
75 Gray	9,24 a	2,26 ab	0,24 a	0,11 a	2,71 a	13,39 a	20,31 a	2,74 a
100 Gray	9,89 a	2,62 a	0,25 a	0,11 a	3,10 a	12,87 a	21,56 a	2,64 a

Keterangan: Angka –angka yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji 5 % DNMRT.

Dari hasil 8 komponen produksi secara umum untuk perlakuan interval penyiraman air tidak beda nyata kecuali pada bobot basah tanaman yang paling banyak pada kontrol mencapai 12,83 g dan produksi malai paling banyak pada penyiraman 2 hari yakni 3,12 g/malai (Tabel.2).

Selanjutnya pada perlakuan tingkat radiasi juga tidak beda nyata antar komponen produksi kecuali pada bobot basah akar ditunjukkan oleh tingkat radiasi 100 Gy yakni 2,62 g merupakan nilai yang paling banyak dan diikuti dengan produksi malai paling banyak juga 3,10 g/malai. Memperlihatkan tanaman yang diradiasi cenderung menghasilkan komponen produksi lebih dari pada tanaman kontrol

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian jiwawut Polman kuning pada beberapa tingkat radiasi terhadap kekeringan belum adanya pengaruh yang nyata untuk pertumbuhan tanaman dan komponen hasil. Walaupun begitu jiwawut Polman kuning sampai penyiraman tiap 7 hari sekali masih mampu tumbuh dan berproduksi. Produksi paling tinggi pada tingkat radiasi 25 Gray dengan bobot malai 3,13 gram/malai dengan interval penyirama tiap 2 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Aiziah Ayu Pratami mahasiswi Praktek Kerja Lapang dari Departemen Biologi Fakultas Ilmu Alam Institut Teknologi Sepuluh Maret, Surabaya atas bantuannya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahloowalia, B. S., Maluszynski, M. & Nichterlein, K. (2004). Global impact of mutation derived varieties. *Euphytica* 135:187-204.
- Baker, R. D. (2003). Millet Production. Cooperative Extension Service. Collage of Agriculture and Home Economics of New State University.USA.
- Lata, C., Gupta, S. & Prasad, M. (2013). Foxtail Millet: a Model Crop for Genetic and Genomic Studies in Bioenergy Grasses. *Critical Reviews in Biotechnology*. 33;3 328-348
- Hidayati, N. & Syarif, F. (2019). Pengujian Ketahanan Terhadap Kekeringan Jiwawut [*Setariaitalica*(L.) P. Beauv] Aksesu Buru Merah Hasil Perlakuan Radiasi Gamma. *Jurnal Biologi Indonesia*. (inPress)
- Prakoso, W. G. (2006). Kajian metode tanam pada budidaya tanaman hotong buru. (Skripsi). Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian IPB: Bogor

- Sangsiri, C., W. Sorajjapinun & Srinives, P. (2005). Gamma Radiation Induced Mutations in Mungbean. *Science Asia*. 31: 251 – 255
- Zhang, J. P., Liu, T. S, Zheng, J., Jin, Z., Zhu, Y., Guo, J. F. & Wang, G. Y. (2007). Cloning and Characterization of a Putative 12 –oxophytodienoic acid Reductase cDNA Induced by Osmotic Stress in Roots of Foxtail Millet. *DNA Seq* 18:138-144

AKTIFITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK CANGKANG GONGGONG (*Strombus* sp.) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI ROTI TAWAR DAN ROTI GANDUM

Mega Ayu Oktavina^{1*}, Evi Endang Kurnia Ratnasari², Angga Aliansyah³

¹Laboratorium Mikrobiologi, Akademi Analis Kesehatan Putra Jaya Batam

^{2,3}Mahasiswa Diploma III, Akademi Analis Kesehatan Putra Jaya Batam
Batam, Kepulauan Riau, Indonesia, 29447

e-mail : *¹megaayuoktavina@putrajaya.ac.id, ²eviendang378@gmail.com,
³anggaaliansyah4@gmail.com

Abstrak. Roti tawar dan roti gandum mudah ditumbuhi berbagai bakteri kontaminan. Kalsium karbonat merupakan senyawa yang berpotensi sebagai antibakteri sekaligus komponen penyusun cangkang hewan laut, seperti siput gonggong (*Strombus* sp.) yang merupakan hewan laut khas Kepulauan Riau dan Bangka Belitung. Hewan ini banyak dikonsumsi masyarakat namun pengelolaan limbah cangkang gonggong pasca konsumsi masih belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari aktivitas antibakteri ekstrak limbah cangkang gonggong terhadap bakteri pada roti tawar dan roti gandum basi. Limbah cangkang gonggong kering yang telah dihaluskan menjadi serbuk selanjutnya dideproteinasi, sehingga diperoleh ekstrak. Isolasi bakteri dilakukan dengan metode pour plate dan dikarakterisasi secara morfologi dan uji biokimia. Uji daya hambat ekstrak (0,5; 0,8 dan 1 mg/ml) terhadap pertumbuhan bakteri dilakukan secara difusi. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara statistik. Terdapat 4 isolat bakteri pada roti tawar basi dan 2 isolat bakteri pada roti gandum basi dengan karakter berbeda mampu dihambat pertumbuhannya oleh ekstrak limbah cangkang gonggong (0,8 mg/ml pada bakteri roti tawar dan 0,5 mg/ml pada bakteri roti gandum) dengan rentang diameter zona jernih $8 \pm 2,82$ - $23,5 \pm 2,81$ mm. Kandungan kalsium karbonat dan senyawa bioaktif lainnya pada ekstrak diduga berperan dalam penghambatan pertumbuhan bakteri tersebut. Dengan demikian, ekstrak limbah cangkang gonggong dapat menghambat pertumbuhan bakteri kontaminan pada roti tawar dan roti gandum.

Kata kunci: Antibakteri, roti, siput gonggong, kalsium karbonat

PENDAHULUAN

Roti merupakan salah satu bahan pangan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat umum antara lain seperti roti tawar dan roti gandum. Roti tawar mengandung karbohidrat berupa pati, protein (seperti glutenin dan gliadin), lemak, ragi, garam dan air (Koswara, 2009). Komposisi pada roti gandum sedikit berbeda dengan komposisi roti tawar. Pada roti gandum terdapat campuran gandum dengan jumlah yang lebih banyak dan lebih tinggi kandungan seratnya. Roti tawar dan roti gandum umumnya mudah rusak akibat pertumbuhan bakteri. Hal ini menyebabkan roti tidak dapat disimpan dalam waktu lama. Penyimpanan roti pada suhu kamar hanya bertahan selama 48-72 jam (David et al., 2012; Gomez et al., 2003).

Menurut Tarar et al. (2010), pembuatan roti juga sering ditambahkan bahan pengawet sintesis seperti asam benzoat, asam sorbat, dan asam propionate untuk mencegah pertumbuhan bakteri kontaminan. Penggunaan bahan pengawet yang berlebih dapat memberikan efek negatif bagi kesehatan. Beberapa contoh gangguan kesehatan tersebut menurut Silva dan Lidon (2016) dapat berupa ruam dan gatal pada kulit, gangguan pernafasan dan gangguan pencernaan. Dengan demikian, penggunaan bahan pengawet pada adonan roti sebaiknya berasal dari sumber alami yang cenderung lebih aman bagi kesehatan masyarakat.

Kalsium karbonat merupakan salah satu senyawa yang berpotensi sebagai antibakteri. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel kalsium karbonat dapat menghambat pertumbuhan berbagai jenis bakteri patogen. Beberapa spesies bakteri yang dapat dihambat pertumbuhannya oleh kalsium karbonat yaitu *Agrobacterium tumefaciens*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Salmonella thyphimurium* (Ataee et al., 2011; *Salmonella thyphimurium*; Isa et al., 2016; Mydin et al., 2018).

Kalsium karbonat (CaCO_3) dapat ditemukan pada cangkang (eksoskeleton) hewan laut, salah satunya adalah pada siput gonggong (*Strombus* sp.). Siput gonggong (*Strombus* spp.) banyak dijumpai di Kepulauan Riau (Yoswaty & Zulkifli, 2016) dan Bangka Belitung (Asriza & Fabiani, 2018). Siput gonggong merupakan anggota dari kelompok gastropoda dengan habitat berupa substrat lumpur berpasir. Siput gonggong memiliki ciri sebagai berikut : cangkang berbentuk asimetri seperti kerucut yang berwarna coklat kekuningan, ukuran cangkang gonggong dewasa berkisar 54,14 – 58,51mm, operculum (penutup cangkang) berbentuk kait dan bergerigi, mampu menghasilkan lendir sebagai bentuk pertahanan diri (Kurniawan et al., 2018).

Siput gonggong (*Strombus* sp.) banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Kepulauan Riau dan sekitarnya. Pengkonsumsian siput gonggong tidak diiringi dengan pengelolaan limbah cangkang siput gonggong yang baik, sehingga pengolahan limbah cangkang gonggong belum optimal. Padahal, limbah cangkang gonggong tersebut dapat mencemari lingkungan. Dengan demikian, penelitian terkait aktivitas antibakteri pada ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) diharapkan mampu meningkatkan optimalisasi pengelolaan limbah cangkang gonggong dan dapat dikembangkan sebagai antibakteri pada roti tawar maupun roti gandum. Kandungan kalsium (Ca) dari mineral kalsium karbonat juga dapat meningkatkan kandungan gizi pada roti.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Sampel penelitian berupa limbah cangkang gonggong (*Strombus* sp.) yang diperoleh dari sisa konsumsi masyarakat. Isolat bakteri diperoleh dari roti tawar dan roti gandum basi diperoleh dari sisa penjualan di toko roti. Adapun bahan kimia yang digunakan terdiri dari HCl 2N, NaOH 3N, akuades, *paper disc* seperangkat cat gram, khloramfenikol (kontrol positif), dan spiritus. Medium yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri terdiri dari *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB) *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Medium Sulphur Indole Motility* (SIM), *Medium Simon's Citrate* (SC) dan *Medium Lysine Iron Agar* (LIA).

Metode

Ekstraksi Cangkang Gonggong (*Strombus* sp.)

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu ekstraksi cangkang gonggong dan pengujian terdapat bakteri yang meliputi isolasi, karakterisasi dan uji daya hambat bakteri yang dilakukan secara *duplo*. Proses ekstraksi dilakukan berdasarkan metode menurut Wijaya et al. (2010) dengan modifikasi pada proses pemanasan dan perendaman dengan NaOH 3N. Limbah cangkang gonggong dikeringkan selama 8 jam di bawah sinar matahari. Selanjutnya, cangkang dihancurkan menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan 40 mesh. Serbuk cangkang gonggong sebanyak 100 g yang telah halus direndam dalam HCl 2N (1:4). Larutan dipanaskan dalam air mendidih selama 60 menit. Larutan disaring sehingga diperoleh filtrat. Selanjutnya filtrat diendapkan dengan penambahan NaOH 3N (1:10) selama 1-2 minggu pada suhu ruang. Larutan disaring sehingga diperoleh endapan. Endapan tersebut dibilas dengan akuades dan dikeringkan dengan oven sehingga diperoleh endapan mineral (kalsium karbonat) kering.

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan teknik *pour plate* menurut Rochmawati et al. (2015) Roti tawar dan roti gandum basi masing-masing sebanyak 1 g ditanam dalam medium NB dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Suspensi bakteri diencerkan sehingga kejernihan suspensi setara dengan standar McFarland 0,5. Suspensi yang telah diencerkan tersebut diambil sebanyak 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Selanjutnya, medium NA steril yang belum menjendal dimasukkan ke dalam cawan petri tersebut. Larutan dihomogenasi dengan digojog membentuk angka 8 dan dibiarkan sampai medium menjendal. Kultur bakteri diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dan isolat bakteri yang tumbuh diamati karakter morfologinya meliputi morfologi koloni, morfologi sel dan sifat gram bakteri (pengecatan gram).

Tiap isolat bakteri ditumbuhkan pada medium uji biokimia (TSIA, SIM, SC, LIA) dengan teknik goresan (uji TSIA, SC dan LIA) dan tusukan (SIM). Kultur diinkubasi kembali selama 24 jam pada suhu 37°C. Hasil reaksi uji biokimia diamati berdasarkan perubahan warna medium

pertumbuhan. Pengujian sifat gram bakteri dilakukan dengan menggunakan teknik pengecatan gram. Bakteri gram negatif ditandai dengan sel bakteri yang terpulas merah, sedangkan bakteri gram positif ditandai dengan sel bakteri terpulas ungu.

Uji Aktifitas Antibakteri

Pengujian aktifitas antibakteri ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) dilakukan dengan metode difusi Rochmawati et al. (2015) dengan modifikasi pada konsentrasi ekstrak yang digunakan dan pada penelitian ini menggunakan metode difusi cakram (*paper disc*) bukan metode difusi perforasi seperti yang dilakukan oleh Rochmawati et al. (2015). Suspensi bakteri dalam medium NB sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Selanjutnya medium NA steril yang belum menjendal dimasukkan ke dalam cawan petri tersebut.

Paper disc dengan diameter 6mm direndam ke dalam akuades (kontrol negatif), larutan ekstrak (perlakuan) dan larutan khloramfenikol (kontrol positif) dengan konsentrasi ekstrak dan khloramfenikol masing-masing sebanyak 0,5; 0,8; 1 mg/ml. *Paper disc* tersebut direndam selama satu malam (*overnight*) pada suhu ruang. *Paper disc* diletakan dalam kultur bakteri yang telah dibuat sebelumnya dengan masing-masing kultur terdiri dari kontrol negatif, perlakuan dan kontrol positif. Kultur bakteri diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya zona jernih disekitar *paper disc*. Diameter zona jernih diukur dan ditabulasi dengan baik.

Analisis Data

Data karakter bakteri dianalisis secara deskriptif kualitatif, sedangkan data diameter zona jernih pada uji aktifitas antibakteri dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan *software* SPSS berdasarkan uji ANOVA (taraf kepercayaan 95%) dan dilanjutkan dengan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Ekstraksi

Ekstrak yang diperoleh berupa endapan yang didominasi oleh mineral seperti kalsium karbonat (CaCO_3) karena pada proses ekstraksi dilakukan deproteinasi yaitu proses menghilangkan komponen protein pada cangkang dengan menggunakan larutan asam. Pada penelitian ini larutan HCl digunakan dalam deproteinasi serbuk cangkang gonggong. Berat ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Berat ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.)

Sampel	Berat Ekstrak (mg)	Berat sampel Awal (g)
Cangkang Gonggong (<i>Strombus</i> sp.)	75	100

Berdasarkan hasil ekstraksi maka dapat diketahui bahwa dari 100g tepung cangkang gonggong maka didapatkan ekstrak sebanyak 75mg. Kandungan pada ekstrak diduga didominasi oleh kandungan mineral, salah satunya adalah mineral kalsium karbonat (CaCO_3). Pada ekstrak sudah tidak terdapat protein karena pada proses ekstraksi juga dilakukan proses penghilangan protein (deproteinasi).

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri

Pada roti tawar basi terdapat 4 isolat bakteri, sedangkan pada roti gandum basi terdapat 2 isolat bakteri. Tiap isolat bakteri memiliki karakter morfologi (Tabel 2) dan karakter biokimia (Tabel 3) yang beragam. Berdasarkan pengamatan karakter morfologi bakteri, isolat bakteri pada roti berukuran titik hingga sedang. Terdapat perbedaan warna isolat bakteri pada roti tawar dengan warna isolat bakteri pada roti gandum. Isolat bakteri pada roti tawar keseluruhannya berwarna putih, sedangkan isolat bakteri pada roti gandum berwarna kuning.

Isolat bakteri pada kedua jenis roti tersebut memiliki bentuk yang sama yaitu berbentuk circular, namun memiliki bentuk tepi koloni dan kecembungan yang beragam. Sel bakteri tiap isolat keseluruhannya berbentuk batang (basil) dengan susunan (*arrangement*) terdiri dari Streptobacilli dan Diplobacilli. Adapun berdasarkan sifat gram, isolat bakteri pada roti tawar bersifat gram negatif

sedangkan pada isolat bakteri pada roti gandum terdiri dari bakteri gram positif dan gram negatif. Dengan demikian, berdasarkan karakter morfologi bakteri dapat disimpulkan bahwa terdapat beragam spesies bakteri yang mengkontaminasi roti tawar dan roti gandum basi.

Tabel 2. Karakter morfologi isolat bakteri kontaminan pada roti tawar dan roti gandum

Karakter	Kode Isolat Bakteri Roti Tawar (T)				Kode Isolat Bakteri Roti Gandum (G)	
	Isolat 1 (T)	Isolat 2 (T)	Isolat 3 (T)	Isolat 4 (T)	Isolat 1 (G)	Isolat 2 (G)
Ukuran	Titik	Titik	Kecil	Sedang	Kecil	Sedang
Warna	Putih	Putih	Putih	Putih	Kuning	Kuning
Bentuk koloni	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular
Tepi koloni	Circular	Undulate	Entire	Entire	Entire	Entire
Kecembungan	Raised	Flat	Flat	Flat	Flat	Flat
Bentuk sel	Batang (Basil)	Batang (Basil)	Batang (Basil)	Batang (Basil)	Batang (Basil)	Batang (Basil)
Susunan sel	Streptobacilli	Streptobacilli Diplobacilli	Streptobacilli Diplobacilli	Streptobacilli	Streptobacilli	Streptobacilli Diplobacilli
Sifat Gram	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Positif	Negatif

Karakterisasi isolat bakteri tidak hanya dilakukan berdasarkan sifat morfologi tetapi juga sifat biokimia bakteri. Karakterisasi sifat biokimia bakteri dilakukan melalui uji pertumbuhan tiap isolat bakteri pada medium TSA (uji fermentasi karbohidrat), SIM (uji produksi sulfur, indol dan motilitas), SC (uji hidrolisis asam organik berupa sitrat) dan LIA (uji dekarboksilasi asam amino lysin). Adapun karakter biokimia isolat bakteri pada roti tawar dan roti gandum disajikan pada Tabel 2.

Tabel 3. Karakter biokimia isolat bakteri kontaminan pada roti tawar dan roti gandum

Uji Biokimia	Isolat Bakteri Roti Tawar (T)				Isolat Bakteri Roti Gandum (G)	
	Isolat 1 (T)	Isolat 2 (T)	Isolat 3 (T)	Isolat 4 (T)	Isolat 1 (G)	Isolat 2 (G)
Fermentasi Karbohidrat	+	+	+	+	+	+
Produksi Sulfur	-	-	-	-	-	-
Produksi Indol	+	+	-	-	+	+
Motilitas	-	-	-	-	-	-
Hidrolisis Asam Organik	-	-	-	-	-	-
Dekarboksilasi Lysin	+	-	-	-	-	-

Berdasarkan pengamatan sifat biokimia isolat bakteri pada roti tawar dan roti gandum, maka dapat diketahui bahwa terdapat persamaan dan perbedaan karakter biokimia dari tiap isolat. Isolat bakteri pada roti tawar maupun roti gandum memiliki persamaan karakter biokimia yaitu mampu melakukan fermentasi terhadap karbohidrat, tidak mampu memproduksi sulfur, tidak mampu menghidrolisis asam organik (asam sitrat) dan non motil. Sebagian besar isolat juga tidak mampu melakukan dekarboksilasi asam amino (lysin) namun mampu memproduksi indol. Dengan demikian, berdasarkan karakterisasi bakteri secara morfologi dan sifat biokimia diduga terdapat perbedaan spesies pada isolat bakteri roti tawar dan roti gandum.

Uji Aktifitas Antibakteri

Pengujian aktifitas antibakteri dilakukan dengan teknik difusi cakram (*paper disc*). Konsentrasi larutan ekstrak yang digunakan yaitu 0,5; 0,8 dan 1 mg/ml. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya zona jernih. Semakin tinggi nilai diameter zona jernih mengindikasikan semakin tinggi pula daya hambat pertumbuhan bakteri pada suatu senyawa. Hasil pengukuran diameter zona jernih pada kultur bakteri roti tawar dan roti gandum dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Diameter zona jernis isolat bakteri pada roti tawar dan roti gandum setelah pemberian ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.)

Sampel	Kode Isolat	Perlakuan	Diameter Rerata Zona Hambat (mm)		
			tiap konsentrasi larutan (mg/ml)		
			0.5	0.8	1
Roti tawar	Isolat 1(T)	Kontrol Negatif (Akuades)	0,00±0,00 ^z	0,00±0,00 ^z	0,00±0,00 ^z
		Kontrol Positif (Khloramfenikol)	22.5±0.71 ^{ij,k,l}	26±2.83 ^{l,m,n,o}	30±1.41 ^{p,q,r,s}
		Ekstrak cangkang gonggong	11.5±2.12 ^{a,b,c}	13.5±2.12 ^{b,c,d}	14.5±0.71 ^{b,c,d,e}
	Isolat 2(T)	Kontrol Positif (Khloramfenikol)	33.5±2.12 ^{r,s,t}	36±2.24 ^t	31.5±0.71 ^{q,r,s}
		Ekstrak cangkang gonggong	10.5±2.12 ^{a,b}	17±2.83 ^{d,e,f,g}	8±2.82 ^a
	Isolat 3(T)	Kontrol Positif (Khloramfenikol)	29.5±0.70 ^{o,p,q,r}	33±1.41 ^{s,t}	35±0.01 ^{s,t}
		Ekstrak cangkang gonggong	19.5±2.1 ^{f,g,h,i,j}	22.5±2.2 ^{ij,k,l}	23.5±2.1 ^{jk,l,m}
	Isolat 4(T)	Kontrol Positif (Khloramfenikol)	25±0.01 ^{k,l,m,n}	29.5±0.71 ^{o,p,q,r}	33.5±0.71 ^{r,s,t}
Ekstrak cangkang gonggong		15.5±0.70 ^{c,d,e,f}	22±0.01 ^{ij,k,l}	17.5±0.72 ^{d,e,f,g,h}	
Roti gandum	Isolat 1(G)	Kontrol Positif (Khloramfenikol)	26±0.01 ^{l,m,n,o}	33.5±0.70 ^{r,s,t}	34.5±0.71 ^{s,t}
		Ekstrak cangkang gonggong	26±1.41 ^{g,h,i,j,k}	23±2.83 ^{jk,l,m}	17±2.82 ^{d,e,f,g}
	Isolat 2(G)	Kontrol Positif (Khloramfenikol)	27±1.41 ^{m,n,o,p}	29±0.05 ^{n,o,p,q}	34.5±1.95 ^{s,t}
		Ekstrak cangkang gonggong	21.5±2.12 ^{h,i,j,k}	18.5±0.71 ^{e,f,g,h,i}	20.5±1.78 ^{g,h,i,j}

Berdasarkan uji aktifitas antibakteri dapat diketahui bahwa ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) mampu menghambat pertumbuhan isolat bakteri pada roti tawar maupun roti gandum. Pada isolat bakteri roti tawar, konsentrasi ekstrak optimum dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu 0,8 mg/ml (isolat 2 dan 4) dan 1 mg/ml (isolat 1 dan 3), sedangkan pada isolat bakteri roti gandum yaitu 0,5 mg/ml. Pada isolat bakteri roti gandum, peningkatan jumlah konsentrasi ekstrak yang dipaparkan ke bakteri tidak berbanding lurus dengan efektifitas daya hambat pertumbuhan bakteri.

Jika dibandingkan dengan khloramfenikol sebagai kontrol positif, peningkatan konsentrasi pada khloramfenikol berbanding lurus dengan efektifitas daya hambat pertumbuhan bakteri. Adapun konsentrasi optimum dalam menghambat pertumbuhan bakteri roti tawar dan roti gandum yaitu pada konsentrasi 1 mg/ml (cenderung lebih tinggi dibandingkan konsentrasi optimum pada ekstrak cangkang gonggong). Diameter zona hambat yang terbentuk pada kultur bakteri yang diberi khloramfenikol masih lebih besar dibandingkan dengan diameter zona hambat pada isolat bakteri yang diberi ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan konsentrasi optimum yang cenderung lebih rendah dari konsentrasi khloramfenikol. Hal ini mengindikasikan bahwa hanya dengan jumlah sedikit, ekstrak cangkang gonggong telah mampu menghambat pertumbuhan bakteri pada roti tawar dan roti gandum.

PEMBAHASAN

Jumlah ekstrak cangkang gonggong yang dihasilkan terhitung cukup banyak jika dibandingkan dengan jumlah ekstrak metanolik cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) berdasarkan penelitian Pebrian (2010). Padahal baik gonggong (*Strombus* sp.) maupun keang hijau (*Perna viridis*) merupakan anggota kelompok mollusca laut yang tubuhnya dilindungi oleh cangkang atau rangka luar (eksoskeleton). Hal ini diduga dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu kandungan mineral seperti kalsium karbonat pada cangkang gonggong yang lebih banyak jika dibandingkan dengan kandungan mineral pada cangkang kerang hijau (*Perna viridis*). Dengan demikian perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memastikan konsentrasi mineral terutama kalsium karbonat yang terkandung pada cangkang gonggong (*Strombus* sp.).

Isolat bakteri yang terkandung pada roti tawar memiliki karakter morfologi koloni yang cenderung berbeda namun memiliki kesamaan dalam bentuk sel yaitu bacil (streptobacilli dan diplobacilli). Disamping itu, isolat bakteri yang terdapat pada roti tawar dan roti gandum basi merupakan bakteri gram negatif yang cenderung berpotensi sebagai bakteri patogenik. Keragaman karakter pada isolat bakteri yang cenderung bersifat patogenik ini mengindikasikan adanya keragaman spesies bakteri patogenik yang mengindikasikan beragamnya pula jenis penyakit yang dapat ditimbulkan dari infeksi bakteri tersebut.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Yoswaty dan Zulkifli (2016) menunjukkan bahwa daging gonggong (*Strombus canarium*) terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri pathogen seperti *Vibrio* sp., *C. perfringens*, *Pseudomonas* sp. dan *E. coli* karena mengandung senyawa bioaktif. Adapun pada cangkang gonggong yang didominasi oleh kandungan mineral juga tidak menutup kemungkinan memiliki potensi sebagai antibakteri. Melalui penelitian ini, dapat diketahui bahwa ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) dapat menghambat pertumbuhan isolat bakteri pada roti tawar dan roti gandum basi. Adapun konsentrasi ekstrak cangkang gonggong yang paling optimal dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut juga cenderung rendah yakni berkisar 0,5-0,8 mg/ml.

Pada ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) diduga mengandung kalsium karbonat, sebab menurut Asriza dan Fabiani (2018), pada cangkang siput gonggong mengandung mineral kalsium karbonat. Menurut Ataee (2011) dan Utari (2018), kalsium karbonat merupakan senyawa polar yang berpotensi sebagai antibakteri. Kepolaran kalsium karbonat memudahkan senyawa tersebut masuk ke dalam sel bakteri, sebab sel bakteri mengandung air yang bersifat polar pula seperti kalsium karbonat. Dengan demikian, kalsium karbonat dapat mengganggu aktifitas di dalam sel sehingga terhambat pertumbuhannya.

Meskipun demikian, isolat bakteri pada roti tawar dan roti gandum didominasi oleh bakteri gram negatif yang dilindungi oleh lapisan membrane luar (outer membrane). Menurut Black (2008), pada lapisan luar sel bakteri gram negatif terdapat lapisan membrane luar (outer membrane) yang strukturnya didominasi oleh lipid yang cenderung bersifat non polar. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak hanya kalsium karbonat saja yang berperan dalam penghambatan pertumbuhan isolat bakteri pada roti, namun juga terdapat senyawa lain yang bersifat nonpolar yang berperan dalam mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri pada roti. Dengan demikian, kombinasi senyawa yang berbeda kepolaran ini dapat memudahkan larutan ekstrak cangkang gonggong (*Strombus* sp.) untuk menembus lapisan membran luar (outer membrane) pada bakteri gram negatif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Yayasan Putra Jaya Batam selaku pemberi dana penelitian melalui program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Stimulus Dosen untuk Pendanaan Internal Semester Genap Tahun Ajaran 2018/2019.

DAFTAR PUSTAKA

Asriza, R.O. & V.A. Fabiani. (2018). Transesterifikasi Minyak Jelantah Menggunakan Katalis CaO dari Cangkang Siput Gonggong (*Strombus canarium*). *Prosiding Seminar Nasional & Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Bangka Belitung* 1(1): 192-197

- Ataee, R.A., J. Derakhshanpour, M. Tavana & A. Edy. (2011). Antibacterial effect of calcium carbonate nanoparticels on *Agrobacterium tumefaciens*. *Iranian Journal of Military Medicine* 13(2): 65-70
- Black, Jacquelyn G. 2008. *Microbiology :Principles and Exploration* 7th ed. USA : John Wiley & Sons, Inc.
- David, A.P., A. Naghiu, G.M. Catunescu, O.M. David & D. Olar. (2012). The Influence of Storage Temperature on the Bread Quality. *Bulletin UASVM Agriculture* 69(2): 248, 253
- Gómez M, Ronda F, Blanco CA, Caballero PA, & Apesteguia A. (2003). Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *European Food Research and Technology* 216:51-56
- Isa, T., Z.A.B. Zakaria, Y. Rukayadi, M.N.M. Hezmee, A.Z.Jaji, M.U. Imam, N.I. Hammadi & S.K. Mahmood. (2016). Antibacterial Activity of Ciprofloaxcin-Encapsulated Cockle Shells Calcium Carbonate (Aragonite) Nanoparticles and Its Biocompatibility in Macrophage J774A.1. *International Journal of Molecular Sciences* 17(5): 1, 8-9
- Koswara, Sutrisno. (2009). Teknologi Pengolahan roti. Retrived from <http://tekpan.unimus.ac.id/wp-content/uploads/2013/07/Teknologi-Roti-Teori-dan-Praktek.pdf>
- Kurniawan, T.D., H. Irawan & F. Lestari. (2016). Struktur Komunitas Siput Laut Gonggong di Perairan Pulau Terkulai Kelurahan Senggarang Kecamatan Tanjung Pinang Kota, Kota Tanjung Pinang, Provinsi Kepulauan Riau. *Tesis*. Tanjung Pinang : FKIP, Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Mydin, R.B. S.M. N., I.N.M. Zahidi, N.N. Ishak. N.S.S.N. Gazali, S. Moshawih & S. Siddiquee. (2018). Potential of Calcium Carbonate nanoparticles for Therapeutic Applications. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences* 14: 203-204
- Pebrian, Feri. (2010). Penapisan Awal Senyawa Antibakteri Dari Ekstrak Kerang Hijau (*Perna viridis*). *Skripsi*. Bogor : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Rochmawati, I., M. Ibrahim & R. Ambarwati. (2015). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kerang Pisau (*Solen sp.*) dan Kerang Simping (*Placuna placenta*). *Biosaintifika* 7(2) : 129-132
- Silva, M.M. & F.C. Lidon. (2016). Food preservatives-An overview on applications and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 28(6): 366-373
- Tarar, O.M., S. Rehman, G. Mueen-ud-din & M.A. Murtaza. (2010). Studies on the shelf life of bread using acidulants and their salts. *TÜBITAK* 34:133-138
- Utari, Putri Wulan. (2018). Pembuatan Pasta Gigi Herbal berbahan Dasar Kalsium Karbonat (CaCO₃) Dari Cangkang Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*). *Skripsi*. Makassar : Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Wijaya, M.R., M.D. Puspita & Khumairoh, A. (2017). ABC Dental Pasta : pemanfaatan CaCO₃ dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dan gambir (*Uncaria gambir* Roxb) sebagai antibacterial dental pasta dalam mewujudkan fresh and healthy tooth. *Karya Tulis Ilmiah*. Malang : Universitas Brawijaya.
- Yoswaty, D. & Zulkifli. (2016). Analisis Antibakteri ekstrak Etanol Siput Gonggong (*Strombus canaries*) terhadap bakteri Patogen. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada* 18(2): 83-89

**PENGARUH SPEKTRUM CAHAYA TERHADAP PEMBENTUKAN BUNGA,
PERTAMBAHAN PANJANG INTERNODUS, DAN KADAR SUKROSA
*Portulaca grandiflora***

Eliana Junita*¹, Putu Jessica², Dzakira Zharifa Khansa³, Shaffa Attsauri⁴, Kiem Adi Budiman⁵

^{1,2}Institut Teknologi Bandung; Jalan Ganeca 10; (022) 2500935

³Jurusan Biologi, Sekolah Ilmu Teknologi Hayati, Bandung 40614

e-mail: *¹eliana327@gmail.com, ²putujessica97@gmail.com, ³dzakirazhrf@yahoo.com
⁴shaffaatssauri@gmail.com, ⁵kiemadibudiman@gmail.com

Abstrak. Dewasa ini pengembangan komoditi ekspor bunga di Indonesia masih tergolong tertinggal. Akan tetapi, dilihat dari potensi dan peluang pasar, komoditi florikultural mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan di masa mendatang. Melalui penelitian ini, dapat diketahui pengaruh dari penyinaran dengan beragam spektrum cahaya terhadap tanaman, khususnya *Portulaca glandiflora*. Penelitian diawali dengan membuat rangkaian listrik yang terdiri dari lampu LED berwarna kombinasi merah-biru, merah, biru dan putih. Selanjutnya, dilakukan penyinaran lampu yang dilakukan setiap hari pada pukul 6.30 hingga 16.30 selama satu bulan. Pengamatan yang dilakukan adalah menguji kadar sukrosa, mengukur panjang internodus dan menghitung jumlah bunga yang kuncup dan mekar. Tanaman yang disinari cahaya merah-biru, merah, putih dan biru memiliki penambahan tinggi berturut-turut 0,357143 cm, 0,22381 cm, 0,466667 cm dan 0,388095 cm. Berdasarkan pengukuran kadar sukrosa dilakukan, kadar sukrosa yang dikandung tanaman yang disinari cahaya putih, biru, kombinasi merah-biru dan merah, berturut-turut ialah 1 blx, 0,8 blx, 1 blx, dan 1,2 blx. Pengamatan bunga yang dilakukan selama perlakuan tidak ditemui pembentukan bunga, baik bunga kuncup ataupun mekar. Berdasarkan hasil penelitian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa penyinaran dengan cahaya putih paling berpengaruh terhadap penambahan panjang internodus *Portulaca grandiflora*, sedangkan penyinaran dengan cahaya merah memberi peningkatan paling besar terhadap kadar sukrosa bunga/kuncup *Portulaca grandiflora*.

Kata Kunci: Maksimal 6 kata yang bersifat spesifik, yang dapat membantu penyusunan indeks.

PENDAHULUAN

Berbicara mengenai pengembangan komoditi florikultural di Indonesia, telah didapati bahwa pengembangan komoditi ekspor bunga di Indonesia masih tergolong tertinggal jika dibandingkan dengan negara tetangga seperti Thailand. Kebijakan pemerintah selama Pelita I sampai Pelita VI lebih menitikberatkan swasembada dengan beras sebagai komoditinya. Sehingga pengembangan komoditi bunga kurang menjadi perhatian. Padahal, jika dilihat dari potensi dan peluang pasar, maka komoditi florikultural mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan di masa mendatang. Penduduk kota yang terus meningkat dan bersamaan dengan pendapatan yang terus membaik, serta berkembangnya industri pariwisata dengan pengembangan hotel-hotel dan rumah-rumah makan di beberapa kota besar Indonesia dan dunia memberikan dampak positif terhadap komoditi ini (Nasution, 2013).

Didapati penelitian-penelitian mengatakan bahwa pembungaan dan pertumbuhan tanaman dapat ditingkatkan dengan pemberian perlakuan berupa penyinaran dengan beragam spectrum cahaya dan memberikan hasil yang beragam. Melalui penelitian kecil ini, dalam jangka pendek diharapkan dapat diketahui pengaruh dari penyinaran dengan beragam spectrum cahaya terhadap tanaman khususnya sutra bombay. Jika nantinya hipotesis yang diajukan terbukti, dalam jangka panjang dan skala besar diharapkan didapat hasil yang bisa berkontribusi meningkatkan produktivitas petani bunga di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian bersifat eksperimental ini dilaksanakan di Rumah Kaca dan Laboratorium Instruksional Barat, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung. Penelitian dilakukan pada tanggal 8-26 April 2017.

Desain Penelitian

Sebanyak 28 tanaman sutra bombay berusia 2 minggu tanpa bunga dibagi ke dalam 3 kelompok perlakuan (cahaya merah, cahaya biru, serta kombinasi cahaya merah-biru) dan cahaya putih sebagai kontrol dengan 14 jam fotoperiod. Aklimatisasi dilakukan selama 4 hari. Pengambilan data dilakukan pada hari ke-1, 7, dan 14 setelah aklimatisasi.

Instalasi Lampu

Papan tripleks berukuran 1-2 meter, kabel sepanjang 5 meter, adaptor, soket DC, dan lampu LED berwarna merah, biru, merah-biru, dan putih disiapkan. Rangkaian lampu dibuat seri-paralel dengan bantuan teknisi. Rangkaian dihubungkan dengan stopkontak 220 V. Instalasi dipasang dalam kontainer masing-masing kelompok tanaman. Lampu dapat dinyalakan atau dimatikan secara manual.

Persiapan dan Perawatan Tanaman

Tanaman sutra bombai dalam polybag diperoleh dari penyuplai tanaman hias di Lembang. Tanaman kemudian ditempatkan dalam ruang bersekat berukuran 1 x 0,7 x 0,5 m yang telah dipasang instalasi lampu. Perawatan tanaman dilakukan dengan penyiraman teratur dan penyiangan gulma.

Pengukuran Kadar Sukrosa Apikal

Kadar sukrosa diukur berdasarkan indeks refraktif menggunakan refraktometer. Kalibrasi dilakukan dengan akuades. Sebanyak 0,2 g sampel pucuk tanaman digerus menggunakan mortar dengan penambahan 1 mL akuades. Homogenat diteteskan pada lensa yang telah dibersihkan. Angka hasil pengukuran dikalikan dengan faktor konversi pengenceran. Hasil pengukuran didapat dalam satuan Brix (gr/100 gr air murni).

Pengukuran Panjang Internodus

Panjang internodus diukur sebagai indikator pertumbuhan vegetatif. Tiga tunas dipilih dari tiap-tiap pot untuk pengukuran panjang internodus. Panjang internodus diukur menggunakan penggaris. Hasil pengukuran didapat dalam satuan cm.

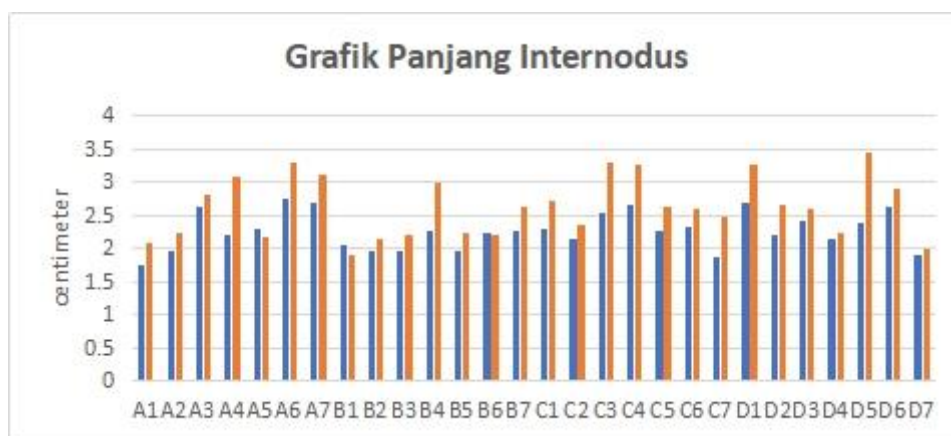
Penghitungan kuncup bunga

Dimulainya pertumbuhan generatif ditandai dengan terbentuknya kuncup bunga. Kuncup bunga dari setiap pot dihitung kemudian diakumulasi untuk masing-masing perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemanjangan Internodus

Hasil pengukuran pemanjangan internodus sutra bombay tersaji dalam grafik A berikut.



Gambar 1. Grafik panjang internodus sutra Bombay

Tanaman A yang disinari cahaya merah-biru memiliki rata-rata delta penambahan sebesar 0,357143 cm, lalu tanaman B yang disinari cahaya merah memiliki rata-rata delta penambahan 0,22381 cm, tanaman C yang disinari cahaya putih memiliki rata-rata delta penambahan sebesar 0,466667 cm dan tanaman D yang disinari cahaya biru memiliki rata-rata delta penambahan sebesar 0,388095 cm. Berdasarkan hasil yang didapat maka cahaya merah memiliki delta rata-rata penambahan paling kecil dan warna putih menghasilkan delta rata-rata penambahan paling besar. Hal ini disebabkan karena pada tumbuhan terdapat dua bentuk sitokrom yaitu Pr dan Pfr. Pr adalah bentuk inaktif dalam keadaan gelap sedangkan Pfr adalah bentuk aktif dalam keadaan terang. Pada tanaman long day, saat disinari cahaya merah Pr diubah menjadi Pfr maka akan dihasilkan enzim α -amilase yang akan mengubah pati menjadi glukosa untuk persiapan pembungaan. Namun pada tanaman short day, Pfr yang terbentuk karena disinari cahaya merah justru menghasilkan glukosa dengan cara yang lambat sehingga menghambat perbungaan dan pertumbuhan internodus. (Taiz & Zeiger).

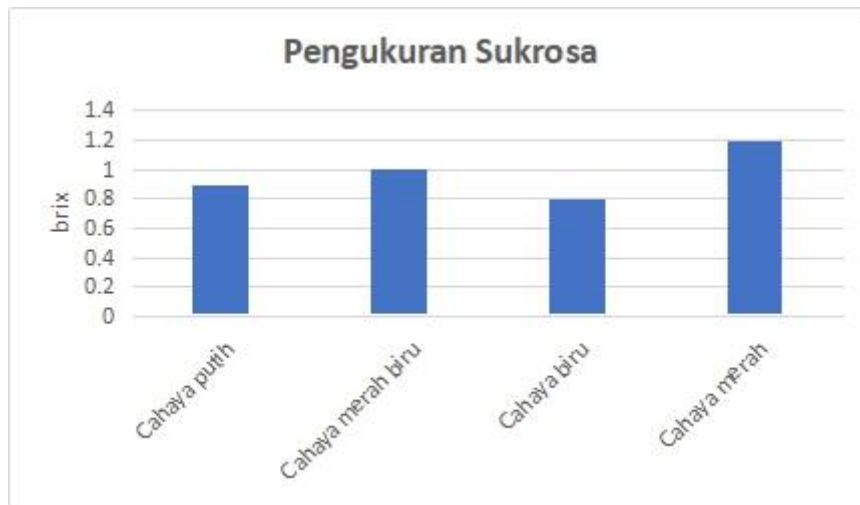
Hasil Pembentukan Bunga

Menurut literatur, tanaman tidak memekarkan bunga karena kurangnya penyinaran matahari langsung dan banyaknya unsur hara pada medium. Bunga Sutra Bombay yang digunakan menggunakan medium sekam padi dan kompos. *Portulaca grandiflora* merupakan bunga yang dipicu oleh tekanan (stress-induced flower) akan unsur hara dan intensitas cahaya tinggi. Saat bunga sutra bombay berada pada medium tandus (poor-nutritioned medium) dan intensitas cahaya tinggi, gen PnFT2 akan teraktivasi dan phenylalanine ammonia-lyase (PAL) akan meningkat.

Beberapa stress yang memengaruhi tanaman diantaranya :sedikitnya nutrisi, kekeringan, cahaya terlalu banyak atau terlalu sedikitnya cahaya. Jika tanaman tersebut mendapat stress itu, mereka bakal trancam mati dan berevolusi mnghasilkan kemampuan untuk berketurunan sebelum mati dengan mengaktifkan PnFT2. PnFT2 merupakan gen yang berfungsi untuk pembungaan. Jika tidak terancam mati (tidak mendapat *stress*), gen yang aktif untuk pemekaran bunga ialah PnFT1. (Wada, 2010)

Hasil Pengukuran Kadar Sukrosa

Hasil pengukuran kadar sukrosa apikal tanaman sutra bombay tersaji dalam table 4.2 berikut



Gambar 2. Data pengukuran kadar sukrosa apikal sutra Bombay

Dari tabel tersebut didapat tanaman yang disinari cahaya merah memiliki kandungan sukrosa yang paling tinggi. Kadar sukrosa yang dikandung tanaman yang disinari cahaya merah ialah 1.2 blx, sedangkan tanaman yang disinari cahaya biru: 0.8 blx, tanaman yang disinari cahaya merah-biru: 1blx, tanaman yang disinari cahaya putih: 1blx. Cahaya biru diabsorpsi bukan oleh klorofil saja, tapi juga karotenoid dan beberapa karotenoid bukan berada di kloroplas, dan juga karoten serta xanthofil akan membuat karotenoid. Karoten tidak mentransfer energy yang diabsorpsi secara efisien ke klorofil. Beberapa bagian cahaya biru yang diserap tidak digunakan untuk fotosintesis melainkan untuk membuat karoten. Sedangkan cahaya merah, semua cahayanya diserap oleh klorofil dan digunakan secara efektif untuk fotosintesis. Semakin tinggi laju fotosintesisnya, semakin banyak sukrosa yang dihasilkan (Josef, 2001). Hasil pengamatan menunjukkan kesesuaian dengan literatur bahwa cahaya merah mempunyai kandungan sukrosa paling tinggi.

Selama perlakuan, tanaman perlakuan maupun kontrol lampu putih tidak memunculkan bunga sama sekali. Sedangkan tanaman dengan perlakuan sinar matahari (dengan penyiraman sama seperti tanaman perlakuan) menumbuhkan banyak tunas bunga namun tidak mekar.

Refraktometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur sampel dalam jumlah sedikit. Cara penggunaannya pun sederhana dan cepat. Cukup gunakan setetes sampel pada refraktometer, maka persentase pengukuran akan langsung terbaca. Prinsip yang digunakan dalam pengukuran adalah pembiasan cahaya melalui cairan. Cahaya bergerak dari udara menembus medium lain yang lebih rapat. Terjadi perubahan kecepatan perambatan cahaya dalam cairan, mengakibatkan cahaya seolah-olah “berbelok”. Refraktometer menggunakan prinsip ini untuk menentukan kadar padatan yang terlarut.

Kadar TSS ditunjukkan dalam ukuran sudut pembelokan yang dibandingkan terhadap indeks bias tertentu (biasanya sukrosa) untuk evaluasi konsentrasi larutan. Hasil pengukuran ditunjukkan dalam satuan Brix, yaitu gram dalam 100 g air murni.

Refraktometer digunakan untuk mengukur persentase konsentrasi padatan terlarut dalam sampel. Alat ini bekerja dengan mengukur indeks refraksi suatu larutan, indikator seberapa banyak cahaya yang berbelok saat melalui sampel.

Suhu merupakan faktor yang cukup berpengaruh terhadap akurasi pembacaan alat. Hal ini disebabkan sifat alami larutan, yaitu memuai dalam suhu tinggi sehingga kerapatannya pun berkurang. Larutan yang mengandung sukrosa biasanya akan berubah sebanyak 0,5% setiap kenaikan 10°F atau 12°C. Pada umumnya, indeks refraktif yang dilaporkan di literatur diukur pada suhu 20-25°C.

Tabel 1. Tabel Koreksi Pengukuran Menggunakan Refraktometer

**Abbreviated International Temperature
Correction Table for a Refractometer
Tested at 20 degrees C.**

Temp C	Temp F	Dry Substance Content In Percent				
		0	5	10	15	20
10	50	Subtract .50 Brix	Subtract .54 Brix	Subtract .58 Brix	Subtract .61 Brix	Subtract .64 Brix
15	59	Subtract .27 Brix	Subtract .29 Brix	Subtract .31 Brix	Subtract .33 Brix	Subtract .34 Brix
20	68	<none required @ 20c ° / 68F degrees>				
25	77	Add .33 Brix	Add .35 Brix	Add .36 Brix	Add .37 Brix	Add .38 Brix
30	86	Add .72 Brix	Add .74 Brix	Add .77 Brix	Add .78 Brix	Add .79 Brix

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut membantu, Trimurti Hesti, Ahmad Faizal, Novi Tri, dan segenap asisten proyek tumbuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (1982). *Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Angkasa, Bandung
- Bentley, J. A. & Housley, S. (1954). *Physiol. Plantarum*, 7, 405
- Britton & Brown. (1913). *Illustrated Flora - 2nd Edition An Illustrated Flora of the Northern United States and Canada - Volume I - Medicinal Plant excerpts*.
- Elisa. (2004). *Pembungaan dan Produksi Buah I*, ugm.ac.id. Diakses tanggal 6 Mei 2017, pukul 06.00WIB
- Gilman, E. F., Howe, T. (1999). *Torenia fournieri*. University of Florida, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences.
- Guntur, A. P Pengaruh strangulasi terhadap pembungaan jeruk besar 'Nambangan' (Tesis). Bogor; Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Gordon, S. A. (1956). *Biogenesis of natural auxins*. In "Chemistry and Mode of Action of Plant Growth Substances" (R. L. Wain and F. Wightman, eds.), pp 65-75. Academic Press, New York,
- Hidayat Ramdan Pengaruh Pemangkasan Produksi dan Kombinasi Dosis Pupuk Buatan terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Tanaman Mangga (*Mangifera Indica L.*) Cv. Arumanis. Staf Pengajar Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Jawa Timur. *Jurnal Agrosains* Vol 7(1).
- Josep M. Torne, Moysset, L., Santos, M., Simon, E. (2001). *Effects of light quality on somatic embryogenesis in *Araujia sericifera**, *Physiologia Plantarum*. Lizawati Induksi Pembungaan Dan Pembuahan Tanaman Buah Dengan Penggunaan Retardan. Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jambi Kampus Pinang Masak, Mendalo Darat, Jambi. *Jurnal Agronomi* Vol 12
- Nasution, (2013). *Persepsi masyarakat kota Medan terhadap perekonomian di Indonesia*. Universitas Negeri Medan.
- Wada, Kaede C., Takeno, K. (2010). *Stress-induced flowering*. *Plant Signaling & Behavior*. https://www.researchgate.net/post/Why_the_rate_of_Photosynthesis_is_higher_in_red_light_while_the_rate_of_absorption_is_highest_of_blue_light [diakses 7 Mei, 2017].

OP BIOSENSOR: DETEKSI DAN DEGRADASI ORGANOPHOSPHAT PADA TANAH DENGAN PENDEKATAN SINTETIK BIOLOGI

Euis Ratnasari¹, Widya Nur Septiani², Cipta Adi Nugraha³, Diah Kusumawaty*

Jurusan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung 40154
e-mail: *diah.kusumawaty@upi.edu

Abstrak. *Organophosphat merupakan salah satu senyawa neurotoksik yang terkandung dalam pestisida. Organophosphat ini senyawa yang paling efektif dalam membasmi hama dan digolongkan dalam pestisida yang berbahaya. Pemakaian pestisida yang berlebihan dan terus menerus dapat menimbulkan pencemaran tanah juga menyebabkan keracunan bahkan kematian bagi manusia. Intoksikasi atau keracunan organophosphat merupakan masalah kesehatan global dan menyebabkan 300.000 kematian setiap tahun. Metode kimia dan fisika masih belum efektif dalam mendeteksi dan mendegradasi organophosphat. OP biosensor: sebagai E. coli termodifikasi yang dapat mendeteksi dan mendegradasi organophosphat dengan pendekatan sintetik biologi. Penggunaan part OPH dapat menghasilkan enzim organophosphat hidrolase yang akan merubah organophosphat menjadi 4-Nitrophenol. 4-Nitrophenol akan mengaktifkan part DmpR yang akan menginduksi part amiloGFP untuk menghasilkan warna kuning. OP biosensor diharapkan mampu dijadikan solusi alternatif pendeteksian dan pendegradasi organophosphat yang ada di tanah sehingga keseimbangan ekosistem tetap terjaga.*

Kata Kunci: *Biosensor, Organophosphat, Pestisida, Sintetik Biologi.*

PENDAHULUAN

Pertambahan penduduk yang saat ini sudah berjumlah lebih dari 250 juta jiwa menyebabkan kebutuhan pangan nasional meningkat (Nugroho, 2015). Diperlukan usaha intensifikasi pertanian untuk memenuhi kebutuhan pangan. Salah satu bentuk intensifikasi pertanian adalah dengan penggunaan pestisida. Pestisida merupakan substansi kimia yang sangat efektif untuk mengendalikan hama. Pemakaian pestisida yang berlebihan dan terus menerus dapat menimbulkan pencemaran tanah dan perairan juga dapat menyebabkan keracunan bahkan kematian bagi manusia (Tarumingkeng, 2008).

Senyawa Organophosphat (OP) merupakan salah satu senyawa bersifat neurotoksik yang sangat kuat yang biasa digunakan sebagai pestisida dan insektisida. Senyawa organophosphat adalah senyawa yang paling efektif dalam membasmi hama dan digolongkan dalam pestisida yang berbahaya (Yang et al., 2006). Data pertanian tahun 2015 menunjukkan bahwa jumlah pestisida yang terdaftar untuk pertanian mencapai 2.628 pestisida dan 50% nya merupakan golongan organophosphat (Nugroho, 2015). Intoksikasi atau keracunan organophosphat merupakan masalah kesehatan global dan menyebabkan 300.000 kematian setiap tahun (Goel & Aggarwal, 2007). Senyawa ini menghambat esterase asetilkolin dan mengganggu fungsi sistem saraf pusat diikuti oleh kelumpuhan otot yang parah dan kematian (Ortiz-Hernandez et al., 2010).

Berbagai metode kimia dan fisika telah diterapkan untuk menurunkan residu pestisida. Salah satunya adalah kromatografi gas dan cair, tetapi metode tersebut memiliki banyak kekurangan seperti memerlukan biaya yang tinggi, waktu analisis lama, belum dapat diaplikasikan pada sampel nyata, berbahaya bagi organisme non-target, kemungkinan menyebabkan polusi sekunder, juga dapat menyebabkan tidak berfungsinya dan menurunnya kualitas lingkungan yang sangat merugikan bagi keseimbangan ekosistem tanah (Shin, 2011). Oleh karena itu, diperlukan suatu metode analisis yang lebih cepat dan akurat untuk mendeteksi dan mendegradasi residu pestisida organophosphat pada tanah. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah biosensor.

Biosensor mikroba adalah perangkat analitis yang menggabungkan satu atau lebih mikroorganisme untuk menghasilkan keluaran(output) yang terukur yang menghasilkan informasi kualitatif atau kuantitatif (Lee, 1992). Biosensor menawarkan portabilitas juga spesifisitas dan sensitivitas yang baik sehingga menjadi alternatif yang menarik. Biosensor disukai karena biaya

produksi yang relatif rendah dan memiliki operasional yang stabil. Biosensor biasanya terdiri dari sensing module dan reporter. Sensing modul terdiri dari regulator transkripsi yang diaktifkan oleh bahan kimia yang akan dirasakan, sedangkan promotor dari regulator transkripsional menyatu dengan gen reporter untuk membentuk modul reporter (Su, 2011).

Banyak pestisida organophosphat, seperti Paraoxon dan Parathion, menghasilkan 4 Nitrofenol bila dihidrolisis oleh enzim organophosphat hidrolase (OPH). 4-Nitrophenol dapat dideteksi oleh aktivator transkripsi yang diinduksi oleh efektor aromatik. Contoh aktivator transkripsional tersebut termasuk DmpR, 11 MopR, 12 CapR, 13 MphR, 14 dan PhhR. Dimethyl protein pengatur fenol (DmpR) adalah yang paling banyak diteliti (Herrera, 2010).

Dalam penelitian ini kami akan membentuk biosensor dalam *E.Coli* untuk mendeteksi organophosphat dengan 4- nitrophenol sebagai produk hidrolisis enzim OPH menggunakan DmpR sebagai elemen biosensing untuk 4-nitrofenol. AmilGFP digunakan sebagai gen reporter yang akan menghasilkan warna kuning.

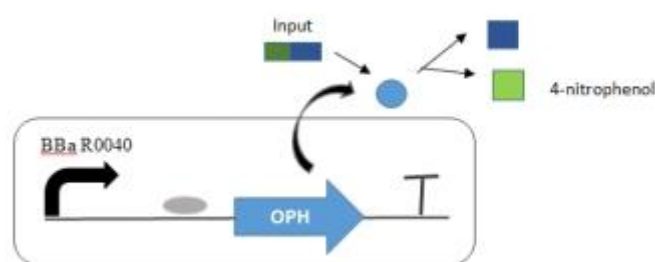
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu secara *in silico* dan *in vitro*. Pada tahap *in silico*, device dirangkai agar dapat menciptakan sistem biologis baru sehingga dapat digunakan sesuai dengan regulasi yang diinginkan yaitu mendeteksi keberadaan organophosphat (OP) pada tanah. Parts dari device tersebut dirangkai berdasarkan teknik BioBrick Assembly yang didapat dari iGem pada laman <http://parts.igem.org/Catalog>. Parts yang digunakan meliputi protein regulator, promotor, Ribosom Binding Side (RBS) dan gen reporter. Adapun operator yang digunakan pada penelitian ini adalah DmpR. Sementara untuk gen reporter pada penelitian ini menggunakan AmilGFP.

Pada tahap *in vitro* dilakukan transformasi pada *E. coli*. Plasmid disisipkan kedalam *E. coli* dan dikultur dalam Luria Broth dalam bufer potasium fosfat (LB-PPB). *E. coli* digunakan sebagai host untuk menyisipkan plasmid yang telah dirancang secara *in silico*. *E. coli* rekombinan yang telah tumbuh selanjutnya dipindahkan pada tabung 1,5 ml dan siap digunakan dalam deteksi pencemaran tanah terhadap pestisida. Sampel tanah yang akan diuji dilarutkan dengan air setelah itu diteteskkan pada tabung 1,5 ml berisi *E. coli* rekombinan. Dengan indikator warna kuning maka menunjukkan tanah mengandung organophosphate (Bahan aktif dari pestisida).

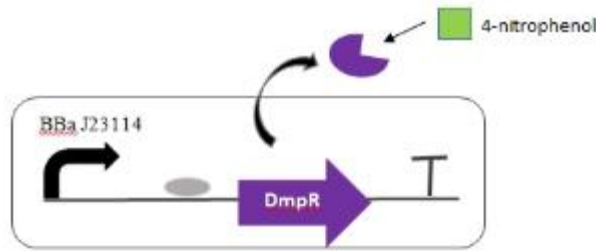
HASIL DAN PEMBAHASAN

OPH



Gambar 1. Regulasi OPH

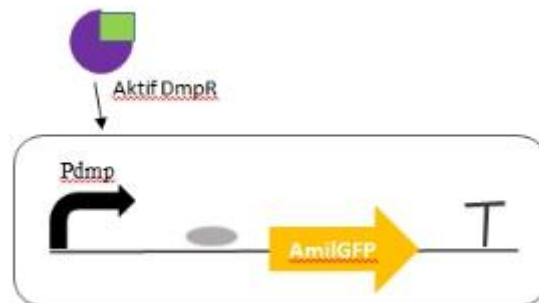
Device ini dibangun oleh promotor, RBS, gen sensor dan terminator. Promotor yang digunakan yaitu BBa R0040. OPH dikodekan oleh OPD (*Organophosphate degrading*) ditemukan pada plasmid yang berbeda dan OPD baru-baru ini terbukti menjadi bagian dari *Elemen Mobilizable Integrative* (IME) (Parthasarathy et al., 2016). Pada tahapan ini saat organophosphat datang (input) maka mengaktifkan enzim *organophosphat hydrolase* sebagai penghidrolisis organophosphat menjadi 4-nitrophenol. Diperlukan sistem tambahan yang dapat mengontrol gen OPD agar tidak berhomolog dengan senyawa atau inducer lain.



Gambar 2. Regulasi DmpR

DMPR

DmpR merupakan aktivator transkripsi dalam sistem biosensor berfungsi sebagai pendeteksi berbagai (metil) fenol dalam berbagai mikroorganisme seperti *Escherichia coli* oleh promotor *dmp* operon. DmpR yang terdiri dari 563 asam amino residu, diekspresikan secara konstitutif tetapi perlu diaktifkan oleh efektor aromatik untuk aktivitas promosi transkripsionalnya. (Xue et al., 2014). DmpR mengkodekan regulator utama dalam katabolisme fenol (Madhushani et al., 2014). Organophospat yang menghasilkan senyawa fenolik ketika dihidrolisis. Setelah dihidrolisis menjadi 4-nitrophenol, senyawa ini berikatan dengan represor sehingga dapat mengaktifkan DmpR.



Gambar 3. Regulasi amilGFP

Gen reporter protein warna (amilGFP)

Warna menjadi komponen yang sangat penting dalam proses pendeteksian karena warna ini memvisualisasikan suatu kondisi yang tidak terlihat secara kasat mata. Eksperimen membutuhkan penanda unik di setiap garis sel. Terdapat beberapa agen pewarna seperti *fluorescent* dan *chromoprotein*. Terumbu karang diwarnai oleh *fluorescent* (FPs) dan *chromoprotein* (CPs) yang merupakan homolog keluarga protein eukaryotic dengan *fluorescent* ubur-ubur hijau (GFP). Homolog GFP ini adalah protein kecil masing-masing dikodekan oleh gen tunggal, terdiri dari persentase protein larut dalam jaringan yang relatif tinggi, diekspresikan, dan membentuk kromofornya tanpa perlu kofaktor atau substrat selain oksigen. FP dan CP menyerap tegangan untuk memberikan warna yang terlihat jelas di bawah cahaya sekitar (Decker, 2013). Setelah 4-nitrophenol berikatan dengan represor dan menempel pada promotor *Pdmp* maka akan menginduksi aktifnya visualisasi sensor warna pada *amilGFP* menjadi warna kuning yang menandakan adanya senyawa organophosphate.

UCAPAN TERIMA KASIH

Proyek penelitian biologi sintetik ini masih belum sempurna dan masih banyak kekurangan sehingga perlu ditinjau lebih lanjut. Terimakasih kepada Dr. Diah Kusumawaty, M.Si. sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan penulis pengetahuan dan pemahaman mengenai biologi sintetik yang sangat bermanfaat bila dikembangkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Chong. (2016). Development of Colorimetric-Based Whole-Cell Biosensor for Organophosphorus Compounds by Engineering Transcription Regulator DmpR. *ACS Synth. Biol.* 2016, 5, 1290–1298

- Dedecker P, De Schryver, F. C., Hofkens, J., Fluorescent proteins: shine on, you crazy diamond. *J Am Chem Soc.* 2013; 135:2387–402.
- Goel, A., Aggarwal, P. (2007). Pesticide poisoning. *Natl. Med. J. India* 20, 174e176
- Herrera, M. C., Duque, E., Rodríguez-Herva, J. J., Fernández- Escamilla, A. M. & Ramos, J. L. (2010) Identification and Characterization of the PhhR Regulon in *Pseudomonas Putida*. *Environ. Microbiol.* 12, 1427–1438.
- Kim, C. S., Choi, B. H., Seo, J. H., Lim, G. & Cha, H. J. 2013. Mussel Adhesive Protein Based Whole Cell Array Biosensor for Detection of Organophosphorus Compounds. *Biosens. Bioelectron.* 41, 199–204.
- Lee, S., Sode, K., Nakanishi, K., Marty, J.-L., Tamiya, E. & Karube, I. (1992) A novel microbial sensor using luminous bacteria. *Biosens. Bioelectron.* 7, 273-277.
- Madhushani, A., del Peso-Santos, T., Moreno, R., Rojo, F. & Shingler, V. (2014). Transcriptional and Translational Control Through the 5'-leader region of the *dmpR* master Regulatory Gene of Phenol Metabolism. *Environmental Microbiology*, 17(1), 119–133. doi:10.1111/1462-2920.12511
- Nugroho. (2015). Analisis Residu Pestisida Organofosfat Di Perairan Mlonggo Kabupaten Jepara. *Jurnal Oseanografi. Volume 4, Nomor 3, Tahun 2015, Halaman 541 – 544.*
- Ortiz-Hernandez, M. L., Sanchez-Salinas, E. (2010). Biodegradation of the Organophosphate Pesticide Tetrachlorvinphos by Bacteria Isolated from Agricultural Soils in Mexico. *Rev. Int. Contam. Ambient* 26, 27e38.
- Parthasarathy, S., Parapatla, H., Nandavaram, A., Palmer, T. & Siddavattam, D. (2016). Organophosphate Hydrolase Is a Lipoprotein and Interacts with Pi-specific Transport System to Facilitate Growth of *Brevundimonas diminuta* Using OP Insecticide as Source of Phosphate. *Journal of Biological Chemistry*, 291(14), 7774–7785.
- Shin, H. (2011) Genetically engineered microbial biosensors for in situ monitoring of environmental pollution. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 89, 867–877.
- Su, L., Jia, W., Hou, C. & Lei, Y. (2011) Microbial biosensors: A review. *Biosens. Bioelectron.* 26, 1788–1799.
- Tarumingkeng, R. (2008). *Insektisida: Sifat, Mekanisme Kerja, dan Dampak Penggunaannya.* UKRIDA Press: Jakarta.
- Xue, H. R., Shi, H. L., Yu, Z., He, S. X., Liu, S. Y., Hou, Y. H., Pan, X. J., Wang, H., Zheng, P., Cui, C., Viets, H., Liang, J., Zhang, Y. H., Chen, S. B., Zhang, H. Q. M. & Ouyang, Q. (2014) Design, Construction, and Characterization of a Set of Biosensors for Aromatic Compounds. *ACS Synth. Biol.* 3, 1011–1014.
- Yang, C., Liu, N., Guo, X. & Qiao, C. (2006). Cloning of *mpd* Gene from a Chlorpyrifosdegrading Bacterium and Use of this Strain in Bioremediation of Contaminated Soil. *FEMS Microbiol. Lett.* 265, 118e125.

**CATATAN *Syzygium glabratum* dan *S. fastigiatum* DI KEBUN RAYA
“EKA KARYA” BALI – LIPI**

Siti Sunarti*¹, Putri Kesuma Wardhani²

¹‘Herbarium Bogoriense’, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi - LIPI
Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46

²Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya “Eka Karya” Bali – LIPI
e-mail: *¹narti_supeno@yahoo.com, ²wardhani_putrikesuma@yahoo.com

Abstrak. Kebun Raya “Eka Karya” Bali – LIPI melakukan kegiatan pengkoleksian tanaman, baik yang berasal dari dalam maupun luar negeri. Hingga tahun 2018, tanaman yang telah dikoleksi sebanyak 240 suku, 1.074 marga dan 2.389 jenis. Salah satu koleksi jenisnya adalah *Syzygium* sp. (Myrtaceae) yang berasal dari Bukit Tapak, Bali. Jenis ini ditanam sebagai koleksi Kebun Raya Eka Karya Bali pada tahun 1985 pada Vak XII.B.30-30a. Pada tahun 1996, jenis ini berhasil diidentifikasi sebagai *Syzygium paniculatum* Gaertn. Namun, dari hasil studi lapang serta pemeriksaan dan observasi karakter morofologinya yang lebih lanjut pada tahun 2016, diketahui bahwa jenis tersebut bukanlah *S. paniculatum* melainkan *Syzygium glabratum* (DC.) Veldkamp. Selain itu, telah berhasil diidentifikasi koleksi yang berasal dari Nusa Tenggara Timur dan ditanam di Vak XII.B.123 yaitu *Syzygium fastigiatum* (Blume) Merr. & L.M. Perry.

Kata kunci: *S. paniculatum*, *S. glabratum*, *S. fastigiatum*, Kebun Raya Eka Karya Bali

PENDAHULUAN

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya “Eka Karya” Bali (KR Bali) adalah sebuah lembaga konservasi *ex situ* yang berupa kebun botani yang berada di bawah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. KR Bali terletak di wilayah Kabupaten Tabanan, Bali, Indonesia. Kebun Raya ini dibangun pada tanggal 15 Juli 1959 dan merupakan kebun botani pertama yang dibangun oleh orang Indonesia (Arinasa et al, 2017). Tujuan didirikannya KR Bali ini adalah untuk mengkonservasi tumbuhan yang berasal dari daerah dataran tinggi yang beriklim kering, khususnya dari kawasan timur Indonesia. Selain itu, KR Bali juga banyak mengkoleksi tumbuhan yang berasal dari luar negeri sebagai hasil pertukaran spesimen antar kebun raya dari beberapa negara. Total koleksi tanaman yang dimiliki KR Bali mencapai 21.094 yang terdiri atas 240 suku, 1.074 marga dan 2.389 jenis (Arinasa et al., 2017).

Marga *Syzygium* merupakan salah satu marga dari suku Myrtaceae yang menjadi koleksi KR Bali. Salah satu koleksi jenisnya adalah *Syzygium paniculatum* Gaertn. yang berasal dari Bukit Tapak, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali dan ditanam di Vak XII.B.30-30a. Jenis tersebut dikoleksi oleh I Made Suja pada tahun 1989, akan tetapi masih belum mempunyai nama jenis (*Syzygium* sp.). Pada tahun 1996 jenis ini dideterminasi sebagai *Syzygium paniculatum* Gaertn. Penamaan ini diduga masih belum sesuai karena menurut Hyland (1983) dan Plant List (2016) *S. paniculatum* persebarannya ada di Australia Timur. Dalam pangkalan data GBIF (2017), tidak ditemukan juga catatan jenis *S. paniculatum* di wilayah Asia Tenggara, khususnya Indonesia. Distribusi jenis ini di luar Australia diindikasikan sebagai jenis yang terintroduksi dan menjadi tanaman invasif. Jika jenis yang ditanam di Kebun Raya Bali ini sama jenisnya dengan *S. paniculatum* yang ada di Australia, hal ini berarti merupakan rekaman baru untuk Bali. Untuk menguji kebenaran jenis tersebut maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Selain tanaman tersebut diatas, diteliti juga jenis *Syzygium* lain yang berasal dari Nusa Tenggara Timur. Jenis ini dikoleksi pada tahun 1995 dari Gunung Ebolebo, Kabupaten Nagekeo akan tetapi belum mempunyai nama jenis (*Syzygium* sp.) dan ditanam sebagai tanaman koleksi kebun pada tahun 1998 di Vak XII.B.123. Sejak saat itu belum pernah dilakukan identifikasi lanjutan. Penelitian kali ini dilakukan untuk memastikan penamaan jenis yang benar untuk koleksi tersebut.

BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian berasal dari koleksi tanaman yang ditanam di Kebun Raya “Eka Karya” Bali di Vak XII B 30-30a dan XII B 123 yang sedang berbunga dan berbuah.

Spesimen hasil koleksi dikumpulkan, kemudian dibuat herbariumnya, dicatat data morfologi dan data lapangan (seperti warna bunga dan buah, ukuran). Pengidentifikasian dilakukan dengan cara mencocokkan spesimen tersebut dengan herbarium yang telah teridentifikasi, serta menggunakan buku flora maupun revisi *Syzygium*. Untuk mengecek kebenaran nama tanaman yang ada di Vak XII B 30-30a (*S. paniculatum*) dilakukan dengan cara mencocokkan karakter morfologinya dengan buku revisi *Syzygium* dan kerabat dekatnya di Australia yang ditulis oleh Hyland (1983). Serta menggunakan buku Flora of Java (Backer & Bakhuizen v/d Brink, 1963) dan Veldkamp, 2003 untuk pertelaan *Syzygium glabratum*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perjalanan lapang pada bulan April 2016 ke Kebun Raya Bedugul dijumpai *S. paniculatum* tersebut sedang berbunga. Dari hasil pengamatan dan pengobservasian tanaman ternyata ada perbedaan karakter morfologi antara *S. paniculatum* yang berasal dari Australia (Hyland, 1983) dan *S. paniculatum* yang ditanam di KRBali (Tabel 1.)

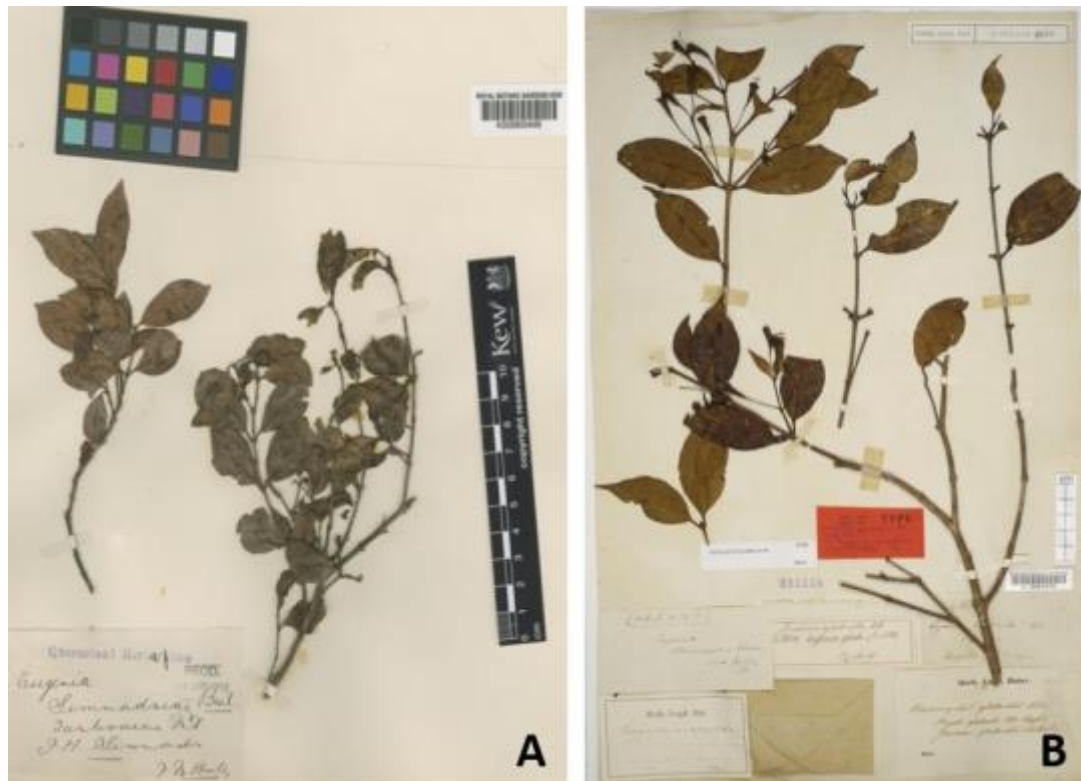
Tabel 1. Perbedaan morfologi antara *S. paniculatum* (Australia), *S. paniculatum* (Bali) dan *S. glabratum*

Karakter	<i>S. paniculatum</i> Gaertn. (Australia)	<i>S. paniculatum</i> Gaertn. (Bali)	<i>S. glabratum</i> (DC.) Veldkamp
Tangkai daun (panjang)	3-6 mm	5-8 mm	5-10 mm
Helaian daun (bentuk)	Melanset sampai agak membundar telur sungsang	Menjorong	Menjorong-lonjong
Ujung daun	Melancip	Melancip sampai melancip Panjang	Melancip Panjang
Pangkal daun	Menirus	Meruncing sampai membaji	Meruncing
Ukuran daun	4,7 -8,9 cm x 1,5-2,8 cm	5,6-14,4 cm x 2,6 – 4,7 cm	5,5-14 cm x 2-5 cm
Urat daun utama	12-19 pasang (rata-rata 15)	9-12 pasang	8-10 pasang
Urat tepi	0,5 – 1,0 mm dari tepi	2-3 mm dari tepi	2-3 mm dari tepi
Perbungaan	Di ujung dan di atas ketiak daun, perbungaan terbatas, kadang-kadang bermalai	Di ujung dan di atas ketiak daun; tunggal atau 3-5 bersama di ujung tangkai perbungaan	Di ujung dan diatas ketiak daun; tunggal atau 3-5 bersama di ujung tangkai perbungaan
Tangkai bunga (panjang)	Kurang dari diameter tabung kelopak (± 2 mm)	30-45 mm	15-60 mm
Kuncup	\pm Menggasing	Mengerucut sungsang menyempit	Mengerucut sungsang menyempit
Tabung kelopak (panjang)	1-3 mm	15-20 mm	15-25 mm
Tabung kelopak (diameter)	2,5-5 mm	4 mm	4 mm
Tangkai putik (panjang)	6-13 mm	15 mm	15 mm
Buah (bentuk)	Bulat sampai bulat telur; diam. 1,6-2,5 cm	Bulat; diam. 1,5-2 cm	Bulat atau bulat telur; diam. 1,3-2 cm
Buah (warna)	Biasanya merah keunguan, putih, merah muda, ungu tua, merah	Hijau kekuningan (matang), hijau (belum matang)	Hijau (belum matang)

Berdasarkan tabel 1 dan gambar 1.A. terlihat jelas perbedaan antara karakter morfologi *S. paniculatum* yang berasal dari Australia dan dari Bali, terutama pada tangkai bunga, bentuk kuncup dan panjang tabung kelopak. Panjang tangkai bunga *S. paniculatum* Australia pendek sekali (kurang

dari diameter tabung kelopak, ± 2 mm), sedangkan *S. paniculatum* Bali panjang sekali (30-45 mm). Kuncup bunga *S. paniculatum* Australia \pm berbentuk menggasing sedangkan *S. paniculatum* Bali berbentuk mengerucut sungsang menyempit. Panjang tabung kelopak pada *S. paniculatum* Australia lebih pendek (3-5 mm) dari pada *S. paniculatum* Bali (15-20 mm). Karakter morfologi *S. paniculatum* yang berasal dari Bali lebih mendekati *S. glabratum* (Tabel 1). Di samping itu, dari gambar 2 juga mendukung bahwa *S. paniculatum* Bali lebih mendekati *S. glabratum*, bunganya sama dengan *S. glabratum* koleksi Type (gambar 1.B). Dalam hal ini terjadi kekeliruan identifikasi. Karakter morfologi dan gambar dari jenis tersebut disajikan pada gambar 2.

Selain itu, dari hasil pengamatan lanjut, koleksi *Syzygium* yang berasal dari NTT yang ditanam pada Vak XII B 123 telah berhasil diidentifikasi sebagai *Syzygium fastigiatum*. Karakter morfologi dan gambar dari jenis tersebut disajikan pada gambar 3.



Gambar 1. A. *S. paniculatum* dari Australia (Sumber spesimen dari Herbarium Kew); B. *S. glabratum* "Type" (Sumber spesimen dari Herbarium Leiden)

Pertelaan jenis:

Syzygium glabratum (DC.) Veldkamp berasal dari Bali ditanam di Vak XII B 30-30a

Pohon kecil tinggi hingga 9 m, diameter 39,8 cm. Pepagan dan cabang coklat kehijauan. Daun muda berwarna kuning kecoklatan. Daun bersilang berhadapan, umumnya menjorong, berukuran 5,6-14,4 x 2,6 – 4,7 cm; tepi rata; tangkai daun 5-8 mm, beralur pada permukaan atas; ujung melancip sampai melancip panjang; pangkal meruncing sampai membaji; ibu tulang daun menonjol pada permukaan bawah dan agak beralur pada permukaan atas; urat daun sekunder 9-12 pasang, membentuk sudut 60°-70° dengan ibu tulang daun; urat daun sekunder agak menonjol di permukaan bawah; pada spesimen kering permukaan bawah penuh dengan titik-titik hitam, berwarna coklat kekuningan dan permukaan atas berwarna coklat kekuningan agak gelap; urat tepi 2-3 mm dari tepi daun. Perbungaan di ujung dan di atas ketiak daun; panjang 3-4 cm; tunggal atau 3-5 bersama di ujung ranting, perbungaan terbatas. Tangkai bunga 2-4,5 cm. Bunga biseksual, berkelipatan 4, kuncup mengerucut sungsang menyempit. Tabung kelopak 15-20 mm panjangnya; diameter tabung kelopak 4 mm. Daun kelopak cekung, membundar, tinggi 5 mm. Daun mahkota melengkung, bentuk ginjal; 5 x 6 mm; ada titik-titik kelenjar. Benang sari banyak; panjang tangkai sari terluar 12-13 mm, putih; kepala sari basifixed, kuning. Tangkai putik 15 mm. Ovarium terbenam (inferior), 2 ruang, ovula banyak. Buah buni, bulat, diam. 2 cm; hijau (masih muda), hijau kekuningan (matang).

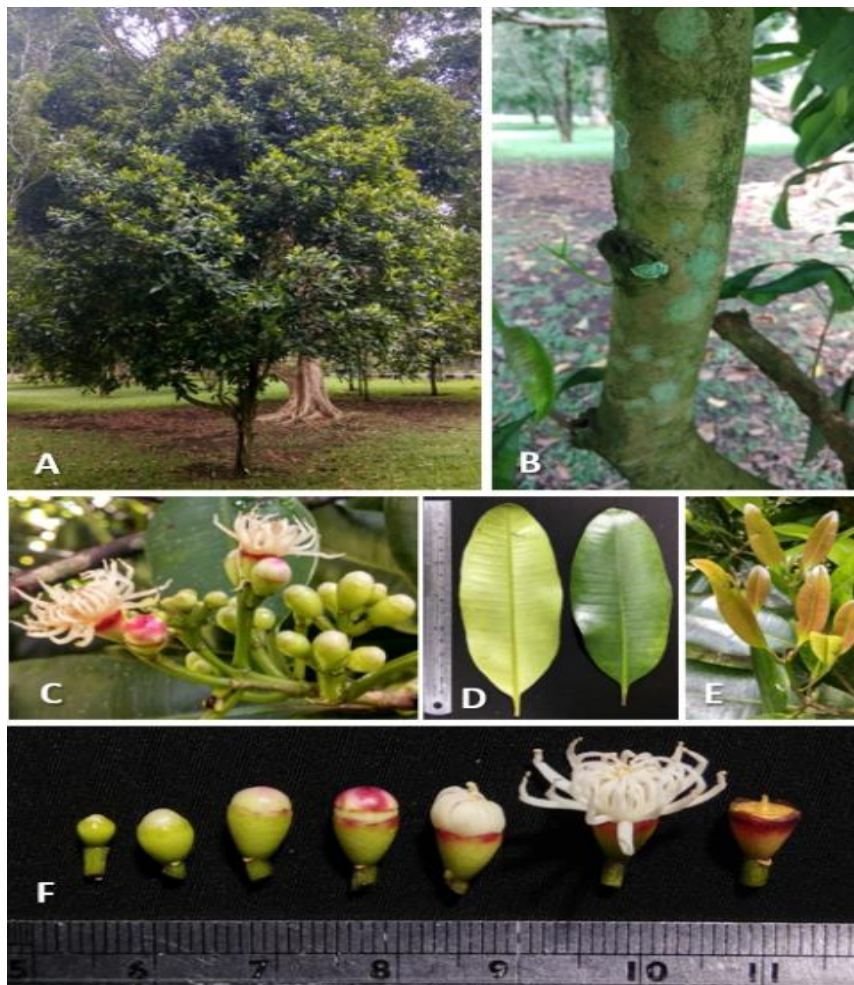


Gambar 2. *Syzygium glabratum*. A. Koleksi hidup KR Bali di vak XII.B.30. B. Permukaan batang. C. Tunas daun muda. D. Daun, tampak permukaan atas dan bawah. E. Buah. F. Bunga, pada tahap yang berbeda selama *anthesis*.

***Syzygium fastigiatum* (Blume) Merr. & L.M. Perry** berasal dari NTT ditanam di Vak XII B 123

Pohon kecil tinggi sampai 6 m, diameter 15,5 cm. Pepagan dan cabang hijau keabu-abuan. Pada bagian yang lebih muda ramping. Daun muda berwarna coklat kekuningan. Daun bersilang berhadapan, umumnya menjorong, berukuran 11 - 16,5 x 4,2 - 6,1 cm; tepi rata; tangkai daun 1,2 - 1,6 cm, diameter 1-1,5 mm, permukaan atas agak beralur; pangkal meruncing, ujung meruncing sampai menumpul; ibu tulang daun menonjol pada permukaan bawah; urat daun sekunder agak menonjol di permukaan bawah, urat sekunder sedikit terangkat di permukaan bawah, urat daun sekunder membentuk sudut 80° dengan ibu tulang daun; permukaan atas gundul, hijau tua; permukaan bawah gundul, ada titik-titik hitam tidak jelas, hijau keabu-abuan; urat tepi ± 1 mm dari tepi daun. Perbungaan di ketiak daun dan di bagian ujung, panjang 0,7 - 2,5 cm, perbungaan terbatas, terdiri dari 3 bunga, tangkai 2 mm, dengan 2 daun gantilan, kecil yang menyelip pada setiap perbungaan terbatas; daun gantilan berbentuk segitiga, $\pm 3 \times 1$ mm, cepat luruh. Bunga biseksual, umumnya berwarna hijau pucat, panjang 5 mm, berbentuk menggasing pada yang kuncup, perhiasan bunga berkaliptra, berwarna merah, segera rontok setelah bunga mekar. Benang sari banyak; panjang tangkai sari 5,5

mm, lebar 0,5 mm, putih; kepala sari melekat pangkal (basifixed), kuning. Putik 3,5 cm, hijau. Ovarium terbenam (inferior), 1 ruang, ovula banyak.



Gambar 3. *Syzygium fastigiatum*. A. Koleksi hidup KR Bali di vak XII.B.123. B. Permukaan batang. C. Pembungaan, tampak kuncup dan bunga mekar. D. Daun, tampak permukaan atas dan bawah. E. Tunas daun muda. F. Bunga, pada tahap yang berbeda selama *anthesis*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa koleksi *Syzygium* KR Bali di Vak XII B 30-30a teridentifikasi sebagai *Syzygium glabratum* (DC.) Veldkamp dan koleksi di Vak XII B 123 teridentifikasi sebagai *Syzygium fastigiatum* (Blume) Merr. & L.M. Perry. Selanjutnya, perlu dilakukan perbaikan dan perubahan nama jenis pada papan nama koleksi di kebun serta buku terbitan mendatang tentang “An Alphabetical list of plant species cultivated in the Bali Botanic Garden”.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinasa, I. B. K., Adjie, B., Putri, D. M. S (Eds.). (2017). *An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in The Bali Botanic Garden*. Jakarta: LIPI Press.
- Backer & Bakhuizen van den Brink Jr. (1963). Myrtaceae. *Flora of Java* 1: 337 – 346
- GBIF Secretariat. (2017). GBIF Backbone Taxonomy *Syzygium paniculatum* Gaertn Checklist dataset (accessed via GBIF.org on 2019-04-18).
- Hyland, B. P. M. (1983). A Revision of *Syzygium* and Allied Genera (Myrtaceae) in Australia. *Aust. J. Bot. Suppl. Ser. No 9*: 1-164

- Rifai, M. A. (1979). Daftar istilah Biologi: Asing-Indonesia, Indonesia-Asing. Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Rifai, M. A. (1995). Glosarium Biologi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Balai Pustaka. Jakarta.
- The Plant List. (2016). A working list of all plant species. <http://www.theplantlist.org/> (diakses 6/7/2016)
- Veldkamp, J. F. (2003). Nomenclature of *Syzygium gracile* (Myrtaceae). *Blumea* 48: 489 – 490

KAJIAN ETNOBOTANI “SEPAT” MAKANAN BUDAYA ETNIS SAMAWA PULAU SUMBAWA, NUSA TENGGARA BARAT

Leberina Kristin Ibo*, Mulyati Rahayu

Lab. Etnobotani, Bidang Biologi Pusat Penelitian Biologi – LIPI
Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong – Bogor, Jawa Barat
e-mail: *ibocristina@gmail.com

Abstrak. “Sepat” merupakan makanan tradisional dalam budaya masyarakat Samawa di Pulau Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman jenis tumbuhan yang digunakan dalam makanan tradisional tersebut. Kajian ini dilakukan dengan cara wawancara dan eksplorasi Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat Sumbawa menggunakan setidaknya 12 tumbuhan sebagai bahan makanan tradisional sepat. Hidangan sepat masih sering ditemukan masyarakat Samawa yang tinggal di pedalaman, namun jarang ditemukan pada masyarakat yang tinggal di perkotaan. Makanan sepat lazim dihidangkan pada bulan ramadhan (puasa).

Kata Kunci: Etnis Samawa, Sepat, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan tingkat keragaman yang tinggi; baik keragaman hayati, maupun keragaman tradisi. Dari keragaman tersebut memunculkan pengetahuan lokal dalam interaksinya dengan lingkungan serta pemanfaatan tumbuhan untuk kebutuhan sehari-hari. Pengetahuan lokal antara satu daerah dengan daerah lainnya berbeda, tergantung pada tradisi dan keragaman hayati yang ada di daerah tersebut.

Masyarakat Samawa merupakan salah satu etnis asli yang mendiami pulau Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Masyarakat Samawa sangat menghargai lingkungan dan kekayaan jenis tumbuhan yang ada disekitarnya serta menempatkannya dalam kedudukan yang penting terkait dalam kehidupan sehari-hari (Melalatoa, 1995). Pada sisi lain Pulau Sumbawa memiliki keberagaman budaya yang mewarnai kehidupan masyarakatnya. Kebudayaan-kebudayaan itu tercermin dalam interaksi adat dan hubungan sosial orang Sumbawa. Kebudayaan dalam interaksi adat dan hubungan sosial tersebut meliputi: acara perkawinan, khitanan, keyakinan, kesenian, permainan rakyat, makanan tradisional dan lain sebagainya (Nurlelah 2017).

Seperti halnya etnis-etnis lainnya di Indonesia, antara lain etnis Batak Karo dengan “terites” nya (Harsono & Restuati, 2000), Masyarakat Samawa juga memiliki pengetahuan tradisional tentang makanan budaya yang dikenal dengan nama “sepat”. Berdasarkan pustaka yang ditelusuri, belum banyak penelitian yang mengungkapkan pengetahuan lokal dan pemahaman masyarakat Samawa terhadap lingkungan dan pemanfaatan tumbuhan yang ada disekitarnya sebagai suatu upaya untuk mempertahankan hidup.

Sepat merupakan makanan budaya atau tradisional masyarakat Sumbawa yang sering dihidangkan pada bulan puasa yang berfungsi sebagai perangsang atau penambah nafsu makan. Sepat ini sama seperti sambal pada makanan di daerah Jawa. Sebagai makanan khas yang keberadaannya sudah mulai hilang, maka usaha pelestarian pengetahuan leluhur etnis Samawa ini perlu dipertahankan. Salah satunya dengan melakukan penelitian dan publikasi ilmiah dengan memancing orang untuk meneliti jenis-jenis tumbuhan yang dimanfaatkan, khasanah filosofi dan kandungan yang ada dalam makanan tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Desa Batudulang, Kecamatan Batulanteh-Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Desa ini terletak di kawasan hutan pegunungan Batulanteh (Gambar 1). Kawasan ini merupakan salah satu kawasan konservasi di Kabupaten Sumbawa Besar, yang dikelola oleh Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi (KPHP) yang berperan penting sebagai hulu Daerah Aliran Sungai (DAS)

Sumbawa sebagai penyangga dan penyuplai air kota Sumbawa. Mata pencaharian utama masyarakat Sumbawa adalah bertani kopi robusta (*Coffea canephora*) dan kemiri (*Aleurites moluccana*) dan berburu madu hutan yang dihasilkan dari lebah liar (*Apis dorsata*). Lokasi Penelitian Desa Batudulang.



Gambar 1. Desa Batudulang (Tanda Segitiga) Kecamatan Batulanteh, Kabupaten Sumbawa Nusa

Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara terhadap tua adat, masyarakat lokal (etnis Samawa) di lokasi penelitian dan pedagang sayuran di pasar-pasar tradisional di kota Sumbawa. Data yang dicatat antara lain nama lokal jenis-jenis tumbuhan yang digunakan, bagian yang digunakan dan cara pengolahannya. Jenis-jenis tumbuhan yang belum diketahui nama ilmiahnya, diambil specimen herbariumnya untuk diidentifikasi di Herbarium Bogoriense, Bidang Botani-Puslit Biologi - LIPI. Selain itu dilakukan pula penelusuran pustaka terkait budaya masyarakat Samawa dan khasiat lain dari tetumbuhan yang digunakan dalam makanan sepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Jenis Tumbuhan dalam makanan Sepat

Sejarah mencatat bahwa dalam upaya melangsungkan kehidupannya, manusia selalu menggantungkan diri pada sumberdaya alam hayati. Terutama untuk memenuhi kebutuhannya. Sumberdaya hayati yang dimiliki bangsa Indonesia ini sebenarnya merupakan “emas hijau”, namun sumber daya hayati pangan masih ditelantarkan dan bahkan dilupakan (Anonim, 2014). Masyarakat Samawa saat ini tidak mengenal banyak jenis-jenis tumbuhan bahan sayuran dan buah-buahan. Diduga hal ini kemungkinan disebabkan generasi yang ada saat ini banyak menerima warisan lahan yang dari pendahulu mereka, berupa kebun “miri” kemiri *Aleurites moluccana* dan kopi robusta *Coffea canephora*. Pewarisan kebun yang cukup luas ini diduga merupakan salah satu hal yang mengakibatkan mulai terkikisnya pengetahuan lokal para sesepuh tentang pemanfaatan tumbuhan yang ada disekitar mereka. Hal ini didukung oleh Waluyo (1991) yang mengemukakan bahwa pengetahuan tradisional masyarakat lokal khusus diluar pulau Jawa, antara lain pengetahuan tentang tumbuhan obat dan juga bahan pangan mulai tererosi.

Tabel 1. Keragaman Jenis Tumbuhan Dalam Makanan Sepat

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah
1	Ketimis	<i>Protium javanicum</i>
2	Puin Renung/Kapuk	<i>Ceiba pentandra</i>
3	Aru	<i>Caesalpinia crista</i>
4	Cabai pedas	<i>Capsicum frutescens</i>
5	Ruku-ruku / Kemangi	<i>Ocimum basilicum</i>
6	Bawang Merah	<i>Allium cepa</i>

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah
7	Tomat	<i>Solanum lycopersicon</i>
8	Muti Asam	<i>Citrofortunella microcarpa</i>
9	Terong	<i>Solanum melongena</i>
10	Selada	<i>Lactuca sativa</i>
11	Kubis	<i>Brassica oleracea</i>
12	Binang/Belimbing wuluh	<i>Averrhoa bilimbi</i>

Sepat dapat diidentikkan sama seperti halnya dengan sambal yang disantap bersama ikan dibakar atau digoreng. Tidak banyak jenis tumbuhan yang digunakan sebagai bahan sayuran dan bumbu sepat. Tercatat 3 jenis tumbuhan yang digunakan sebagai bahan sayuran yaitu daun muda “ketimis” *Protium javanicum*, buah muda “puin renung” kapuk *Ceiba pentandra* dan daun muda “aru” *Caesalpinia crista* sedangkan 5 jenis tumbuhan yang digunakan sebagai bahan bumbu atau “basa” dalam bahasa Samawa yaitu cabai pedas *Capsicum frutescens*, “ruku-ruku” kemangi *Ocimum basilicum*, bawang merah *Allium cepa*, tomat *Solanum lycopersicon* dan “muti asam” *Citrofortunella microcarpa* (Sain & Juharyah, 2017).

Masyarakat lokal di di desa penelitian tidak mengenal nama lokal dalam bahasa Samawa untuk jenis tumbuhan antara lain cabai pedas, bawang merah, dan tomat. Diduga jenis-jenis ini merupakan jenis tanaman budidaya pendatang yang baru dikenal oleh masyarakat Samawa dan belum lama memasuki pulau Sumbawa. Perlu penelitian lebih lanjut dan terkait sehingga dapat diketahui jenis-jenis tanaman budidaya khususnya yang berpotensi bahan pangan, sehingga jenis- jenis lokal tetap terjaga kelestariannya.

Hasil pengamatan di pasar tradisional kota Sumbawa, daun muda ketimis, aru dan buah muda kapuk sudah jarang diperjualbelikan disebabkan ketersediaan di hutan sudah sangat berkurang, sehingga susah didapat dan tiga jenis tumbuhan tersebut belum di budidayakan. Mengakali hal tersebut, masyarakat setempat menggantinya dengan menggunakan daun selada *Lactuca sativa*, kubis *Brassica oleracea* dan terong sepat atau terong cangi *Solanum melongena*. Ke tiga jenis terakhir merupakan jenis sayuran yang telah umum banyak dijumpai diperjualbelikan di pasar-pasar, bahkan telah banyak dibudidayakan di pekarangan masyarakat lokal Samawa.

Sebagai pengganti rasa asam yang dikeluarkan oleh *Citrofortunella microcarpa* yang juga telah jarang diperjualbelikan, adalah “binang” belimbing wuluh *Averrhoa bilimbi* atau asam cuka sintetis. Namun, menurut orang tua masyarakat Samawa rasa asam yang dihasilkan olen Citrus x microcarpa memiliki rasa khas tersendiri. Daerah asal jenis diduga dari China, dan menyebar luas ke Asia Tenggara termasuk Indonesia. Selain buahnya yang dimanfaatkan sebagai bumbu, penghilang noda cat, deodorant, penghilang bau badan, pemutih kulit dan shampoo rambut, akarnya juga digunakan sebagai obat tradisional paska persalinan, dan minyak hasil destilasi dari daunnya digunakan sebagai pengusir gas dalam perut (Sotto, 1997). Ditinjau dari potensinya yang bervariasi, maka usaha pembudidayaan jenis ini perlu dilakukan.

Darnaedi & Rodani (1995) melaporkan bahwa di beberapa desa di kawasan barat daya pulau Sumbawa, kayu ketimis dan aru juga digunakan dalam ramuan obat untuk perawatan paska persalinan. Masyarakat local penghuni desa-desa ini bukan berasal dari etnis Samawa, tetapi dari negeri pegunungan yang turun gunung. Tampaknya masyarakat Samawa meskipun menghuni di pulau yang sama (Sumbawa) tidak mengenal /menggunakan ke dua jenis kayu tersebut sebagai bahan obat tradisional. Hal ini didukung oleh pernyataan Waluyo (2017) yang mengemukakan bahwa pengetahuan tradisional setiap etnis dalam memanfaatkan sumber daya hayati yang ada tergantung pada adat istiadat, budaya, topografi, dan iklim.



Gambar 2. *Protium javanicum*

Protium javanicum (ketimis) penyebarannya di Indonesia hanya dijumpai di Jawa (Barat, Madura, Bawean dan Kangean) dan Kepulauan Sunda Kecil (Bali, Lombok dan Sumbawa) (Leenhouts Cs 1956 Aggarwal 1998). Meskipun kayunya keras, namun mudah lapuk sehingga jarang digunakan sebagai bahan bangunan (Heyne 1987). Hal ini diduga yang menyebabkan jenis ini tidak direkomendasikan sebagai jenis tanaman reboisasi hutan sehingga populasinya di alam sudah jarang dijumpa.



Gambar 3. *Ceiba pentandra*

Pemanfaatan buah muda kapuk *Ceiba pentandra* sebagai bahan sayuran oleh etnis Samawa tidak dicantumkan oleh Heyne dalam bukunya Tumbuhan Berguna Indonesia. Namun Heyne (1987) menyebutkan daunnya digunakan sebagai *shampoo* dan pereda sakit kepala akibat cuaca panas. Pemanfaatan utama dari pohon kapuk adalah serat-serat buahnya sebagai pengisi kasur dan bantal. Namun saat ini fungsi serat-serat buah ini telah digantikan oleh busa sintetis buatan pabrik. Hal ini diduga yang menyebabkan populasi jenis sudah tidak banyak dijumpai.



Gambar 4. *Caesalpinia crista* L.

Caesalpinia crista (Aru) merupakan tumbuhan yang bentuknya berupa perdu berduri banyak; secara alami dapat dijumpai tumbuh di semak-semak belukar, namun seringkali ditanam sebagai tanaman pagar di kebun di daerah pegunungan berbatu (Backer & Bakhuizen 1968). Pemanfaatan daun aru sebagai salah satu sayuran oleh etnis Samawa tidak tercatat dalam beberapa pustaka, pemanfaatannya lebih sebagai bahan obat tradisional (Burkil, 1935; Heyne, 1987 dan Utomo, 2001).

Pembuatan makanan sepat tergolong sederhana dan tidak memerlukan waktu yang lama. Ikan laut yang merupakan unsur utama diolah dengan cara dibakar. Sebagai penyedap masakan seperti cabai pedas, tomat dan ruku-ruku hanya diiris-iris berukuran sedang, sedangkan bawang merah sebelum dicampurkan dengan bumbu lainnya terlebih dahulu dibakar, dan muti asam diperas untuk

diambil airnya atau buah binang diiris tipis-tipis dan kemudian dicampur dengan bumbu lainnya. Sayuran seperti buah kapuk muda dipotong-potong melintang berukuran kecil, sedangkan daun ketimisi, daun aru atau buah terong cangi terlebih dahulu di bakar, kemudian dimakan sebagai halnya lalaban di masyarakat Sunda. Untuk menghadirkan makanan khas etnis Samawa ini, umumnya dilakukan pada bulan Ramadhan/ puasa. Masyarakat lokal, menemukan makanan khas ini dapat menumbuhkan rasa keaktraban diantara sesama anggota keluarga atau tamu yang menyantap hidangan sepat tersebut. Hidangan sepat juga merangsang nafsu makan dan dahaga, oleh karena itu kadang kala dihadirkan pada penderita sakit.

KESIMPULAN

Munculnya berbagai makanan /kuliner modern, terutama di area perkotaan pulau Sumbawa menyebabkan salah satu makanan budaya/tradisional etnis Samawa yaitu “sepat” keberadaannya mulai terkikis. Pengetahuan tradisional pengolahan sepat dilakukan secara sederhana dan tidak memerlukan waktu yang lama, namun tetumbuhan yang digunakan sebagai sayuran telah mulai jarang dijumpai dipasaran, karena tetumbuhan tersebut diambil dari hidupan liar/belum dibudidayakan.

Tradisi menghadirkan makanan sepat merupakan salah satu pelestarian pengetahuan tradisional etnis Samawa ini perlu dipertahankan Selain itu pembudidayaan “ketimisi” dan “aru” perlu diupayakan agar kebutuhan agar jenis tersebut terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, S. (1998). Protium Burm.f. dalam: Sosef, M.S.M., L.T. Homh & S. Prawirohatmodjo (eds). Plant Resources of South East Asia No 5 (3). Timber-trees: Lesser Known Timber. *Bogor, Indonesia*. Hal: 472-474.
- Anonim. (2014). *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014*. Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). LIPI Press. Jakarta.
- Backer, C. A. & R. C. Bakhuizen van den Brink jr. (1968). *Flora of Java*. Noordhoff-Groningen, the
- Burkill, I. H. (1935). *A Dictionary of the Economic Product of the Malay Peninsula*. Government of the Straits Settlements and Federated Malay State. By The Crown Agents for the Colonies.
- Darnaedi, S.Y & Rodani. (1995). Kearifan Budaya Dalam Tradisi Pengobatan Orang Sumbawa Barat Daya, Nusa Tenggara Barat. Dalam: Nasution, R.E, H. Roemantyo, E.B. Waluyo & S. Kartosedono (eds). *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Etnobotani II*. Buku 1. Puslitbang Biologi-LIPI, Fak. Biologi UGM & Ikatan Pustakawan Indonesia. Yogyakarta,
- Harsono, T. & Restuati, M. (2000). Terites Sebagai Makanan Budaya Suku Batak Karo: Suatu tinjauan Etnobotani. Dalam: Purwanto, Y. & E.B. Waluyo (eds). *Prosiding Seminar Etnobotani III*. Puslitbang Biologi_LIPI, Universitas Udayana & Universitas Mahasarwati. Denpasar-Bali, 5-6 Mei 1998. Hal: 57 -61.
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia (terjemahan)*. Badan Litbang Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Leenhouts, P.W., C. Kalkman & Lam, H. J. (1956). *Burseraceae dalam: Van steenis C.G.G.J. (ed). Flora Malesiana Series 1 Vol. 5*. Noordhoff-Koeff. N.V. Jakarta. Hal: 209 – 296.
- Melalatoa, M. J. (1995). *Ensiklopedi Suku Bangsa di Indonesia*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI. PT. Cipta Adi Pustaka. Jakarta.
- Sain, M. J & Juharyah. 2017. Komunikasi pribadi. Netherlands.
- Sotto, R. C. (1997). *Cirtofortunella microcarpa (Bunge) Wijnands. Dalam Verteij, E.W.M. & R.E.C. Coronel (eds) PROSEA Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 2*. Buah-buahan yang dapat dimakan. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Hal: 137 – 140.
- Utomo, B. I. (2001). *Caesalpinia L. dalam: Van Valkenburg J.L.C. H. ^ N. Bunyaphatsara (eds) Plant Resources of South-East Asia. No 12 (2) Medicinal and poisonous plants 2*. Backhuys Publishers, London. PP: 123 -129.
- Walujo, E. B. (2017). Sumbangan ilmu etnobotani dalam memfasilitasi hubungan manusia dengan tumbuhan dan lingkungannya. *Jurnal Biologi Indonesia*, 7(2)

Waluyo, E. B. (1991). *Perkembangan Tumbuhan Obat Di luar Pulau Jawa. Prosiding Pelestarian Pemanfaatan Tumbuhan Obat dari Hutan Tropika Indonesia*. Institute Pertanian Bogor. Hal: 120 – 127.

EVALUASI PERTUMBUHAN TANAMAN *Artemisia annua* PADA TURUNAN M1 HASIL POLIPLIROIDISASI

Suluh Normasiwi*¹, Wiguna Rahman¹

¹BKT Kebun Raya Cibodas LIPI

Jalan Kebun Raya Cibodas, PO BOX 19 Sindanglaya, Cipanas-Cianjur, Jawa Barat, 43253, Indonesia.

email: *snsuluhsiwi10@gmail.com

Abstrak. Artemisinin merupakan hasil metabolit sekunder tanaman *Artemisia annua* yang disintesis dari kelenjar trikoma. Kadar artemisinin dalam *A. annua* diketahui paling tinggi, berkisar 0,1-0,8%, dibandingkan dengan jenis lainnya dalam marga ini. Kegiatan poliploidisasi pada *Artemisia annua* telah dilakukan. Evaluasi keturunan generasi M1 perlu dilakukan untuk mengetahui kemajuan terhadap hasil poliploidisasi. Penelitian dilakukan di Kebun Raya Cibodas pada Januari - Desember 2016. Tanaman yang diamati adalah aksesi klon terpilih yang bibitnya akan digunakan pada generasi berikutnya. Tanaman ditanam secara acak kemudian diambil bijinya dan ditanam sebagai generasi selanjutnya. Setiap generasi tanaman diukur pertumbuhannya yang meliputi tinggi tanaman dan jumlah cabang. Hasil pengamatan menunjukkan telah terjadi segregasi pada tanaman M1 sehingga memunculkan variasi yang berbeda dengan tanaman M0 nya. Alokasi biomassa yang ditunjukkan pada tajuk daun tanaman M1 memiliki persentase tajuk daun atas dan tengah yang seimbang, sementara tanaman M0 nya persentase tajuk daun atas paling tinggi dibanding tajuk tengah dan bawah.

Kata Kunci: Evaluasi, Pertumbuhan, *A. annua*, M1, Poliploidisasi

PENDAHULUAN

Artemisia annua adalah tanaman semak tegak dari suku Asteraceae penghasil artemisinin. Tanaman ini telah lama digunakan sebagai obat tradisional oleh masyarakat Tionghoa untuk mengobati malaria dan demam lainnya (Laughlin et al., 2002; Ferreira et al., 2005). Perkembangan terkini menunjukkan bahwa *A. annua* digunakan sebagai lini terdepan tumbuhan obat untuk memerangi malaria. Artemisinin merupakan hasil metabolit sekunder tanaman *A. annua* yang disintesis dari kelenjar trikoma dan diketahui memiliki struktur kimia berbeda dan lebih manjur dibandingkan dengan obat antimalaria konvensional lainnya (Dahnum et al., 2012). Kadar artemisinin dalam *A. annua* diketahui paling tinggi, berkisar 0,1-0,8%, dibandingkan dengan jenis lainnya dalam marga ini

Saat ini *Artemisia annua* telah dibudidayakan di beberapa negara seperti China, Vietnam, dan India. Dengan karakteristik iklim dan geografisnya, Indonesia memiliki peluang besar untuk mengembangkan *A. annua* sebagai penghasil artemisinin dan turunannya sebagai obat anti malaria (Gusmaini & Nurhayati, 2007). Dalam upaya pemenuhan kebutuhan nasional terhadap bahan baku obat antimalaria diperlukan kultivar-kultivar unggul *A. annua* di Indonesia. Oleh sebab itu, diperlukan usaha perakitan kultivar unggul tersebut, salah satu caranya dengan merakit genotip-genotip unggul melalui beberapa cara diantaranya dengan metode induksi mutasi. Induksi mutasi dengan menggunakan iradiasi sinar gamma telah dilakukan oleh Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BalitBiogen) sejak tahun 2007. Hasil yang telah diperoleh hingga 2011 yaitu telah diduplikasinya klon-klon dari hasil mutasi iradiasi sinar gamma, namun kadar artemisininnya masih belum mencapai hasil yang diinginkan (Lestari et al., 2011). Peningkatan kadar artemisinin juga dapat dilakukan dengan membuat genotipe baru tanaman melalui induksi tanaman poliploid. Induksi poliploid telah dilakukan dengan kolkisin pada tanaman *A. annua* (Wallart et al., 1999; Gonzalez & Weathers, 2003). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tanaman *A. annua* tetraploid menghasilkan kadar artemisinin lebih tinggi dibandingkan tanaman diploid.

Kegiatan peningkatan efisiensi poliploidisasi melalui induksi *A. annua* menggunakan kolkisin telah dilakukan di Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI dan dilanjutkan dengan budidaya dan pengamatan secara agronomi di Kebun Raya Cibodas untuk seleksi klon-klon unggul dengan kadar

artemisinin yang dapat memenuhi kadar komersial yaitu 0,6%. Evaluasi keturunan generasi M1 perlu dilakukan untuk mengetahui kemajuan terhadap hasil poliploidisasi yang telah dilakukan sebelumnya. Kajian ini dilakukan untuk mengetahui dan mengevaluasi pertumbuhan tanaman *A. annua* pada generasi M1 hasil dari kegiatan poliploidisasi, yang diharapkan hasilnya dapat menjadi acuan dalam kegiatan produksi klon unggul dengan kadar artemisinin yang tinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di kebun percobaan sekitar Kebun Raya Cibodas pada 2016 hingga 2017. Cibodas berada di ketinggian ± 1200 m dpl, dengan temperatur dan kelembaban berada pada kisaran 15 – 17°C dan 80 – 99%. Bahan tanaman induk yang digunakan merupakan tanaman klon terpilih dari hasil kegiatan poliploidisasi *A. annua* secara in vitro menggunakan kolkisin, klon yang digunakan dalam pengamatan antara lain K.3.2.1, K.2.3.7, dan klon kontrol K.I.B, baik pada tanaman M0 dan tanaman M1-nya. Tanaman M0 adalah tanaman yang diperoleh dari hasil aklimatisasi tanaman hasil poliploid secara in vitro, sedangkan tanaman M1 adalah tanaman turunan pertama hasil biji dari tanaman M0 yang kemudian ditanam. Tanaman M0 dipindahkan kelapangan dua – tiga minggu setelah aklimatisasi, sementara tanaman M1 dipindah ke lapangan setelah dua bulan di semai di bak perkecambahan. Tanaman M0 dan M1 ditanam di lapangan dalam waktu yang sama dengan jarak 100 x 100 cm dan diberikan pupuk NPK (40:40:40 kg/ha). Pemupukan dilakukan dua kali, setengah dosis pertama pada satu minggu setelah tanam dan yang setengah dosis berikutnya dilakukan satu bulan setelah tanam. Penyiraman tanaman dilakukan selama musim kemarau (Mei – September). Penyiangan gulma dilakukan dua minggu setelah tanam setiap dua minggu sekali. Pengamatan dilakukan terhadap laju pertumbuhan tanaman, laju pertumbuhan cabang, ukuran stomata, dan biomassa tanaman. Selanjutnya data dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor yaitu klon dan turunan tanaman. Pengujian dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan 5% apabila terdapat perbedaan nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan yang disajikan dalam Tabel 1 adalah perbandingan tanaman *A. annua* poliploid pada turunan M0 dan M1 dilakukan pada pertumbuhan tinggi tanaman dan pertambahan jumlah cabang. Pada tiga klon aksesori yang dibandingkan yaitu Kontrol (K.1.B), K.3.2.1, dan K.2.3.7 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara laju pertumbuhan tinggi dan laju pertumbuhan cabang pada ketiga aksesori tersebut. Laju pertumbuhan tanaman pada M0 pada klon aksesori poliploid lebih tinggi dari generasi turunannya (M1), sementara pada klon kontrol (K.1.B) laju pertumbuhan tanamannya tetap tinggi baik pada tanaman M0 maupun turunan M1-nya dibandingkan dengan tanaman klon aksesori poliploid.

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Tanaman (cm), Rata-rata Jumlah Cabang, Laju Pertumbuhan Tinggi (cm/minggu), Laju Pertambahan Jumlah Cabang (cabang/minggu), dan Jumlah individu pada Tiga Aksesori Tanaman Induk M0 dan Tanaman Turunan Pertama Bibit Polyplloid (M1) pada Umur 3 Bulan Setelah Tanam.

Turunan	Aksesori	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Cabang	Laju Pertumbuhan	
				Tinggi (cm/minggu)	Laju Pertumbuhan cabang
M1	K.1.B	175.80 ^a	57.80 ^a	15.65 ^a	3.78 ^b
	K.3.2.1	136.82 ^b	31.59 ^c	10.66 ^b	2.56 ^c
	K.2.3.7	135.93 ^b	30.53 ^c	10.71 ^b	2.45 ^c
M0	K.1.B	180.90 ^a	57.20 ^a	15.76 ^a	4.06 ^a
	K.3.2.1	161.57 ^a	45.10 ^b	13.14 ^a	3.61 ^b
	K.2.3.7	173.67 ^a	50.67 ^a	14.08 ^a	4.21 ^a

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha=5\%$ Uji Jarak Berganda Duncan



Gambar 1. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Poliploid Tanaman Induk (M0) dan Turunan Pertama (M1)

Secara umum, laju pertumbuhan tinggi tanaman (Gambar 1) dan jumlah cabang (Gambar 2) dari minggu ke minggu pada tanaman poliploid pada M0 dan turunannya (M1) secara umum menunjukkan pertumbuhan tinggi M0 selalu diatas tanaman M1. Tanaman M0 mengalami pertambahan tinggi hingga 14-15 cm/minggu dan pertambahan jumlah cabang 4-5 cabang/minggu. Sementara pada tanaman M1 pertambahan tinggi tanaman hingga 11 cm/minggu dan jumlah cabang bertambah hingga 3 cm tiap minggunya.



Gambar 2. Pertambahan Jumlah Cabang Poliploid Tanaman Induk (M0) dan Turunan Pertama (M1)

Penurunan karakter pertumbuhan tanaman *A.annua* pada turunan pertama M1 disebabkan karena tanaman M0 menyerbuk bebas dengan tanaman lainnya sehingga terjadi segregasi pada turunan berikutnya (M1). Hal ini mengakibatkan munculnya variasi tanaman M1 yang tidak lagi menyerupai / indentik dengan sifat tanaman induk M0.

Pengukuran stomata dilakukan terhadap tiga nomor aksesori K.1.B, K.3.2.1, dan K.2.3.7 (Tabel.4). Data stomata pada tiga nomor aksesori tersebut membandingkan antara hasil tanaman kultur in vitro (M0) dengan turunan pertamanya (M1). Hasil menunjukkan bahwa secara umum tanaman M0 memiliki ukuran stomata yang lebih besar dan kerapatan stomata yang sedikit.

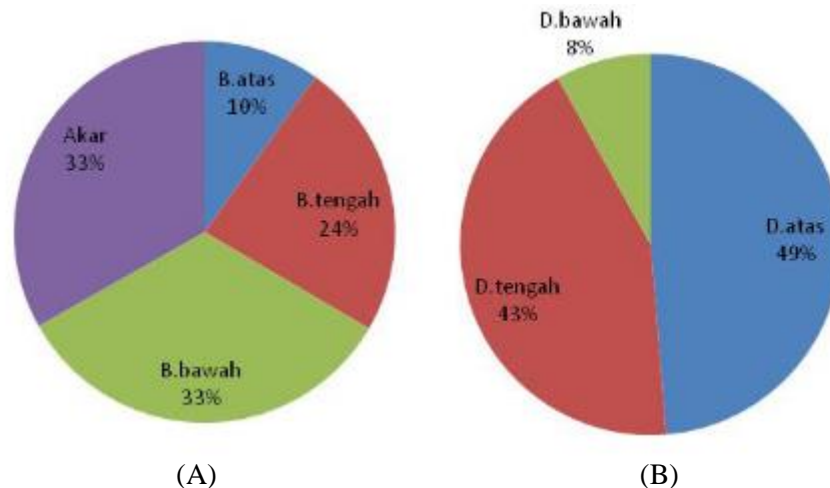
Tabel 2. Rerata ukuran dan kerapatan stomata *A.annua* poliploid dan kontrol pada hasil turunan M0 dan M1

Turunan	Aksesi	Panjang Stomata (µm)		Lebar Stomata (µm)		Kerapatan Stomata (permm ²)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
M1	K1B	32.77 ^b	34.54 ^a	17.86 ^b	19.48 ^a	89.60 ^a	197.09 ^a
	K.3.2.1	35.92 ^a	36.27 ^a	19.65 ^a	20.13 ^a	59.52 ^b	164.92 ^a
	K.2.3.7	34.04 ^b	37.27 ^a	19.66 ^a	20.02 ^a	48.61 ^b	181.54 ^a
M0	K1B	25.58 ^b	26.03 ^b	17.00 ^b	17.75 ^b	62.93 ^a	299.33 ^a
	K.3.2.1	37.58 ^a	39.41 ^a	21.03 ^a	21.17 ^b	29.87 ^b	121.60 ^c
	K.2.3.7	36.67 ^a	39.16 ^a	20.91 ^a	22.25 ^b	19.02 ^b	151.40 ^b

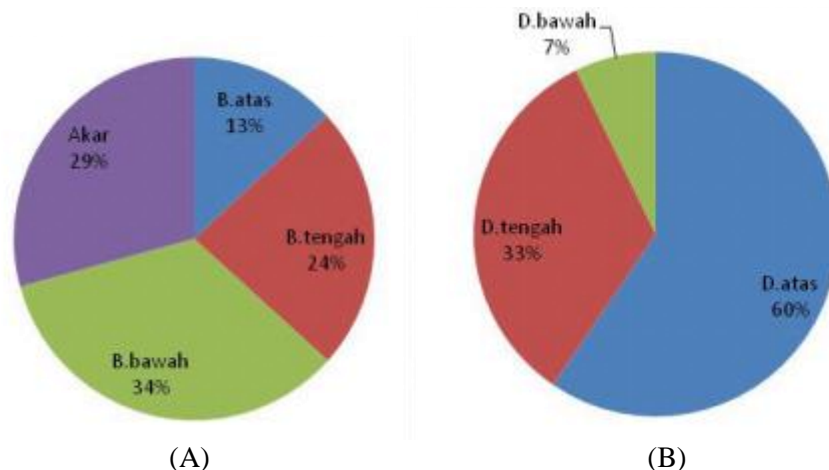
Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha=5\%$ Uji Jarak Berganda Duncan

Pengukuran stomata tanaman M0 memperlihatkan adanya perbedaan nyata antara tanaman poliploid dengan tanaman kontrol. Tanaman poliploid menghasilkan ukuran stomata yang besar, dan kerapatan stomata yang rendah, disisi lain tanaman kontrol K.1.B memiliki ukuran stomata yang lebih kecil dengan stomata yang lebih rapat dari tanaman poliploid. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Banya et al., (2010) yang menunjukkan bahwa tanaman *A. annua* tetraploid mempunyai ukuran stomata yang lebih besar dibandingkan tanaman diploidnya. Namun demikian pada tanaman turunan pertama (M1), ukuran stomata pada kontrol K.1.B menjadi tidak berbeda nyata dengan tanaman poliploidnya. Dari data tersebut terlihat bahwa terdapat tanaman kontrol (K.1.B) yang telah menyerbuk dengan tanaman poliploid sehingga ukuran stomatanya menjadi besar pada turunan pertamanya (M1). Sementara itu, rerata ukuran stomata tanaman poliploid M1 juga mengalami penurunan dibandingkan tanaman M0 nya.

Pada gambar 3 dan 4 menunjukkan hasil biomassa dari tanaman M0 dan M1 yang diketahui berdasarkan nilai bobot kering tiap bagian tanamannya. Alokasi biomassa lebih dipengaruhi oleh posisi organ tanaman di tajuk. Biomassa batang lebih terkonsentrasi di bagian bawah tajuk dibandingkan bagian tengah dan atas (Gambar 3A dan 4A), sedangkan daun lebih banyak terdapat dibagian atas tajuk (Gambar 3B dan 4B). Apabila dibandingkan antara tanaman induk M0 dengan turunan pertama M1, alokasi biomassa batang tidak mengalami perbedaan. Persentase batang atas, tengah dan bawah, serta akar, cenderung stabil sama dan tidak terdapat perbedaan. Pada tajuk daun, tanaman induk M0 memiliki nilai presentase tajuk atas lebih besar (60%) dibandingkan dengan tanaman M1 (49%), sementara tajuk tengah tanaman M1 meningkat menjadi 43% lebih tinggi dari tajuk tengah tanaman induk M0 sebesar 33%.



Gambar 3. Bobot kering Batang dan Akar (A) dan Daun (B) Tanaman *A.annua* Turunan Pertama M1 pada Tajuk Atas (Biru), Tajuk Tengah (Merah), dan Tajuk Bawah (Hijau), Serta Akar (Ungu)



Gambar 4. Bobot kering Batang dan Akar (A) dan Daun (B) Tanaman Induk *A. annua* (M0) pada Tajuk Atas (Biru), Tajuk Tengah (Merah), dan Tajuk Bawah (Hijau), Serta Akar (Ungu)

Tajuk atas merupakan bagian yang memiliki kadar artemisinin lebih tinggi dibandingkan dengan daun yang terletak dibagian bawah. Namun demikian, tajuk pada bagian tengah juga merupakan bagian yang penting karena kadar artemisinin yang masih cukup tinggi ditambah jumlah daun yang relatif banyak pada bagian tengah, sementara tajuk bagian terbawah tetap memiliki proporsi terkecil baik pada M0 maupun M1. Pada produksi artemisinin skala besar pemanenan dilakukan terhadap seluruh bagian daun, terlebih untuk memenuhi target produksi, sehingga akan lebih menguntungkan apabila tanaman produksi memiliki proporsi tajuk atas dan tengah yang besar. Dengan demikian, baik tanaman M0 dan M1 dapat disarankan untuk digunakan sebagai tanaman produksi dengan hasil pertumbuhan dan kadar artemisinin yang baik.

KESIMPULAN

Telah terjadi segregasi pada tanaman M1 sehingga memunculkan variasi yang berbeda dengan tanaman M0 nya. Alokasi biomassa yang ditunjukkan pada tajuk daun tanaman M1 memiliki persentase tajuk daun atas dan tengah yang seimbang, sementara tanaman M0 nya persentase tajuk daun atas paling tinggi dibanding tajuk tengah dan bawah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan ini merupakan bagian dari kegiatan kompetitif-LIPI tahun 2016-2017. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Dr. Arthur A. Lelono, Dr. Tri Muji Ermayanti, dan Erwin Al Hafiiz atas dukungannya selama kegiatan berlangsung, Bpk. Latif dan Bpk. Mulyadi atas bantuan teknisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Banyai, W., Sangthong, R., Karaket, N., Inthima, P., Mii, M. & Supaibulwatana. (2010). Overproduction of Artemisinin in Tetraploid *Artemisia annua* L. *Plant Biotechnology*. 27: 427-433.
- Dahnum, D., Abimanyu, H. & Senjaya, A. (2012). Isolation of Artemisinin as Antimalarial Drugs from *Artemisia annua* L. cultivated in Indonesia. *International Journal of Basic & Applied Science*. IJBAS-IJEN: 12(4).
- Ferreira, J. F. S., Laughlin, J.C., Delabays, N. & de Magalhaes, P.M. (2005). Cultivation and Genetics of *Artemisia annua* L. for Increase Production of The Antimalarial Artemisinin. *Plant Genetic Resources* III(2): 206-229.
- Gonzalez, L. J. & Weathers, P. J. (2003). Tetraploid *Artemisia annua* hairy roots produce more artemisinin than diploids. *Plant Cell Report*. 21: 809-813.

- Gusmaini & Nurhayati, H. (2007). Potensi pengembangan budidaya *Artemisia annua* L. di Indonesia. *Perspektif*. 6(2): 57-67.
- Laughlin, J. C., Heazlewood, G. N., Beatie, B. M. (2002). Cultivation of *Artemisia annua* L. In *Artemisia*, Wright CW, Ed. Francis Taylor, London
- Lestari, E. G. M. Syukur, R. Purnamaningsih, Yunita, R. & Firdaus, R. 2011. Evaluation and selection of mutative *Artemisia (Artemisia annua* L) according to the altitute variants. *HAYATI*. 18(1): 16-20.
- Wallart, T. E., Pras, N. & Quax, W.J. (1999). Seasonal variations of artemisinin and its biosynthetic precursor in tetraploid *Artemisia annua* plants compared with the wild-type. *Planta medica*. 65: 723-728.

**KAJIAN ETNOBOTANI KEANEKAAGAMAN JENIS TUMBUHAN OBAT PASCA
BERSALIN WARGA KASEPUHAN SEKITAR KAWASAN TAMAN NASIONAL GUNUNG
HALIMUN SALAK, KABUPATEN LEBAK, PROVINCE BANTEN**

Wardah¹, Marwan Setiawan¹

¹Botany Division, Research Center for Biology – LIPI Cibinong Science Center
Jl. Raya Jakarta- Bogor Km 46, Cibinong 16911,

²MUNASAIN-Research Center for Biology-LIPI, Jl.Ir.H.Juanda No.22-24, Bogor16122
email: wardah.lipi@gmail.com, marwan.cm@gmail.com

Abstrak. *Abstrak Warga Kasepuhan yang tinggal disekitar kawasan konservasi Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS), adalah masyarakat adat yang tunduk dan patuh terhadap aturan-aturan yang sudah ditetapkan oleh Kasepuhan dalam tatanan kehidupan sehari-hari. Khususnya dalam memanfaatkan tumbuhan untuk obat dalam kehidupan sehari-harinya. Ketergantungan masyarakat terhadap sumberdaya alam tercermin dalam pemanfaatan tumbuhan obat untuk pasca bersalin. Lokasi penelitian di Kasepuhan Ciptagelar, Cisit, dan Cihambali. Metoda yang digunakan wawancara secara langsung dengan nara sumber “mak beurang” atau “paraji” dan masyarakat pengguna. Hasil penelitian terkumpul 80 jenis dari 33 Famili tumbuhan digunakan untuk obat pasca bersalin. Jenis tumbuhan obat yang digunakan 64,29 % diambil dari habitat alami dan 35,71 % yang sudah dibudidayakan. Suku –suku yang digunakan adalah Zingiberaceae (11jenis), Astraceae (10jenis), Poaceae (9jenis), Fabaceae, Rubiaceae, (5 jenis), Melastomaceae, Solanaceae (4jenis), Acanthaceae, Apiaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Pandanaceae, Proteaceae, Pandanaceae, Selaginellaceae, dan Theaceae masing (2jenis), dan suku-suku yang lain hanya (1jenis). Bagian yang terbanyak dari tumbuhan di gunakan untuk obat adalah daun (43,75%), seluruh bagian tanaman (16,25%), rimpang (12,5%), akar (11,25%), buah (10%), dan lain-lain (6,25%). Kajian tentang etnobotaninya disajikan dalam makalah ini.*

Kata kunci: *Etnobotani, keanekaragaman tumbuhan obat pasca bersalin, Warga Kasepuhan, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten*

PENDAHULUAN

Warga Kasepuhan merupakan masyarakat adat Sunda yang hidupnya disekitar kawasan Taman Nasional Gunung Halimun – Salak (TNGHS), adalah masyarakat adat yang tunduk dan patuh terhadap aturan-aturan yang sudah di tetapkan oleh Kasepuhan dalam tatanan kehidupan sehari-hari. Masyarakat Kasepuhan mempunyai identitas yang berbeda dengan masyarakat Sunda lainnya yang ada dikawasan tersebut. Perbedaan adalah Sesepuh yang dianggap mempunyai kekuatan supra-natural, organisasi yang mengatur berbagai aspek kehidupan mulai dari dukun tani, dukun sunat, sesepuh kampung, kyai, pengurus rumah tangga dan lain-lain. Hasil pengamatan terhadap warga Kasepuhan menunjukkan adanya pengetahuan lokal dalam hal mengatur kelestarian lingkungan dan bagaimana lingkungan tersebut dapat memberi manfaat untuk kehidupannya. Pengetahuan ini telah dikembangkan secara turun temurun. Masyarakat Kasepuhan mempunyai klasifikasi tradisional terhadap lingkungan alamnya, adanya *leuweung titipan*, *leuweung kolot*, dan *leuweung ngora* yang mempunyai makna simbolis maupun kepentingan ekonomis tertentu. Oleh karena itu masyarakat Kasepuhan mempunyai identitas yang khas dibandingkan masyarakat sunda lainnya, kelompok ini dapat disebut sebagai masyarakat adat.

Oleh karena itu penanganan proses bersalin dan pasca bersalin pada masyarakat Kasepuhan disekitar kawasan TNGHS Ciptagelar, Cisit, Cihambali dan Kasepuhan Citorek termasuk tatanan yang diatur oleh adat. Masyarakat kasepuhan merupakan bagian dari warisan budaya nasional, mereka memegang teguh adat kebudayaan nenek moyangnya. Hal ini terlihat dalam keseragaman kehidupan sehari-hari dalam hal arsitektur rumah, sistem pertanian dan interaksi dengan hutan. Hutan sebagai satu kesatuan lingkungan budaya menjadi tumpuan hidup (staff of life) masyarakat desa hutan untuk

menopang sistem kehidupannya. Budaya masyarakat desa hutan terbentuk dari hubungan timbal balik yang berkesinambungan dengan lingkungan sumber daya hutan (Nugraha dan Murtijo, 2005).

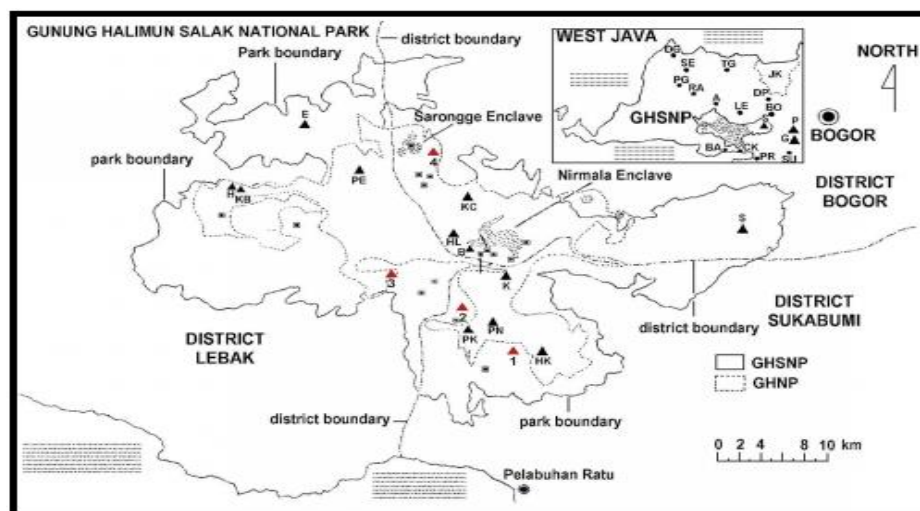
Penelitian tentang kajian etnobotani pemanfaatan tumbuhan obat pasca bersalin warga Kasepuhan Ciptagelar, Cisitu, Cihambali dan Kasepuhan Citorek yang berada disekitar dan didalam kawasan TNGHS, Kabupaten Lebak, Propinsi Banten, tujuannya agar pengetahuan tradisional kearifan lokal pemanfaatan keanekaragaman tumbuhan obat pasca bersalin dapat terdokumentasi dengan baik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian tentang kajian etnobotani pemanfaatan tumbuhan obat pasca bersalin warga Kasepuhan di disekitar kawasan TNGHS menggunakan pendekatan studi kasus (Yin, 1997). Pengumpulan data dilakukan dengan pedoman wawancara (Guide line guestionnaire) dengan pengamat terlibat, dan diskusi terfokus pada kelompok masyarakat, serta wawancara mendalam (depth interview) dengan berbagai informan kunci. Metode tersebut dimaksudkan untuk memperoleh data dan informasi yang bersifat “emic” (Vayda.1996; Bruce, 2007). Wawancara dilakukan melalui tokoh masyarakat, ketua adat, mak beurang atau paraji serta masyarakat yang mengerti tentang pemanfaatan tumbuhan pasca bersalin. Untuk mendata keanekaragaman tumbuhan dilakukan dengan menggunakan metode jelajah yaitu dengan menjelajah setiap sudut lokasi (Rugayah, 2004). Bahan – bahan obat tersebut diambil langsung di kawasan hutan *leuweung tutupan*, *leuweung titipan*, *leuweung sempalan*, dan *talun*. Informasi selain dari data primer diperoleh juga data sekunder melalui studi pustaka.

Lokasi penelitian

Penelitian di lakukan di Kasepuhan Ciptagelar (1100 m dpl), Cisitu (1500 m dpl), Cihambali (750 m dpl), dan Kasepuhan Citorek termasuk masyarakat adat yang tinggal dan menetap di sekitar kawasan penyangga Taman Nasional Gunung Halimun Salak. Lokasi penelitian dapat ditempuh masing-masing menggunakan kendaraan roda empat dari Bogor ke Desa Sirna resmi waktu yang diperlukan \pm 5 jam, Sirna Resmi menuju Kasepuhan Ciptagelar \pm 2 jam dengan mobil dobel gardan tanpa tempat duduk yang dirakit masyarakat lokal. Pelabuhan Ratu – Kasepuhan Cisitu menggunakan kendaraan Elp \pm 2 Jam, Pelabuhan Ratu –Cihambali \pm 2 Jam, kemudian dari Cihambali menuju Desa Citorek antara 2-3 jam. Perjalanan ini dapat ditempuh jika kondisi cuaca cukup baik karena memasuki jalan Taman Nasional Gunung Halimun Salak.



Gambar 1. Lokasi penelitian. Taman Nasional Gunung Halimun Salak. 1= Kasepuhan Citorek, 2= Kasepuhan Ciptagelar, 3=Cihambali, 4= Kasepuhan Cisitu

HASIL DAN PEMBAHASAN

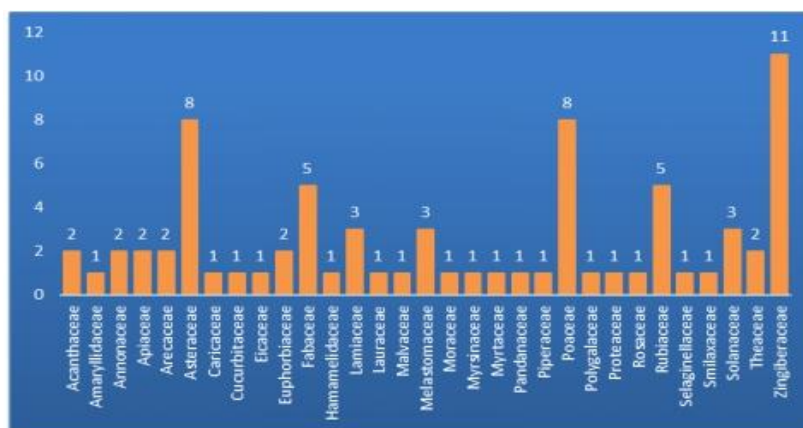
Wilayah Kasepuhan berada disekitar dan didalam kawasan TNGHS secara administratifnya masuk kedalam Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Bogor (Propinsi Jawa Barat) dan Kabupaten lebak (Propinsi Banten). Masyarakat yang tinggal di kawasan ini umumnya masyarakat lokal suku Sunda,

yang terbagi ke dalam kelompok masyarakat kasepuhan dan bukan kasepuhan. Masyarakat sunda mayoritas penduduknya beragama Islam sedangkan untuk warga kasepuhan masih memegang teguh adat istiadat kebudayaan dari leluhurnya. Pengetahuan ini tercermin dalam kehidupan sehari-hari dalam pemanfaatan tumbuhan obat pasca bersalin. Hal ini ditunjang belum adanya puskesmas hal ini menandakan begitu kentalnya mempertahankan adat istiadat yang berlaku khususnya pengobatan pasca bersalin.

Pengobatan pasca bersalin dilakukan oleh “kokolot”, “dukun”, “paraji” atau “mak beurang”. Peran paraji selain menangani ibu-ibu yang akan melahirkan, paraji juga menyiapkan bahan ramuan untuk obat pasca bersalin. Jenis-jenis tumbuhan yang dimanfaatkan diambil secara langsung di kawasan hutan *leuweung tutupan*, *leuweung titipan*, *leuweung sempalan*, dan *talun*. Hal ini nampak kearifan lokal masyarakat berinteraksi terhadap hutan, bahkan dalam memasak pun terdapat kearifan lokal yang dijaga oleh masyarakat kasepuhan dari dahulu hingga sekarang. Budaya masyarakat desa hutan terbentuk dari hubungan timbal balik yang berkesinambungan dengan lingkungan sumber daya hutan (Nugraha & Murtijo, 2005).

Bagi warga Kasepuhan pasca melahirkan sudah menjadi tradisi adat meminum jamu untuk mempercepat masa pemulihannya, itulah sebabnya pengetahuan terkait tanaman obat pasca bersalin masih terjaga sampai sekarang. Jamu-jamu yang dibuat biasanya terdiri berbagai macam campuran tumbuh-tumbuhan obat, biasanya sekitar 40 campuran yang digunakan atau lebih. Dari Penelitian terkumpul 80 jenis tumbuhan meliputi 73 marga dari 33 suku yang dimanfaatkan sebagai bahan obat. Jenis tumbuhan tersebut 64,29 % tumbuhan liar di di kawasan hutan *leuweung tutupan*, *leuweung titipan*, *leuweung sempalan*, dan *talun* dan 35,71% sudah dibudidayakan. Dari hasil pengamatan bagian yang terbanyak digunakan untuk bahan obat adalah daun (43,75%), seluruh bagian tanaman (16,25%), rimpang (12,5%), akar (11,25%), buah (10 %), dan lain-lain (6,25%).

Berdasarkan grafik 1. Terlihat jumlah suku tumbuhan yang terbanyak digunakan sebagai bahan obat pasca bersalin adalah kelompok suku Zingiberaceae. Suku ini menempati urutan terbanyak (11 Jenis), menyusul suku Asteraceae dan Poaceae masing-masing (8 jenis), Rubiaceae (6 jenis), Fabaceae (5 jenis), Lamiaceae (4 jenis), Melastomaceae dan Solanaceae masing-masing (3 jenis), menyusul suku-suku yang jumlah jenisnya terkecil Acanthaceae, Apiaceae, Euphorbiaceae, Pandanaceae, Proteaceae, Selaginellaceae masing-masing (2 jenis), dan suku-suku paling kecil penggunaannya adalah Hamamelidaceae, Myrsinaceae, Rutaceae, Cucurbitaceae, Amaryllidaceae, Theaceae, Moraceae, dan Eicaceae masing-masing (1 jenis).



Grafik 1. Banyaknya Jumlah suku tumbuhan obat yang dimanfaatkan pasca bersalin

Jenis-jenis tumbuhan dari kelompok Zingiberaceae yang dimanfaatkan sebagai obat pasca bersalin antara lain, koneng (*Curcuma longa* Linn. syn. *Curcuma domestica* Val.), jahe merah (*Zingiber officinale* L.var *rubrum*), Koneng hideng (*Curcuma aeruginosa* Roxb.), Koneng joho (*Curcuma mangga* Val.& V.Zyp.), Koneng tinya (*Curcuma purpurascens* Bl.), Koneng gede (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.), kencur (*Kaemferia galanga* L.), lempuyangan (*Zingiber zerumbet* L. Roscoe), panglai (*Zingiber cassumunar* Roxb.), panglai hideung (*Zingiber ottensis* Val), pacing (*Costus speciosus* Koenig), kunci (*Gastrochilus pandurata* Ridl.).

Berdasarkan bagian yang digunakan dari kelompok Zingiberaceae adalah rimpangnya. Bagian rimpangnya ada yang digunakan secara langsung dimakan sebagai lalab, di ramu sebagai bahan jamu, di buat minuman segar, dan dikeringkan sebagai bahan campuran dengan bahan yang lain. Seperti, koneng hideung (*Curcuma aeruginosa*) sebagai salah satu bahan campuran ramuan, karena rimpangnya berkhasiat mempercepat masa nifas. Menurut Darwis (1991) dan Ravindra et al. (2007), Khasiat dari tanaman ini berkaitan kandungan senyawa kimianya, antara lain, minyak atsiri, alkaloida, zat pahit, saponin, pati, damat, lemak, zat warna curcumin, felandrena, dan tumerol. Pemberian ekstrak *curcuma aeruginosa* pada ibu nifas dapat mempercepat proses penyembuhan luka perineum (Wahyuningrum et al., 2018). Menurut Silalahi et al. (2015) masyarakat Batak di Simalungun memanfaatkan ekstrak rimpangnya sebagai minuman untuk pasca bersalin.

Rimpang jeringau (*Acorus calamus*) digunakan sebagai obat untuk mengatasi demam semasa nifas. Berdasarkan Darwis, 1991., rimpangnya juga dimanfaatkan sebagai obat disentri, limpa bengkak, dan mengandung minyak atsiri 1,5 %-3,5 % dengan komponen utama asarilaldehida, eugenol, asaron, zat pahit akorin, pati dan tanin karminatif. Rimpang koneng kunir (*Curcuma longa*) mengandung senyawa utama curcumin, menurut Deb et al. (2013) dan Jurenka (2009) bahwa *Curcuma longa* mengandung juga alkaloid, flavonoid, tanin, karbohidrat, proteins, and resins. Namun tidak mengandung glikosida dan sterol, tapi mengandung minyak atsiri (Jurenka, 2009). Minyak atsiri merupakan suatu campuran senyawa mudah menguap yang kebanyakan tergolong terpenoid (Hegarty et al., 2001).

Bunga honje (*Nicolaia speciosa*) masyarakat biasanya mengkonsumsi bunga honje yang dimakan mentah. Penggunaannya dengan cara di tumbuk seperti dibuat rujak, tujuan untuk memperlancar air susu dan pembersih darah setelah melahirkan dan menghilangkan bau badan atau keringat setelah masa nifas.

Rimpang koneng gede (*Curcuma xanthorrhiza*), dimanfaatkan sebagai bahan pencampur ramuan pasca bersalin, mengandung protein pati (29-30 %), zat warna kuning kurkuminoid (1-2%) dan minyak atsiri (6-10%) (Darwis,1991). Rimpang temu mangga (*Curcuma mangga*) penggunaannya sama dengan *C. xanthorrhiza* berkhasiat untuk mengecilkan rahim dan penambah napsu makan. Rimpang dan daunnya mengandung saponin, flavonoida dan daunnya juga mengandung polifenol (Darwis, 1991). Rimpang dari panglay (*Zingiber aromaticum*) bahan obat pasca bersalin, karena adanya kandungan minyak atsiri berupa limonene dan zerumben, dan dapat menabuh selera makan serta meningkatkan stamina.

Jahe (*Zingiber officinale*) di gunakan sebagai ramuan obat karena bagian dari rimpangnya mengandung karbohidrat 50 %, asam -asam lemak bebas (8%). Antara lain kandungannya, asam falmitat, asam oleat, asam pentadekanoat, asam heptadekanoat, asam linoleat, asam kaprilat, asam kaprat, asam laurat, asam miristat, asam stearat, asam linolenat. Diketahui bahwa rimpangnya menurunkan kadar glukosa darah, anti hiperkolesterol, migren, anti mual dan muntah (Anonim, 1986). Jahe asam bersifat panas dan kering, serta membangkitkan gairah seksual, meningkatkan produksi sperma, memanaskan perut dan liver, membantu proses pencernaan, mengeringkan lendir yang terdapat dalam tubuh, menambah daya ingat, dan juga membuat bau badan lebih baik (Al-Jauziyah, 2004).

Begitupun bagian dari tumbuhan seperti daun-daun sangat berperan sebagai bahan yang dikonsumsi langsung. Jenis-jenis tumbuhan tersebut adalah daun rane (*Selaginella plana* Hieran), daun *Centella asiatica* dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*). Daun-daun tersebut dipercaya meningkatkan produksi ASI dan rasa bugar, serta daun *Centella asiatica* sebagai obat sari rapet. Sedangkan bagian rimpangan dapat mengurangi bau amis pada darah.



Gambar 2. Jenis-jenis tumbuhan yang cukup potensial sebagai bahan obat pasca bersalin.

Kebutuhan pasca bersalin bukan semata hanya konsumsi obat, tetapi “paraji” juga menyiapkan kebutuhan untuk bahan pangan seperti serellia, umbi, kacang-kacangan, dan biji-bijian (Tabel 1.). Pada saat masa nifas atau pasca bersalin masyarakat di Kasepuhan memiliki pengetahuan dalam menjaga kesehatan tubuh, namun dengan caranya secara tradisional guna untuk mencegah terjadinya infeksi sehabis melahirkan. Bahan yang di gunakan adalah daun *Piper betle*, daun *Plectranthus scutellariodes* dan daun *Pluchea indica* dengan cara diseduh air panas. Air seduhannya digunakan untuk membersihkan bagian tubuh setelah pasca bersalin dan biasanya dilakukan sekitar 15 hari pasca nifas.

Jenis-jenis tumbuhan yang digunakan sebagai obat sudah diatur masing-masing pemanfaatannya oleh “mak beurang” atau “paraji”. Seperti Daun *Blumea balsamifera*, daun *Urophyllum arboreum*, daun *Goniothalamus macrophllus*, daun *Piper betle*, dan akar *Arenga pinnata*. Semua tumbuhan tersebut dijadikan satu, cuci bersih, rebus diminum sehabis bersalin. untuk menghilangkan rasa pegal atau sakit pada badan, membuat tubuh menjadi segar, serta aroma tubuh menjadi wangi. Menurut Pratiwi et al. (2002). daun ki cantung dari hasil penapisan fitokimia ternyata mengandung flavonoida yang setara dengan 0.05 % rutin, mengandung glikosida tetapi tidak mengandung tannin. Glikosida sebagai bahan obat misalnya digunakan sebagai pencahar, yaitu emodin dan glikosida antrakinin sedangkan flavonoida pada umumnya digunakan sebagai suplemen makanan.

Ki cengkeh (*Urophyllum arboreum*) daunnya mirip aroma cengkeh dan mengandung minyak atsiri yang dimanfaatkan sebagai bahan obat, kosmetika dan untuk aromaterapi. Bagian akarnya direbus diminum sebagai minuman penambah stamina tubuh pada masa pasca bersalin.

Menurut Perry dan Metzger (1980) tumbuhan akar *Urophyllum hirsutum* diminum untuk pencegah penyakit, sedangkan ekstrak dingin dari *U. arboreum* dan *U. glabrum* diminum sebagai obat demam. Daun ki cengkeh juga dimanfaatkan sebagai bahan rempah dan obat di pulau Jawa berkaitan dengan komponen penyusun minyak atsirinya (de Guzman & Siemonsma, 1999).

KESIMPULAN

Hasil pengamatan yang dilakukan tentang pengobatan pasca bersalin pada masyarakat Kasepuhan Ciptagelar, Cisitu, Cihambali, dan Citorek kawasan Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Kabupaten Lebak, Propinsi Banten, ternyata tumbuhan obat sangat memegang peranan penting dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Kasepuhan. Warga Kasepuhan sangat tergantung pada sumberdaya alam yang ada disekitar wewengkon (hutan) hutan *leuweung tutupan*, *leuweung titipan*, *leuweung sempalan*, dan *talun*. Kemandirian dalam penanganan pasca bersalin terlihat jelas bahwa peran dukun kampung “mak beurang” atau “paraji” merupakan pilihan warga Kasepuhan secara turun temurun bahkan diatur melalui tatanan adat. oleh karena itu pengetahuan ini tetap terjaga walaupun pengetahuan moderen telah merambah sampai pelosok pedesaan.

Terkumpul 80 jenis tumbuhan meliputi 73 marga dari 33 suku. Dari jenis-jenis tersebut yang dimanfaatkan suku Zingiberaceae (12 jenis), Astraceae (10 jenis), Poaceae (9 jenis), menduduki urutan suku yang terbanyak, menyusul Fabaceae, Rubiaceae, (5 jenis), Melastomaceae, Solanaceae (4 jenis), dan menyusul suku Acanthaceae, Apiaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Pandanaceae, Proteaceae, Pandanaceae, Selaginellaceae masing-masing (2 jenis), dan urutan suku yang sedikit digunakan

Hamamelidaceae, Caricaceae, Cucurbitaceae, Amaryllidaceae, Smilaxaceae, Theaceae, Dll masing-masing (1 jenis). Tumbuhan obat yang digunakan 64,29 % diambil dari habitat alami dan 35,71 % yang sudah dibudidayakan. Bagian tumbuhan yang terbanyak di gunakan adalah daun (43,75%), seluruh bagian tanaman (16,25%), rimpang (12,5%), akar (11,25%), buah (10 %), dan lain-lain (6,25%).

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Jauziyah, Ibn Qayyim. (2004). *Akar Kuning, Petunjuk Pengobatan Nabi Shallallahu'alaihi wasallam*. Sahara Publishers, Riyadh, Saudi Arabia, edisi pertama Juli 2004. p. 3953.
- Anonim. (1986). *Medicinal Herb Index in Indonesia*. PT. Eisai Indonesia, Jakarta, hal 129-130
- Deb, N., Majumdar, P. & Kumar, A. (2013). Ghosh Pharmacognostic and Phytochemical Evaluation of the Rhizomes of *Curcuma Longa* Linn. *Journal of Pharma Sci. Tech.* 2(2): 81- 86.
- Bruce, L. Berg. (2007). *Qualitative Research methodes for the social Science*. Pearson International Edition California State Universty. Long Beach.
- Darwis, S. N. (1991). *Tumbuhan Obat famili Zingiberaceae*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Bogor. p.103.
- Dharmono. (2007). Kajian Etnobotani Tumbuhan Jalukap (*Centella asiatica*) di Suku Dayak Bukit Desa Haratai 1 Loksado. *J. Bioscience*, Vol. 4 (2): 71-78.
- Kuntorini, E. M. (2005). Botani Ekonomi Suku Zingiberaceae sebagai Obat Tradisional oleh Masyarakat di Kota Madya Banjarbaru. *J Bioscience* 2(1): 25-36.
- Hartono, Teguh, Hiroshi Kobayashi, Hendra W., Momo Suparmo (penyusun). 2007. *Taman Nasional Gunung Halimun-Salak: "menyingkap Kabut Gunung Halimun-Salak*. JICA. Gunung Halimun-Salak National Park Management Project. 48p
- Hegarty M. P., Hegarty, E. E. & Wills, R. B. H. 2001. *Australian Plant Bushfoods*. Kingston: Rural Industries Research and Development Corporation
- Jurenka, J. S. (2009). Anti-inflammatory properties of curcumin, a major constituent of *Curcuma longa*: A Review of Preclinical and Clinical Research Alternative. *Medicine Review*, 14(2): 141-153.
- Martin, G. J. (1995). *Etnobotani: Sebuah manual pemeliharaan Manusia dan Tumbuhan*. Edisi Bahasa Melayu Terjemahan Maryati Mohamed, *Natural History publications (Borneo) Sdn. Bhd. Kinabalu*. Sabah, Malaysia.
- Nugraha & Murtijo. (2005). *Antropologi Kehutanan*. Wana Aksara. Banten.
- Perry, Lily & Metzger (1980). *Medicinal Plants of East and Southeast Asia; attributed properties and uses*. The MIT Press, Cambridge. London.
- Praptiwi, Yuliasri, J. & Murningsih, T. (2002). *Kisantung (Goniothalamus macrophyllum) Penapisan Kimia dan Uji Antibakteri*. Laporan Teknik. Proyek Inventarisasi dan Karakterisasi Sumberdaya Hayati. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor.
- Ravindran, P. N., Nirmal, B. K. & Sivaraman, K. (2007). *Turmeric: The genus curcuma*. Boca Raton, FL: CRC.
- Ren, W., Qiao, Z., Wang, H., Zhu, L., Zhang, L. (2003). Flavonoids: Promising Anticancer Agents. *Medicinal Research Reviews*, 23(4), 519-534
- Rugayah, A., Retnowati, F. I., Windadri & Hidayat, A. (2004). *Pengumpulan Data Taksonomi. Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora*. Pusat penelitian Biologi, LIPI, Bogor
- Bas, F., Shaari, K., Lajis, N. H., Israf, D. A. & Kalsom, Y. U., Antioxidative and Radical Scavenging Properties of the Constituents Isolated from *Cosmos caudatus* Kunth. *Nat. Prod. Sciences*, 9(4), 245-248.
- Silalahi M., Nisyawati EB. Walujo dan J. Supriatna. 2015. Local Knowledge of Medicinal Plants in Sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 16(1): 44-54.
- De Guzman, C.C & Siemonsma, J. S. (1999). *Plant Resources of South East Asia No. 13: Spices*. PROSEA. 400 p.
- Taraphdar, Amit, K., Madhumita, R. & Bhattacharya, R. K. (2001). Natural Products as Inducers of Apoptosis: Implication for Cancer Therapy and Prevention, *Current Science*, 80(11), 1391

- Wahyuningrum, T., Khalimatus, L. & Khusniyati, E. 2018. Efek Curcuma Aeruginosa Terhadap Penyembuhan Perineum Ibu Postpartum di BPM Amirul dan BPM Panca Mojokerto. *Media Ilmu Kesehatan* 7(1).
- Wardah. (2003). Pemanfaatan Sumber Daya Tumbuhan Oleh Masyarakat Baduy-Dalam Di Sekitar Gunung Kendeng Selatan, Kab. Lebak, Banten. *Berita Biologi* 6(6). Hal 755-76.
- Wardah. (2005). Pemanfaatan Tumbuhan pada Masyarakat Kasepuhan Desa Cisungsang di Kawasan Taman Nasional Gunung Halimun, Kabupaten Lebak, Banten. *Berita Biologi* 6(7)323-332
- Vadya.A. P. (1996). *Methods and Explanations in The Study of Human Actions and Their Enviromental Effects*. Special publications. Bogor, Indonesia.
- Yin Robert. (1997). *Studi kasus (Disain du metode)*. Rajawali grafindo Persada Jakarta

LAMPIRAN

Tabel 1. Jenis-jenis tumbuhan obat pasca bersalin pada warga Kasepuhan disekitar TNGHS

Nama lokal	Nama jenis	Suku	Bag. guna	Kegunaan
Kitajam	<i>Acalypha indica</i> L.	Euphorbiaceae	Daun	Herba
Jeringau	<i>Acorus calamus</i> L.	Araceae	Rimpang	Herba
Kibulu	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	Sel. bagian	Herba
Rasamala	<i>Altingia excelsa</i> Norona	Hamamelidaceae	D. muda	Pohon
Sereh ageng	<i>Andropogon nardus</i> L.	Poaceae	Batang	Rumpun
Kasembukan	<i>Anotis hirsuta</i> Boerl.	Rubiaceae	Daun	Perdu
Kacang suuk	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Fabaceae	Biji	Herba
Kikores	<i>Ardisia villosa</i> Roxb.	Myrsinaceae	Dm	Perdu
Kawung	<i>Arenga pinnata</i> (Wurmb.) Merr.	Arecaceae	Akar	Pohon
Harega	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	Sel. Tan.	Terna
Harendong	<i>Bellucia axinantha</i> Triana	Melastomaceae	Daun	Perdu
Capaur	<i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC	Asteraceae	Daun	Terna
Gedang rayung	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Buah	Pohon
Antanan	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Apiaceae	Sel. bagian	Herba
Jeruk ageng	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Rutaceae	Buah	Perdu
Kapila	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	Melastomataceae	Akar	Perdu
Kopi	<i>Coffea robusta</i> Linden	Rubiaceae	D. muda	Perdu
Seureuh wangi	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Poaceae	Batang	Rumpun
Jawer kotok	<i>Coleus atropurpurens</i> Benth.	Lamiaceae	Akar	Herba
Ketumbar	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Apiaceae	Biji	Herba
Pacing	<i>Costus speciosus</i> (Koenig) Smith	Zingiberaceae	Daun	Herba
Waluh	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Cucurbitaceae	Biji	Herba
Parasi	<i>Curculigo latifolia</i> Dryand.	Amaryllidaceae	Akar	Herba
Koneng hideng	<i>Curcuma aeruginosa</i> Roxb.	Zingiberaceae	Rimpang	Herba
Koneng kunir	<i>Curcuma longa</i> L.	Zingiberaceae	Rimpang	Herba
Koneng joho	<i>Curcuma mangga</i> Val. & V.Zyp.	Zingiberaceae	Rimpang	Herba
Koneng tinyan	<i>Curcuma purpurascens</i> Bl.	Zingiberaceae	Rimpang	Herba
Koneng gede	<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.	Zingiberaceae	Rimpang	Herba
Sereh wangi	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf.	Poaceae	Batang	Rump
Harendang	<i>Dissochaeta gracilis</i> Bl.	Melastomataceae	Akar	Perdu
Kidempa	<i>Elephantopus</i> cf. <i>Scaber</i> L.	Asteraceae	Sel. bagian	Herba
Jongek	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Asteraceae	Sel. bagian	Herba
Sintrong	<i>Erechtites valerianifolia</i> (Wolf) DC.	Asteraceae	Akar	Herba
Dadap	<i>Erithryna variegata</i> L.	Fabaceae	Daun	Pohon
Teklam	<i>Eupatorium riparium</i> Reg.	Asteraceae	Daun	Herba
Kisaketik	<i>Eurya japonica</i> Thumb.	Theaceae	Daun muda	Pohon
Darandang	<i>Ficus variegata</i> Bl.	Moraceae	Sel. bagian	Pohon
Kunci	<i>Gastrochilus panduratum</i> Ridl.	Zingiberaceae	Rimpang	Herba
Kicantung	<i>Goniothalamus macrophyllus</i> Hook.f.& Th.	Annonaceae	Akar	pohon
Kikendung	<i>Helicia robusta</i> (Roxb.) R.Br.ex Wall.	Proteaceae	Daun muda	Perdu
Kisariawan	<i>Helicia javanica</i> (Roxb.) R.Br.	Proteaceae	Daun	Perdu
Kressek	<i>Hemidiodia ocimifolia</i> schum	Rubiaceae	Daun	Perdu
Ki lampahan	<i>Hoya</i> sp.	Apocynaceae	Daun	Cl
Eurih	<i>Imperata cylindrica</i> L.	Poaceae	Akar	Rumpun
Andarusa	<i>Justicia gendarusa</i> Burm.f.	Acanthaceae	Daun	terna

Nama lokal	Nama jenis	Suku	Bag. guna	Kegunaan
Tangkur gunung	<i>Lophatherum gracile</i> Brongn.	Poaceae	Akar	Herba
Kilemo	<i>Litsea cubeba</i> (Lour.) Pers	Lauraceae	Akar/daun	Pohon
Kimemengaan	<i>Lycianthes denticulata</i> (Bl.) Bitt.	Solanaceae	Daun	Terna
Siwurangan	<i>Mussaenda frondosa</i> L.	Rubiaceae	Daun muda	Perdu
Kisaat	<i>Oldenlandia auricularia</i> F.V.M.	Rubiaceae	Daun	Perdu
Ketan hideng	<i>Oryza sativa</i> var. Glutinosa	Poaceae	Biji	Rump
Pandan	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	Pandanaceae	Daun	Pohon
Erpuket	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	D. muda	Pohon
Kacang bajri	<i>Phaseolus lunatus</i> var.	Fabaceae	Biji	Herba
Kacang gorobak	<i>Phaseolus lunatus</i> var.	Fabaceae	Biji	Herba
Kacang jogo	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fabaceae	Biji	Terna
Burung randa	<i>Phyllanthus reticulatus</i> Poir	Euphorbiaceae	Daun	Terna
Cecenet	<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	Sel. bagian	Herba
Sirih	<i>Piper betle</i> L.	Piperaceae	Daun	Cl
Kiurat	<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	Daun	Herba
Jawer kotok	<i>Plectranthus scutellarioides</i> (L.) R.Br	Lamiaceae	Daun	Herba
Dilem	<i>Pogostemon cablin</i> Benth.	Lamiaceae	Daun	Terna
Kitungkul	<i>Polygala venenosa</i> Juss.	Polygalaceae	Daun	Perdu
Jambu biji	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Daun muda	Pohon
Harees	<i>Rubus moluccanus</i> L.	Rosaceae	Akar	Terna
Jintan	<i>Cuminum cyminum</i>	Lamiaceae	Biji	Cl
Rane diuk	<i>Selaginella plana</i> Hieran.	Selaginellaceae	Sel. bagian	Herba
Sauhen	<i>Setaria palmifolia</i> (Willd.) Stapf.	Poaceae	Sel. bagian	Rump
Canar bokor	<i>Smilax leucophylla</i> Bl.	Smilaxaceae	Daun	Cl
Megaek	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Solanaceae	D. muda	Terna
Jotang	<i>Spilanthes acmella</i> (L.) Merr.	Asteraceae	Sel. bagian	Herba
Kihujan	<i>Sterculia coccinea</i> Jack.v. Coccinea	Sterculiaceae	Daun	Pohon
Rende	<i>Stroegyna elongata</i> (Bl.) O.K.	Acanthaceae	Daun	Herba
Kihuut	<i>Symplocos fasciculata</i> Zoll.	Symplocaceae	Daun	Pohon
Ki Sariawan	<i>Symplocos odoratissima</i> Choisy ex Zoll.	Symplocaceae	Daun	Pohon
Teh	<i>Thea sinensis</i> L.	Theaceae	Daun muda	Pohon
Awis	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxb. Ex Hornem.) Honda	Poaceae	Batang	Rumpun
Pungpurutan	<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae	Akar	Herba
Kicengkeh	<i>Urophyllum arboretum</i> (Reinw. ex Blume) Korth.	Rubiaceae	Daun	Pohon
Sariawan peujit	<i>Vaccinium lucidum</i> miq	Eicaceae	Sel. bagian	Herba
Lampuyang	<i>Zingiber aromaticum</i> Val.	Zingiberaceae	Rimpang	Herba
Panglai	<i>Zingiber cassumunar</i> Roxb.	Zingiberaceae	Rimpang	Herba
Jahe	<i>Zingiber officinale</i> L.	Zingiberaceae	Rimpang	Herba
Panglai hideung	<i>Zingiber ottensis</i> Valetton	Zingiberaceae	Rimpang	Herba

ISOLASI DAN SKRINING KAPANG ENDOFIT DARI TANAMAN MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.) SEBAGAI ANTIMIKROBA

Tiwit Widowati*¹, Nuriyanah¹, Liseu Nurjanah¹

¹Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI; Jl. Raya Bogor KM 46 Cibinong, Bogor,
telp/fax: 021-8754587/8754588
e-mail: *[tiwidowati@gmail](mailto:tiwidowati@gmail.com)

Abstrak. Manggis (*Garcinia mangostana* L.) adalah salah satu komoditas buah tropis Indonesia yang bernilai ekonomi tinggi. Manggis juga mempunyai banyak fungsi sebagai antioksidan, antikanker, antiinflamasi, antibakteri, antivirus dan antifungi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengisolasi dan menskrining kapang endofit dari manggis yang berpotensi mempunyai aktivitas antimikroba. Skrining aktivitas antimikroba dilakukan secara uji antagonis dengan patogen seperti *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Sebanyak 26 isolat kapang diisolasi dari daun (14 isolat), batang (10 isolat) dan bunga (2 isolat). Satu isolat kapang endofit dari batang (MCBt1) dapat menghambat pertumbuhan *B. subtilis*, *E. coli* dan *S. aureus* dengan kekuatan sekresi 0,5; 0,2 and 0,3. Semua isolat tidak dapat menghambat pertumbuhan *C. albicans*.

Kata Kunci: antimikroba, kapang endofit, Manggis.

PENDAHULUAN

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan tanaman buah-buahan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan mempunyai prospek yang cukup bagus di dalam dan luar negeri. Beberapa bagian tanaman manggis seperti kulit buah, kulit batang dan daun telah digunakan untuk pengobatan tradisional (Sim et al, 2010). Kulit buah manggis dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan, antikanker, antiinflamasi, antialergi, antibakteri, antifungi, antivirus dan antimalaria (Chaverri et al, 2008). Poelungan dan Praptiwi (2010) menyatakan bahwa ekstrak kulit buah manggis mempunyai aktivitas antibakteri *E. coli*, *Streptococcus sp.*, *S. aureus* dan *S. epidermalis*. Selain itu, ekstrak kulit manggis mempunyai aktivitas antibakteri melawan *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus plantarum* (Putra, 2010).

Pengambilan senyawa bioaktif dari bagian tanaman tidak efisien dilakukan karena membutuhkan biomassa yang banyak. Perolehan senyawa bioaktif akan lebih mudah diperoleh dari mikroba endofit yang diisolasi dari bagian tanaman kemudian dikultur. Mikroba endofit adalah mikroba yang tumbuh di dalam ruang antar sel tanaman dan tidak menyebabkan penyakit pada tanaman tersebut. Mikroba tersebut menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan sebagai antimikroba, antimalaria, antikanker, biopestisida dan hormon pertumbuhan tanaman (Noverita et al, 2009). Senyawa bioaktif dari kapang endofit dapat digunakan untuk meningkatkan ketahanan tanaman inang dari serangan penyakit (Motaal et al, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi kapang endofit dari tanaman manggis dan menskrining kemampuannya sebagai antimikroba. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat serta memberikan informasi tentang keragaman dan potensi kapang endofit yang terdapat dalam jaringan tanaman manggis.

BAHAN DAN METODE

Isolasi Kapang Endofit

Tanaman manggis yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Kebun Plasma Nutfah (KPN), Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI, Cibinong pada bulan Juni 2018 dan Kampung Cengal, Kecamatan Leuwiliang, Bogor pada bulan September 2018. Isolasi kapang endofit dilakukan menurut metode Tomita (2003) di Laboratorium Mikrobiologi Simbiotik Tanaman, Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI. Sampel tanaman dicuci dengan air mengalir selama 10 menit kemudian dipotong-potong dengan panjang 2-3 cm. Potongan sampel tanaman manggis disterilisasi permukaan dengan cara direndam

dalam alkohol 75% selama 1 menit, larutan sodium hipoklorit 5,3% selama 5 menit dan alkohol 75% selama 30 detik. Potongan sampel dikeringkan dengan tisu steril kemudian dibelah dengan pisau steril dan diletakkan pada cawan petri berisi media *Corn Meal Malt* (CMM) yang terdiri dari 17 g *Corn Meal Agar*, 20 g *Malt Extract*, 2 g *Yeast Extract* dan 50 mg *Chloramphenicol* dalam 1 L air. Selanjutnya sampel diinkubasi pada suhu ruang selama 3 hari sampai 4 minggu. Kapang yang sudah tumbuh, dimurnikan dan dipindahkan ke dalam media *Potato Dextrose Agar* (PDA).

Pembuatan Inokulum Mikroba Uji

Isolat yang sudah murni diuji sifat antagonisnya dengan beberapa patogen, diantaranya *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Bakteri uji ditumbuhkan dalam media *Nutrient Broth* (NB) dengan kepadatan populasi 10^7 CFU mL⁻¹. Inokulum sebanyak 50 µL dimasukkan ke dalam media NA sebanyak 50 mL kemudian dituang ke cawan petri steril. Mikroba patogen *C. albicans* ditumbuhkan pada media *Potato Dextrose Broth* (PDB) untuk memperbanyak biomassa dan PDA untuk uji antagonis.

Uji Antagonis Kapang Endofit dengan Patogen

Pengujian sifat antagonis dilakukan dengan cara kapang endofit diambil menggunakan hole borer kemudian dipindahkan ke dalam cawan petri berisi media NA atau PDA yang telah diinokulasi dengan mikroba patogen untuk selanjutnya diinkubasi. Zona hambat dan koloni yang terbentuk diamati. Jika tidak terbentuk zona bening maka tidak ada sifat antagonis antara isolat uji dan patogen. Kekuatan sekresi dari kapang endofit dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Sukara *et al* 1992):

$$\text{Kekuatan sekresi} = \frac{(\text{diameter zona hambat} - \text{diameter koloni})}{\text{diameter koloni}}$$

Identifikasi Kapang

Kapang endofit yang berpotensi sebagai antimikroba selanjutnya diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi warna, permukaan koloni, tekstur, zonasi, daerah tumbuh, garis-garis radial dan konsentris serta warna sebalik koloni. Pengamatan mikroskopis meliputi ada tidaknya spora atau konidia, rhizoid, tipe hifa, bentuk spora dan konidia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Kapang Endofit

Kapang endofit sebanyak 26 isolat telah diisolasi dari bagian batang (10 isolat), bunga (2 isolat) dan daun (14 isolat). Sampel tanaman manggis yang diambil dari lokasi yang berbeda juga menghasilkan jumlah kapang yang berbeda. Kapang endofit dari tanaman manggis Cibinong diperoleh sebanyak 8 isolat, sedangkan dari Leuwiliang diperoleh 18 isolat (Tabel 1). Beberapa kapang endofit yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Hasil isolasi kapang endofit Manggis

Lokasi Sampel	Bagian Tanaman		
	Batang	Bunga	Daun
Cibinong	4	-	4
Leuwiliang	6	2	10

Jumlah isolat kapang manggis yang diperoleh dari penelitian ini lebih banyak dibandingkan dengan kapang yang diperoleh Akmalasari (2013) sebanyak 11 isolat. Adanya variasi jumlah kapang yang diperoleh diantaranya dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Distribusi dan struktur populasi endofit dipengaruhi oleh faktor genetik, umur dan kondisi lingkungan tanaman inang (Jia *et al.*, 2016).



Gambar 1. Kapang endofit dari tanaman manggis.

Faktor lingkungan lainnya seperti musim juga berpengaruh terhadap komposisi kapang endofit dimana jumlah kapang endofit dari tanaman manggis Cibinong yang diisolasi di bulan Juni (musim kemarau) lebih sedikit dibandingkan dari Leuwiliang yang diambil pada bulan September (musim hujan). Hal ini sesuai dengan penelitian Materatski et al (2018) yang menyatakan bahwa perubahan musim, lokasi dan jenis kultivar mempengaruhi kekayaan dan keanekaragaman kapang endofit pada tanaman Zaitun. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa suhu, curah hujan, kelembaban udara serta keberadaan tanaman inang dan musim pengambilan sampel merupakan faktor utama distribusi dan frekuensi kolonisasi kapang endofit (Selvanathan et al, 2011; Kim et al, 2013).

Uji Antagonis

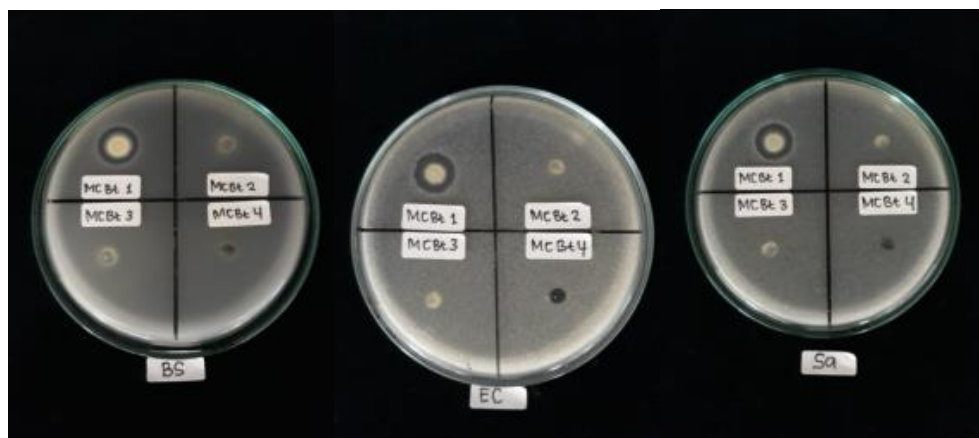
Hasil uji antagonis kapang endofit dari tanaman manggis menunjukkan bahwa terdapat 1 isolat yang mampu menghambat pertumbuhan patogen (Tabel 2). Kapang MCBt1 menunjukkan adanya zona hambat yang mengindikasikan bahwa isolat tersebut mampu menghasilkan senyawa aktif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Isolat MCBt1 menunjukkan sifat antagonis terhadap *B. subtilis* (BS), *E. coli* (EC) dan *S. aureus* (Sa) (Gambar 2).

Tabel 2. Hasil uji antagonis kapang endofit tanaman manggis terhadap beberapa patogen

No	Kode Isolat	Bagian Tanaman	Patogen			
			<i>B. subtilis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
1	KBtMs 1	Batang	-	-	-	-
2	KBtMs 2	Batang	-	-	-	-
3	KBtMs 3	Batang	-	-	-	-
4	KBtMs 4	Batang	-	-	-	-
5	KDnMs 1	Daun	-	-	-	-
6	KDnMs 2	Daun	-	-	-	-
7	KDnMs 3	Daun	-	-	-	-
8	KDnMs 4	Daun	-	-	-	-
9	MCBt 1	Batang	+	-	+	+
10	MCBt 2	Batang	-	-	-	-
11	MCBt 3	Batang	-	-	-	-
12	MCBt 4	Batang	-	-	-	-
13	MCBt 5	Batang	-	-	-	-

No	Kode Isolat	Bagian Tanaman	Patogen			
			<i>B. subtilis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
14	MCBt 6	Batang	-	-	-	-
15	MCD 1	Daun	-	-	-	-
16	MCD 2	Daun	-	-	-	-
17	MCD 3	Daun	-	-	-	-
18	MCD 4	Daun	-	-	-	-
19	MCD 5	Daun	-	-	-	-
20	MCD 6	Daun	-	-	-	-
21	MCD 7	Daun	-	-	-	-
22	MCD 8	Daun	-	-	-	-
23	MCD 9	Daun	-	-	-	-
24	MCD 10	Daun	-	-	-	-
25	MCBn 1	Bunga	-	-	-	-
26	MCBn 2	Bunga	-	-	-	-

Seluruh kapang endofit yang digunakan dalam penelitian ini tidak mempunyai aktivitas antimikroba terhadap *C. albicans*. Hal ini ditunjukkan dengan tidak terbentuknya zona hambat terhadap patogen tersebut. Hasil uji antagonis kapang endofit terhadap *C. albicans* menunjukkan tidak adanya daya hambat. Hal ini kemungkinan disebabkan metabolit sekunder yang dihasilkan isolat-isolat tersebut tidak dapat merusak sel-sel dari *C. albicans* (Kumala et al., 2005).



Gambar 2. Hasil uji antagonis kapang endofit tanaman manggis terhadap beberapa patogen.

Hasil uji antagonis juga menunjukkan bahwa terdapat beberapa isolat yang tidak memiliki aktivitas antimikroba. Hal ini kemungkinan disebabkan isolat-isolat tersebut mempunyai aktivitas lain seperti pemberi warna atau pigmen, agen pertumbuhan, pestisida, antikanker atau antioksidan (Djamaan et al, 2014). Adanya sifat antagonis yang ditunjukkan oleh isolat mikroba, maka dapat dianalisis kekuatan sekresi komponen bioaktif yang dihasilkan dalam menghambat pertumbuhan patogen. Kekuatan sekresi kapang endofit yang dapat menghasilkan zona hambat terhadap patogen ditunjukkan pada Tabel 3.

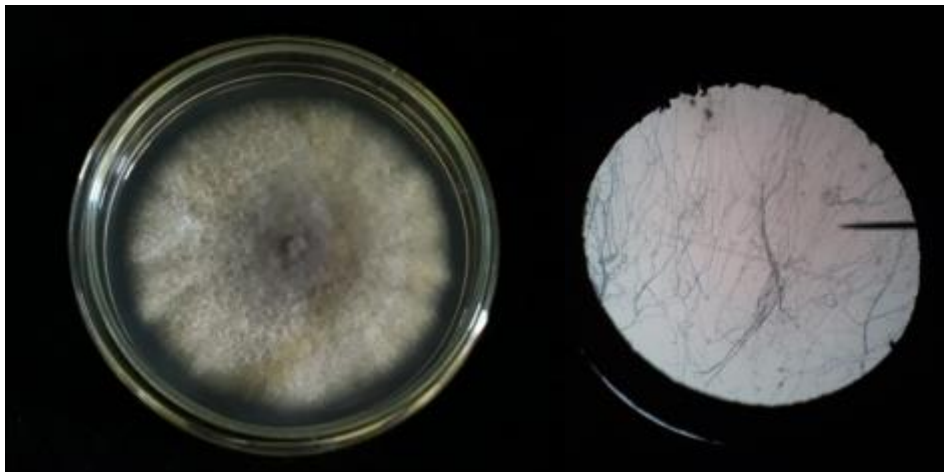
Tabel 3. Kekuatan sekresi kapang endofit Manggis terhadap beberapa patogen

No	Kode Isolat	Kekuatan sekresi		
		<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
1	MCBt 1	0,5	0,2	0,3

Kekuatan sekresi yang ditandai dengan zona hambat menunjukkan kemampuan isolat tersebut dalam menekan pertumbuhan patogen. Isolat MCBt 1 memiliki kekuatan sekresi yang mampu menghambat pertumbuhan ketiga jenis bakteri patogen. Hal ini mengindikasikan bahwa isolat tersebut merupakan sumber senyawa bioaktif yang dapat dikembangkan sebagai antibakteri.

Aktivitas yang dihasilkan oleh kapang endofit tergantung pada spesies dan genotip inang serta kondisi lingkungan tumbuh. Kapang endofit yang diisolasi dari tanaman manggis mempunyai potensi farmasi sebagai antibakteri dan antioksidan. Wang et al. (2017) telah meneliti aktivitas tanaman tersebut sebagai penghasil senyawa antibakteri bernama garmaxanton. Selain itu juga ditemukan senyawa antibakteri yaitu primin dari kapang endofit *Botryosphaeria mamane* PSU-M76 yang diisolasi dari tanaman manggis (Ongcharoen et al, 2007). Selain mempunyai aktivitas antibakteri, tanaman manggis juga memiliki aktivitas antioksidan. Mohamed et al (2014) menyatakan bahwa senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan pada tanaman manggis adalah mangostanaxanton I dan II.

Isolat MCBt1 yang berpotensi sebagai antibakteri mempunyai ciri-ciri warna permukaan koloni putih krem, bagian tengah ungu, warna sebalik putih krem, tidak terdapat garis radial dan lingkaran konsentris, kecepatan tumbuh 0,8 cm/hari, permukaan koloni halus seperti beludru dengan hifa aerial pendek (Gambar 3). Hasil pengamatan mikroskopisnya hifa berseptat.



Gambar 3. Karakterisasi makroskopik dan mikroskopik isolat MCBt1

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapang endofit yang berasosiasi dengan tanaman manggis dapat digunakan sebagai sumber pencarian senyawa baru untuk antibakteri. Studi lebih lanjut perlu dilakukan untuk mendapatkan senyawa murni dari ekstrak kapang endofit tanaman manggis untuk mendapatkan aktivitas antibakteri yang optimal. Selanjutnya juga perlu dilakukan identifikasi terhadap isolat kapang yang berpotensi sebagai antibakteri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada Kemenristek-Dikti atas dana yang telah diberikan melalui kegiatan Insinas 2018. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Adang dan Eman yang telah membantu dalam pengambilan sampel tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmalasari, I., Purwati, E. S., & Dewi, R. S. (2013). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Biosphera* 30(2): 82-89
- Chaverri, J. P., Rodriguez, N. C., Ibarra, M. O., & Rojas, J. M. P. (2008). Medicinal Properties of Mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Food and Chemical Toxicology* 46: 3227-3239
- Djaman, A., Asia., & Wahyuni, R. (2014). Isolasi Mikroba Endofit dari Kulit Batang, Daun dan Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Pengkulturan serta Uji Aktivitas Mikrobanya. *Jurnal Farmasi Higea* 6(1): 90-97
- Jia, M., Chen, L., Xin, H. L., Zheng, C. J., Rahman, K., Han, T., & Qin, L. P. (2016). A Friendly Relationship between Endophytic Fungi and Medicinal Plants: A Systematic Review. *Frontiers in Microbiology* 7: 1-14
- Kim, C. K., Eo, J. K., & Eom, A. H. (2013). Diversity and Seasonal Variation of Endophytic Fungi Isolated from Three Conifers in Mt. Taehwa, Korea. *Mycobiology* 41(2): 82-85
- Kumala, S., Mangunwardoyo, W., & Budiarti, P. (2005). Fermentasi Goyang dan Diam Isolat Kapang Endofit dari *Brucea javanica* L. Merr. dan Uji Aktivitas Antimikrobanya. *Jurnal Ilmu Kefarmasian* 3(2): 60-63
- Materatski, P., Varanda, C., Carvalho, T., Dias, A. B., Campos, M. D., Rei, F., & Felix, M. R. (2018). Spatial and Temporal Variation of Fungal Edophytic Richness and Diversity Associated to the Phyllosphere of Olive Cultivars. *Fungal Diversity* 123: 66-76
- Mohamed, G.A., Ibrahim, S. R. M., Shaaban, M. I. A., & Ross, S. A. (2014). Fitoterapia Mangostanaxanthones I and II, New Xanthones from the Pericarp of *Garcinia mangostana*. *Fitoterapia* 98: 215–221
- Motaal, F. F. A., Nassar, M. S. M., El-Zayat, S. A., El-Sayed, M. A., & Ito, S. (2010). Antifungal Activity of Endophytic Fungi Isolate from Egiptian henbane (*Hyoscyamus muticulus*). *Pakistan Journal of Botany* 42(4): 2883-2894
- Noverita, D. Fitria dan E. Sinaga. (2009). Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit dari Daun Rimpang *Zingiber ottensiin* Val. *Jurnal Farmasi Indonesia* 4(4): 171-176.
- Ongcharoen, W. P., Ukachaisirikul, V. R., & Hongpaichit, S.P. (2007). A New Dihydrobenzofuran Derivative from the Endophytic Fungus *Botryosphaeria mamane* PSU-M76. *Chemistry and Pharmacy Bulletin* 55(9): 1404–1405.
- Poeloengan, M., & Praptiwi. (2010). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L). *Jurnal Kefarmasian Indonesia* 20:130-137
- Putra, I. N. K. (2010). Aktivitas antibakteri ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) serta kandungan senyawa aktifnya. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 21(1): 1-5
- Selvanathan, S., Indrakumar, I., & Johnpaul, M. (2011). Biodiversity of the Endophytic Fungi Isolated from *Calotropis gigantea* (L.) R. Br. *Recent Research in Science and Technology* 3(4): 94-100
- Sim, J. H., Khoo, C. H., Lee, L. H., & Cheah, C. H. (2010). Molecular Diversity of Fungal Endophytes Isolated from *Garcinia mangostana* and *Garcinia parvifolia*. *Microbiology and Biotechnology* 20(4): 651–658.
- Sukara, E., Melliawati, R., & Saono, S. (1992). Amylases Production from Cassava by Indigenous Yeast. *Journal Science Technology Development* 9(1): 157-168
- Tomita, F. (2003). Endophytes in Southeast Asia and Japan: their Taxonomic Diversity and Potential Applications. *Fungal Diversity* 14: 187-204
- Wang, W., Liao, Y., Huang, X., Tang, C., & Cai, P. (2017). A Novel Xanthone Dimer Derivative with Antibacterial Activity Isolated from the Bark of *Garcinia mangostana*. *Journal of Natural Product* 6419(11): 1–6.

**PEMANFAATAN KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN SEBAGAI BAHAN PANGAN DI
DESA JANGGA DOLOK, KECAMATAN LUMBAN JULU, KABUPATEN TOBA
SAMOSIR, SUMATERA UTARA**

Septiani Dian Arimukti¹, Leberina Kristina Ibo²

Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jl. Raya Jakarta – Bogor Km.
46 Cibinong 16911, Kab. Bogor, Jawa Barat

Telepon: +62 (0)21-87907604, Faks: +62 (0)21-87907612

email: ¹septiani.dian.arimukti@lipi.go.id, ²ibocristina@gmail.com

Abstrak. *Desa Jangga Dolok terletak di Kecamatan Lumban Julu, Kabupaten Toba Samosir, Sumatera Utara dan berbatasan langsung dengan hutan dan dikelilingi lahan persawahan dan kebun. Secara langsung ataupun tidak langsung masyarakat selalu berhubungan dengan tumbuhan untuk pemenuhan kebutuhan hidupnya, diantaranya sebagai bahan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Metode yang digunakan yaitu wawancara dan eksplorasi. Hasil penelitian menunjukkan masyarakat Desa Jangga Dolok setidaknya memanfaatkan 42 jenis tumbuhan sebagai bahan pangan. Tumbuhan pangan tersebut dikategorikan menjadi dua kelompok bahan pangan yaitu (1) pangan utama dan sumber karbohidrat, dan (2) pangan tambahan yang terdiri dari sayur-sayuran, buah-buahan, bumbu dan bahan penyedap, serta bahan minuman. Sebagian besar jenis tumbuhan pangan diperoleh dari hasil budidaya di lahan sawah, kebun, dan sekitar pemukiman. Beberapa jenis tumbuhan pangan tumbuh liar di sekitar pemukiman maupun di hutan di dekat desa. Beberapa jenis tumbuhan pangan yang tumbuh liar yaitu rimbang liar (*Solanum torvum*), sanduduk (*Melastoma malabathricum*), pakko (*Arenga pinnata*), dan bunga rias (*Etilingera elatior*).*

Kata Kunci: *bahan pangan, Desa Jangga Dolok, Sumatera Utara, Toba Samosir, tumbuhan*

PENDAHULUAN

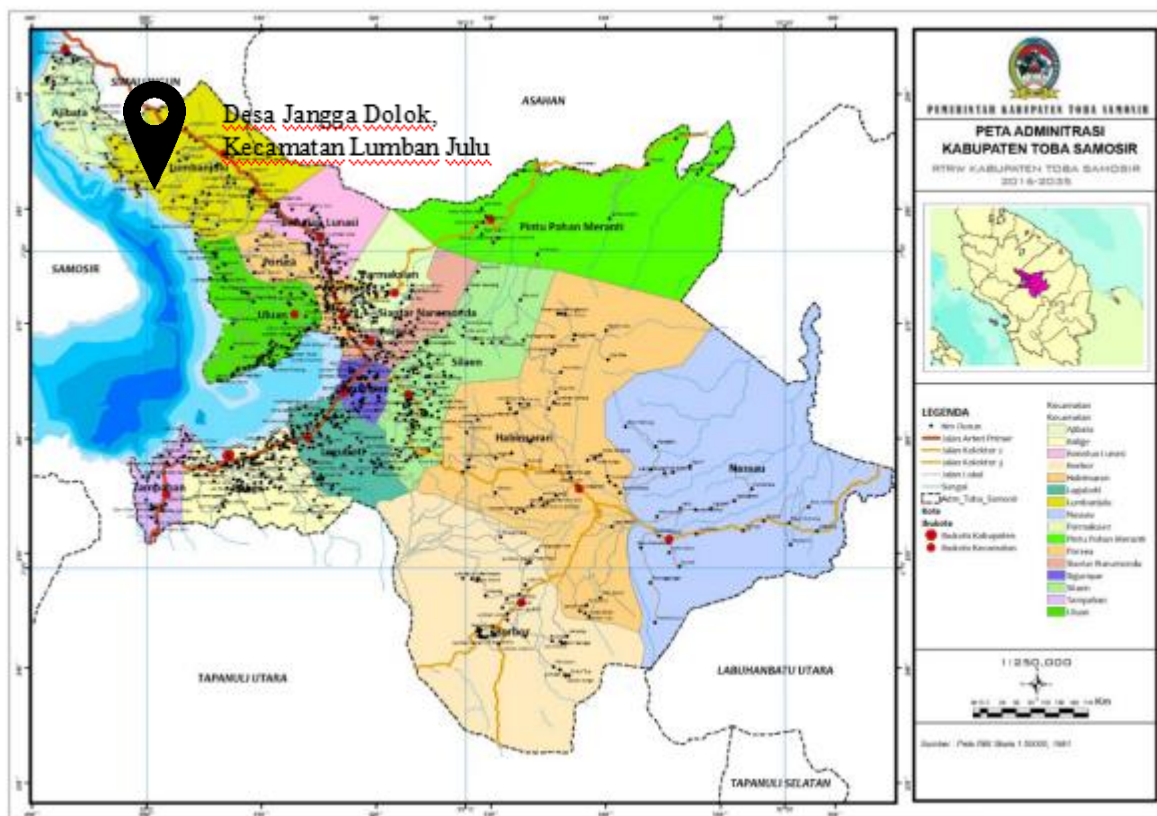
Kebutuhan Pangan dari tahun ke tahun terus meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan masih adanya kegiatan impor untuk memenuhi kebutuhan pangan. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan selama bulan Januari – Juni 2018, impor pangan Indonesia mencapai US\$8,18 miliar, naik 21,64% dari tahun sebelumnya. Komoditas dengan volume impor terbesar sepanjang semester 1/2018 adalah beras, gula, biji gandum, Meslin dan garam. Pemenuhan kebutuhan pangan dapat terpenuhi dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam yang ada. Banyak jenis tumbuhan yang memiliki kandungan gizi dan unsur lainnya yang penting bagi kesehatan. Namun sampai saat ini data tumbuhan yang berpotensi sebagai bahan pangan belum banyak terdokumentasi.

Sebagian besar penduduk Indonesia hidup di desa. Berdasarkan data BPS Juni 2011 jumlah desa di Indonesia ada 78.198 desa. Sekiranya setiap desa di Indonesia rata-rata terdiri dari 5 kampung, maka masyarakat Indonesia hidup tersebar lebih di 350.000 kampung, dan lebih dari 50% kampung berada di sekitar hutan (Sri Rahayu, 2013). Desa Jangga Dolok, terletak di Kecamatan Lumban Julu, Kabupaten Toba Samosir, Sumatera Utara dan berbatasan langsung dengan hutan dan dikelilingi lahan persawahan dan kebun. Secara langsung ataupun tidak langsung Masyarakat Desa Jangga Dolok selalu berhubungan dengan tumbuhan untuk pemenuhan kebutuhan hidupnya, diantaranya sebagai bahan pangan. Namun demikian pendokumentasian tentang pemanfaatan tumbuhan pangan oleh masyarakat Desa Jangga Dolok belum di dilakukan. Sehingga penelitian etnobotani ini perlu dilakukan sebagai upaya untuk mendokumentasikan pengetahuan masyarakat Lokal Desa Jangga Dolok dalam memanfaatkan tumbuhan pangan, sehingga pengetahuan tersebut dapat diwariskan kepada generasi penerus dan juga dapat dipergunakan untuk pertimbangan dalam mengambil kebijakan di bidang pertanian serta konservasi keanekaragaman hayati.

METODE PENELITIAN

Waktu dan lokasi

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2018 di Desa Jangga Dolok, Kecamatan Lumban Julu, Kabupaten Toba Samosir. Berdasarkan Peraturan Daerah Toba Samosir Nomor 12 Tahun 2017 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Toba Samosir Tahun 2017 – 2037, Desa Jangga Dolok berbatasan langsung dengan hutan lindung. Selain itu, wilayah ini juga berperan sebagai kawasan resapan air, kawasan peruntukan pertanian, serta kawasan peruntukan pariwisata (ekowisata Jangga Dolok). Desa Jangga Dolok terdiri dari tiga dusun dengan luas 161,12 Ha dan jumlah penduduk 472 jiwa (tahun 2015). Sebagian besar masyarakat Desa Jangga Dolok memiliki mata pencaharian sebagai petani. Masyarakat di desa ini didominasi oleh sub-etnis Batak Toba.



Gambar 1. Lokasi penelitian (PDKTS 2017).

Bahan dan Cara Kerja

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Metode yang digunakan yaitu wawancara dan eksplorasi. Pengumpulan data dilakukan dengan metode jelajah/eksplorasi (Rugayah et al. 2005) dan wawancara. Metode jelajah dilakukan dengan menelusuri Desa Jangga Dolok, baik area hutan, kebun maupun pekarangan rumah untuk inventarisasi jenis-jenis bahan pangan. Metode wawancara dengan tokoh masyarakat dan warga setempat dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang pemanfaatan jenis-jenis tersebut. Data yang dicatat mencakup informasi mengenai: nama daerah, nama umum, nama ilmiah, pemanfaatan dan informasi tambahan lainnya. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan masyarakat Desa Jangga Dolok setidaknya memanfaatkan 42 jenis tumbuhan sebagai bahan pangan yang berasal dari 26 suku. Suku yang paling banyak

dimanfaatkan adalah Zingiberaceae (4 jenis) dan Poaceae (3 jenis). Tumbuhan pangan yang dimanfaatkan masyarakat Desa Jangga Dolok dikategorikan menjadi dua kelompok bahan pangan yaitu (1) pangan utama dan sumber karbohidrat, dan (2) pangan tambahan. Tumbuhan pangan tambahan dikategorikan lagi menjadi empat kelompok, yaitu sayur-sayuran, buah-buahan, bahan minuman, bumbu dan aroma masakan.

Tabel 1. Daftar jenis tumbuhan pangan pokok dan sumber karbohidrat

No	Nama Lokal	Nama Jenis	Suku	Bagian yang Digunakan
1	Tirha/Ubi kayu	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	umbi
2	Padi	<i>Oryza sativa</i>	Poaceae	biji
3	Andor/ubi jalar	<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae	umbi
4	Suhat/talas	<i>Colocasia esculenta</i>	Araceae	umbi
5	Jagung	<i>Zea mays</i>	Poaceae	biji
6	Gadong/ubi/uwi	<i>Dioscorea alata</i>	Dioscoreaceae	umbi
7	Poring/ keladi	<i>Xanthosoma nigrum</i>	Araceae	umbi

Tabel 2. Daftar jenis tumbuhan penghasil sayuran

No	Nama Lokal	Nama Jenis	Suku	Bagian yang Digunakan
1	Sayur bayam	<i>Amaranthus</i>	Amaranthaceae	daun
2	Paret/selada air	<i>Nasturtium officinale</i>	Brassicaceae	batang, daun
3	Sawi/sayur manis	<i>Brassica rapa</i>	Brassicaceae	daun
4	Kangkung	<i>Ipomoea aquatica</i>	Convolvulaceae	daun
5	Pare	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	buah dan daun
6	Rimbang liar	<i>Solanum torvum</i>	Solanaceae	buah
7	Terong	<i>Solanum melongena</i>	Solanaceae	buah
8	Ikau sabi	Sp. 1		pucuk
9	Pete	<i>Parkia speciosa</i>	Fabaceae	buah
10	Jengkol sikakikuda	<i>Archidendron pauciflorum</i>	Fabaceae	buah
11	Bambu bolun	<i>Bambusa</i> sp.	Poaceae	tunas muda
12	Tirha/Ubi kayu	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	daun

Tabel 3. Daftar jenis tumbuhan penghasil buah-buahan

No	Nama Lokal	Nama Jenis	Suku	Bagian yang Digunakan
1	Pirdot	<i>Saurauia vulcani</i>	Actinidiaceae	buah
2	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	buah
3	Pakko	<i>Arenga pinnata</i>	Arecaceae	buah
4	Botik/pepaya	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	buah dan daun
5	Alpukat	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	buah
6	Cokelat	<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae	buah
7	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	Malvaceae	buah
8	Sanduduk	<i>Melastoma malabathricum</i>	Melastomataceae	buah
9	Pisang	<i>Musa</i> sp.	Musaceae	buah
10	Jambu biji	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	buah
11	Lengkeng	<i>Dimocarpus longan</i>	Sapindaceae	buah
12	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	Sapindaceae	buah

Tabel 4. Daftar jenis tumbuhan sebagai bahan minuman

No	Nama Lokal	Nama Jenis	Suku	Bagian yang Digunakan
1	Pakko	<i>Arenga pinnata</i>	Arecaceae	nira
2	Kopi ateng	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae	biji

Tabel 5. Daftar jenis tumbuhan penghasil bumbu dan aroma masakan

No	Nama Lokal	Nama Jenis	Suku	Bagian yang Digunakan
1	Bawang batak	<i>Allium schoenoprasum</i>	Amaryllidaceae	daun
2	Gambir	<i>Clibadium surinamense</i>	Compositae	biji
3	Halosi/kunyit	<i>Curcuma longa</i>	Zingiberaceae	rimpang
4	Kulit manis	<i>Cinnamomum burmanni</i>	Lauraceae	kulit kayu
5	Bunga rias	<i>Etilingera elatior</i>	Zingiberaceae	tunas
6	Halas/lengkuas	<i>Alpinia galanga</i>	Zingiberaceae	rimpang
7	Hasior/kencur	<i>Kaempferia galanga</i>	Zingiberaceae	seluruh bagian
8	Pangir/jeruk purut	<i>Citrus hystrix</i>	Rutaceae	buah
9	Asam nipis	<i>Citrus aurantifolia</i>	Rutaceae	buah
10	Pandan	<i>Pandanus tectorius</i>	Pandanaceae	daun
11	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	Myrtaceae	bunga

Sebagian besar jenis tumbuhan pangan diperoleh dari hasil budidaya di lahan sawah, kebun, dan sekitar pemukiman. Beberapa jenis tumbuhan pangan tumbuh liar di sekitar pemukiman maupun di hutan di dekat desa. Beberapa jenis tumbuhan pangan yang tumbuh liar yaitu rimbang liar (*Solanum torvum*), sanduduk (*Melastoma malabathricum*), pakko (*Arenga pinnata*), dan bunga rias (*Etilingera elatior*).

PEMBAHASAN

Tumbuhan Pangan Pokok dan Sumber Karbohidrat

Masyarakat Desa Jangga Dolok memanfaatkan tujuh jenis tumbuhan sebagai bahan pangan pokok dan sumber karbohidrat. Lima diantaranya merupakan jenis umbi-umbian. Sedangkan dua lainnya merupakan biji-bijian. Makanan pokok masyarakat adalah beras yang dihasilkan sendiri dari budidaya padi di lahan pertanian di sekitar pemukiman. Lahan persawahan di desa ini merupakan lahan persawahan irigasi yang bersumber dari aliran sungai di sekitar lahan pertanian. Panen padi dilakukan 1 - 2 kali dalam setahun dan sebagian besar hasilnya dikonsumsi sendiri. Meskipun lahan yang digunakan adalah lahan irigasi, pada musim kemarau sebagian masyarakat Desa Jangga Dolok lebih memilih untuk membudidayakan tanaman pertanian lahan kering yaitu jagung (*Zea mays*).

Selain padi, masyarakat Desa Jangga Dolok juga mengonsumsi berbagai tumbuhan penghasil karbohidrat. Jenis-jenis tumbuhan ini dibudidayakan di lahan kebun, sawah, dan pekarangan. Andor atau ubi jalar (*Ipomoea batatas*) merupakan salah satu jenis tumbuhan yang sering dikonsumsi. Akan tetapi, pemanfaatan jenis-jenis ini tidak menggantikan peran padi sebagai sumber karbohidrat utama. Ubi jalar memiliki potensi sebagai diversifikasi produk pangan (Hasyim & Yusuf 2008). Zuraida dan Supriati (2001) menyebutkan bahwa ubi jalar dapat dijadikan sebagai alternatif sumber karbohidrat dan sangat kompetitif dibandingkan dengan bahan pangan lainnya pada saat krisis pangan.

Masing-masing daerah di Indonesia memiliki jenis-jenis tumbuhan tertentu yang biasa dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai tumbuhan pangan pokok dan sumber karbohidrat. Contohnya seperti jenis rumbia (*Metroxylon sagu*) dan ondo (*Dioscorea hispida*). Jenis ini populer dimanfaatkan oleh masyarakat adat Suku Moronene di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai sebagai pengganti makanan pokok (Setiawan & Qiptiyah 2014). Kedua jenis ini tidak dijumpai dan dimanfaatkan di Desa Jangga Dolok.

Tumbuhan Pangan Tambahan

Setidaknya terdapat 36 jenis tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat Desa Jangga Dolok sebagai tumbuhan pangan tambahan. Tumbuhan pangan tambahan dikategorikan lagi menjadi empat (4) kelompok, yaitu sayur-sayuran (12 jenis), buah-buahan (12 jenis), bahan minuman (2 jenis), bumbu dan aroma masakan (11 jenis).

Terdapat setidaknya 12 jenis tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat Desa Jangga Dolok sebagai sayuran. Hampir semua jenis sayuran yang dikonsumsi merupakan hasil budidaya. Jenis-jenis tersebut biasa ditanam oleh masyarakat baik di pekarangan maupun di lahan pertanian, baik sebagai tanaman utama maupun tanaman sela. Rimbang liar (*Solanum torvum*) atau biasa dikenal dengan nama takokak, banyak ditemukan tumbuh liar di area terbuka di sekitar hutan. Jenis ini juga

dijumpai tumbuh liar di sekitar pekarangan, lahan pertanian, atau di tepi sungai. Masyarakat Desa Jangga Dolok biasanya mengambil buah rimbang liar kemudian diolah dengan cara ditumbuk dan dicampur dengan daun tirha atau ubi kayu (*Manihot esculenta*). Bahan-bahan ini dimasak sebagai sayur dan dikonsumsi sehari-hari. Rimbang liar telah diketahui memiliki manfaat sebagai tumbuhan obat. Penelitian tentang kandungan zat bioaktif pada buah rimbang liar telah banyak dilakukan, antara lain aktivitas antidiabetik, antioksidan, antimikroba, antimikrobakteri, antiinflamasi, dll. (Zuhud & Haryanto 1994; Gandhi et al. 2011; Balachandran et al. 2012; Jaiswal 2012).

Sebanyak 12 jenis tumbuhan penghasil buah dikonsumsi oleh masyarakat Desa Jangga Dolok. Beberapa jenis diantaranya merupakan jenis-jenis yang telah banyak dibudidayakan oleh masyarakat, antara lain botik (*Carica papaya*), pisang (*Musa* sp.), dan jambu biji (*Psidium guajava*). Beberapa jenis lainnya merupakan jenis yang tumbuh liar baik di sekitar pemukiman maupun di hutan, pakko (*Arenga pinnata*), dan sanduduk (*Melastoma malabathricum*). Buah matang sanduduk yang berwarna ungu kehitaman dapat dimakan.



Gambar 2. Buah sanduduk (*Melastoma malabathricum*)

Pakko (*Arenga pinnata*) biasa juga dikenal dengan nama aren tau enau, merupakan salah satu jenis tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat Desa Jangga Dolok sebagai bahan pangan tambahan. Bagian yang dimanfaatkan adalah buah untuk dipanen sebagai bahan kolang-kaling dan nira sebagai bahan minuman. Siburian (2018) menyebutkan bahwa masyarakat Kabupaten Simalungun hanya memanen buah pada aren yang sudah tidak produktif menghasilkan nira. Pemanenan buah pada tanaman yang produktif dapat menurunkan kualitas nira. Nira yang dipanen di Desa Jangga Dolok kemudian diolah menjadi minuman fermentasi tuak yang dikonsumsi sendiri maupun dijual kepada masyarakat setempat. Hal yang sama juga dilakukan oleh masyarakat Kabupaten Simalungun (Siburian 2018). Konsumsi tuak juga telah dipraktikkan di berbagai daerah di Sumatera Utara dan beberapa diantaranya memiliki kaitan yang erat dengan kehidupan sosial dan budaya masyarakat Batak Toba (Ikegami 1997; Sinaga & Salim 2019).

Selain pakko, jenis tumbuhan bahan minuman lainnya adalah kopi ateng (*Coffea arabica*). Kopi ateng atau Aceh Tengah merupakan varietas kopi yang mulai diperkenalkan pada awal tahun 1990 di Sumatera Utara (Susila 2005). Selain di Kabupaten Toba Samosir, kopi ateng juga dibudidayakan di wilayah lain, antara lain di Kabupaten Tapanuli Utara (Barus 2005). Selain kopi ateng, beberapa varietas kopi lainnya telah ditanam di beberapa wilayah di provinsi ini. Kopi ateng di Desa Jangga Dolok telah ditanam beberapa tahun yang lalu dan tumbuh baik di lahan kebun.

Masyarakat Desa Jangga Dolok setidaknya memanfaatkan sebelas jenis tumbuhan sebagai bumbu dan aroma masakan. Hampir semua jenis dibudidayakan di pekarangan dan lahan pertanian. Bunga rias (*Etlingeria elatior*) biasa dikenal dengan nama honje atau kecombrang, juga banyak digunakan oleh masyarakat sebagai bumbu dan aroma masakan. Jenis ini banyak tumbuh liar di sekitar sungai di dekat pemukiman maupun di sekitar hutan. Jantung tunas muda yang berwarna merah muda digunakan sebagai bahan campuran untuk memasak ikan arsik. Ikan arsik merupakan salah satu makanan khas adat Batak Toba (Hasairin 2014). Penggunaan bunga rias sebagai bumbu masakan juga disebutkan dalam penelitian Silalahi et al. (2018) di Desa Peadungdung, Sumatera Utara. Selain sebagai bumbu dan aroma masakan, penambahan bunga rias membuat warna ikan lebih cerah sehingga dapat meningkatkan nilai estetika masakan tersebut.

Pangan Fungsional

Definisi pangan fungsional menurut Badan POM adalah pangan yang secara alamiah telah melalui proses, mengandung satu atau lebih senyawa yang berdasarkan kajian-kajian ilmiah dianggap mempunyai fungsi-fungsi fisiologis tertentu yang bermanfaat bagi kesehatan. Demikian pun menurut Muchtadi (2004) pangan fungsional (functional food) adalah segolongan pangan (makanan dan minuman) yang mengandung bahan-bahan yang telah terbukti dapat meningkatkan kesehatan dan mencegah timbulnya penyakit tertentu. Pangan fungsional mempunyai tiga fungsi dasar yaitu Sensory (warna dan penampilannya menarik, cita rasanya enak); Nutritional (bernilai gizi); dan Physiological (memberikan pengaruh fisiologis menguntungkan bagi tubuh).

Selain itu ada beberapa persyaratan yang harus dimiliki oleh suatu produk agar dapat dikatakan sebagai pangan fungsional adalah: (1) Harus merupakan produk pangan (bukan berbentuk kapsul, tablet, atau bubuk) yang berasal dari bahan (ingredien) alami, (2) Dapat dan layak dikonsumsi sebagai bagian dari diet atau menu sehari-hari, (3) Mempunyai fungsi tertentu pada saat dicerna, serta dapat memberikan peran dalam proses tubuh tertentu, seperti: memperkuat mekanisme pertahanan tubuh, mencegah penyakit tertentu, membantu mengembalikan kondisi tubuh setelah sakit tertentu, menjaga kondisi fisik dan mental, serta memperlambat proses penuaan (Suter 2013).

Teridentifikasi sebanyak 42 jenis tumbuhan sebagai bahan pangan yang di manfaatkan oleh masyarakat desa jangga dolok, beberapa di antaranya termasuk dalam pangan fungsional seperti jagung (*Zea mays*) dan ubi jalar (*Ipomoea batatas*). Masyarakat Desa Jangga Dolok biasa memakan ubi jalar sebagai pengganti nasi. Ubi Jalar merupakan salah satu umbi-umbian favorit bagi masyarakat memiliki rasa yang manis dan enak. Disamping memiliki rasa yang enak, ubi jalar memiliki kandungan serat pangan yang tinggi sehingga bermanfaat untuk pencernaan (Ginting et al., 2015). Ubi jalar merupakan salah satu pangan fungsional karena memiliki tiga fungsi dasar pangan yaitu sensory (warna dan penampilannya menarik, cita rasanya enak); nutritional (bernilai gizi); dan physiological (memberikan pengaruh fisiologis menguntungkan bagi tubuh) (Muchtadi 2004).

Ubi Jalar merupakan salah satu jenis pangan fungsional yang potensial. Hal ini disebabkan ubi jalar memiliki mutu yang baik di ditinjau dari kandungan gizinya, terutama karbohidrat, mineral, dan vitamin. Kandungan vitamin A pada ubi jalar dalam bentuk provitamin A mencapai 9.000 SI/100 g, terutama ubijalar yang daging umbinya berwarna orange atau jingga. Vitamin B1, B6, niasin dan vitamin C, cukup memadai jumlahnya pada ubijalar. Kandung kalium, fosfor, kalsium, natrium, dan magnesium pada ubi jalar juga tinggi. Selain itu ubi jalar khususnya yang berwarna ungu memiliki kandungan antosianin dan senyawa fenol cukup tinggi yang dapat berfungsi sebagai antioksidan (Ginting et al. 2015).

Selain ubi jalar, jagung juga merupakan salah satu sumber pangan fungsional. Bukan hanya sebagai sumber karbohidrat, jagung juga merupakan sumber protein yang penting dalam menu masyarakat di Indonesia. Jagung kaya akan komponen pangan fungsional, termasuk serat pangan yang di butuh kan tubuh, asam lemak esensial, isoflavon, mineral (Ca, Mg, K, Na, P, Cad an Fe), antosianin, betakaroten (provitamin A), komposisi asam amino esensial, dan lainnya yang terbukti dapat menjaga dan meningkatkan fungsi saluran cerna dan menjaga kesehatan tubuh, terutama untuk menghindari berbagai penyakit degenerative seperti obesitas, diabetes mellitus dan penyakit kardiovaskuler (Suarni & Yasin 2015).

Dengan demikian peranan pangan fungsional menjadi sangat penting. Pangan fungsional yang akan berkembang pesat dimasa mendatang adalah yang erat kaitannya dengan pangan yang mampu menghambat proses penuaan, meningkatkan daya immunitas tubuh, meningkatkan kebugaran, kecantikan wajah dan penampilan, mendukung relaxasi tidur dan istirahat, serta “good for mood” (Suter 2013). Hal ini memberi harapan bahwa pengembangan makanan fungsional di Indonesia sangat prospektif. Pengembangan industri makanan fungsional tidak hanya menguntungkan bagi industri pangan, tapi juga bagi masyarakat dan pemerintah.

Potensi Pengembangan Budidaya Tumbuhan Pangan

Berdasarkan Peraturan Daerah Toba Samosir Nomor 12 Tahun 2017 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Toba Samosir Tahun 2017 – 2037 (PDKTS 2017), salah satu strategi penataan ruang wilayah yang disebutkan adalah mengoptimalkan peran kabupaten dalam mendukung terwujudnya Kawasan Strategis Provinsi Agropolitan Dataran Tinggi di Lumban Julu. Peraturan tersebut juga menyebutkan bahwa pengembangan Kawasan Agropolitan Lumban Julu adalah dengan

mengembangkan kawasan perdesaan dan peruntukan kegiatan pertanian sebagai kawasan penghasil komoditas sektor ekonomi sebagai aset utama kegiatan agribisnis. Maka dari itu, sektor produksi pangan dan pertanian di Desa Jangga Dolok berpotensi dikembangkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sesuai perencanaan strategi tersebut. Iklim Desa Jangga Dolok yang termasuk wilayah dataran tinggi sesuai untuk budidaya berbagai jenis tumbuhan pangan terutama pangan lokal yang telah dikaji dalam penelitian ini.

Kopi ateng (*Coffea arabica*) banyak dibudidayakan oleh masyarakat setempat baik dalam skala kecil di pekarangan untuk dikonsumsi sendiri maupun skala kebun untuk dijual ke tengkulak. Saat ini telah ada sebuah usaha skala rumah tangga yang memproduksi olahan kopi ini namun masih dalam jumlah sedikit. Agroindustri kopi menjadi salah satu sektor yang berpotensi untuk dikembangkan. Selain itu, “branding” produk ini juga dapat mendukung program Kawasan Strategis Provinsi Agropolitan Dataran Tinggi di Lumban Julu dan diharapkan dapat membantu promosi kawasan serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat.



Gambar 3. Kegiatan memanen kopi ateng (*Coffea arabica*) di kebun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa masyarakat Desa Jangga Dolok mengenal dan memanfaatkan setidaknya 42 jenis tumbuhan pangan yang dikelompokkan menjadi beberapa kategori, yaitu pangan utama dan sumber karbohidrat (7 jenis), dan pangan tambahan yang dikelompokkan lagi menjadi empat kelompok, yaitu sayur-sayuran (12 jenis), buah-buahan (12 jenis), bahan minuman (2 jenis), bumbu dan aroma masakan (11 jenis). Sebanyak 38 jenis diantaranya pangan diperoleh dari hasil budidaya di pekarangan maupun lahan pertanian. Beberapa jenis tumbuhan pangan berpotensi dikembangkan untuk mendukung pengembangan Kawasan Strategis Provinsi Agropolitan Dataran Tinggi di Lumban Julu, antara lain kopi ateng.

DAFTAR PUSTAKA

- Balachandran C., Duraipandiyam V., Al-Dhabi N. A., Balakrishna K., Kalia N. P., Rajput V. S., Khan I.A. and Ignacimuthu S. (2012). Antimicrobial and antimycobacterial activities of methyl caffeate isolated from *Solanum torvum* Swartz. fruit. *Indian Journal of Microbiology* 52(4) 676 – 681.
- Barus B.J.A., Razali R. & Sitanggang G. (2015). Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L. var. Kartika Ateng) Di Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara. *Agroekoteknologi* 3(4): 1459 – 1467.
- Gandhi G.R., Ignacimuthu S. & Paulraj M.G. (2011). *Solanum torvum* Swartz. fruit containing phenolic compounds shows antidiabetic and antioxidant effects in streptozotocin induced diabetic rats. *Food and Chemical Toxicology* 49(11): 2725 – 2733.
- Ginting E., Utomo J. S., Yulifianti R. & Jusuf M. (2015). Potensi ubijalar ungu sebagai pangan fungsional. *Iptek Tanaman Pangan*, 6 (1).

- Hasairin A. 2014. Variasi, keunikan dan ragam makanan adat Etnis Batak Toba suatu kajian prospek etnobotani. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 20(75): 21 – 26.
- Hasyim, A. & Yusuf, M. (2008). Diversifikasi produk ubi jalar sebagai bahan pangan substitusi beras. *Sinar Tani*, 30 Juli 2008.
- Ikegami S. (1997). Tuak dalam masyarakat Batak Toba: laporan singkat tentang aspek sosial-budaya penggunaan nira. Dalam: *Annual Report of the University of Shizuoka, Hamamatsu College* No.11-3. Shizuoka: University of Shizuoka.
- Jaiswal, B. S. (2012). *Solanum torvum*: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* 3(4): 104 – 111.
- Muchtadi, D. (2004). Komponen Bioaktif dalam Pangan Fungsional. *Majalah GizMind* 3 (7), Januari 2004.
- [PDKTS] Pemerintah Daerah Kabupaten Toba Samosir. 2017. *Peraturan Daerah Kabupaten Toba Samosir Nomor 12 Tahun 2017 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Samosir Tahun 2017 – 2037*. Toba Samosir: Pemerintah Daerah Kabupaten Toba Samosir
- Rahayu, S. (2013). Pemanfaatan tumbuhan pangan dan obat oleh masyarakat Kampung Sinarwangi di sekitar hutan Gunung Salak Kabupaten Bogor. [Skripsi]. Bogor: Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan Dan Ekowisata. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Rugayah, & Widjaja E. A., Praptiwi. (2004). *Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora*. Bogor: Pusat Penelitian Biologi-LIPI.
- Setiawan H. & Qiptiyah, M. (2014). Kajian etnobotani masyarakat adat suku moronene di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 3(2): 107 – 117.
- Siburian R. (2018). Ketahanan Sosial dan Perubahan Ekologi Hutan: Studi pada Masyarakat Sekitar Hutan di Kabupaten Simalungun. *Jurnal Penelitian Kesejahteraan Sosial* 16(4): 381 - 398.
- Silalahi, M., Nisyawati N. & Anggraeni R. (2018). Studi etnobotani tumbuhan pangan yang tidak dibudidayakan oleh masyarakat lokal Sub-etnis Batak Toba, di Desa Peadungdung Sumatera Utara, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 8(2): 241 – 250.
- Sinaga, S. Y. & Salim, T. A. (2019). Knowledge preservation of tuak as Batak Toba social community culture. *International Review of Humanities Studies* 4(1): 415 – 419.
- Suarni S. & Yasin, M. (2015). Jagung sebagai sumber pangan fungsional. *Iptek Tanaman Pangan* 6(1).
- Susila W.R. (2005). *Targeted study of the arabica coffee production chain in North Sumatra (The Mandheling Coffee)*. Jakarta: Food and Agriculture Organization.
- Suter, I. K. (2013). *Pangan Fungsional dan Prospek Pengembangannya*. Denpasar: Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.
- Zuhud E. A. M. & Haryanto (Editor). (1994). *Pelestarian Pemanfaatan Keanekaragaman Tumbuhan Obat Hutan Tropika Indonesia*. Bogor: Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan IPB dan Lembaga Alam Tropika Indonesia (LATIN).
- Zuraida, N. & Supriati, Y. Usahatani ubi jalar sebagai bahan pangan alternatif dan diversifikasi sumber karbohidrat. *Buletin AgroBio* 4 (1): 13 – 23.

**STRUKTUR ANATOMI JENIS KAYU KOMERSIL YANG DITEMUKAN DI HUTAN
NAGARI SANIANGBAKA, KABUPATEN SOLOK,
SUMATERA BARAT**

Yulizah, Tesri Maideliza, Nurainas

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Kompleks Cibinong Science Center, Cibinong, Bogor, Jawa Barat.
Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat.
e-mail: yulizah.rhiezha@gmail.com

Abstrak. Struktur anatomi dapat menjadi ciri dan pembeda antar jenis kayu sehingga juga dapat menjadi kunci dalam identifikasi kayu. Lokasi penelitian di Hutan Nagari Saniangbaka, Sumatera Barat yang bertujuan untuk mengetahui karakter struktur anatomi kayu komersil yang ditemukan dan menentukan kualitas kayu. Hasil penelitian ditemukan lima jenis kayu komersil yaitu *Aleurites moluccana*, *Pinus merkusii*, *Melia azedarach*, *Swietenia mahagoni*, dan *Toona sureni*. *P. merkusii* yang merupakan softwood memiliki struktur anatomi yang berbeda dari lainnya yang termasuk dalam kelompok hardwood. Struktur anatomi pada sayatan transversal kayu terlihat pada keempat jenis kayu hardwood adanya tipe susunan lingkaran vessel difus hingga tata lingkaran, sedangkan pada kayu softwood adanya perbedaan struktur trakeid pada earlywood dan latewood. Karakter parenkim xilem yang ditemukan yaitu difus apotrakeal (*A. moluccana* dan *T. sureni*) dan Scanty apotrakeal (*M. azedarach* dan *S. mahagoni*). Tipe susunan jari pada jenis hardwood adalah multiseriate dengan kategori tinggi dan lebar yaitu pendek dan agak lebar, serta uniseriate dengan kategori sangat pendek dan sempit pada softwood. Komposisi jari-jari kayu heteroselular (*A. moluccana*) dan selain itu homoselular. Pada dimensi serat ditemukan serat pendek (*M. azedarach*), sedang (*S. mahagoni* dan *T. sureni*) dan panjang (*A. moluccana* dan *P. merkusii*). Kualitas kayu yang ditemukan termasuk dalam kategori kelas kuat III-IV.

Kata kunci: Anatomi kayu, hardwood, Kayu Komersil, Nagari Saniangbakar, Softwood.

PEDAHULUAN

Tumbuhan berkayu adalah tumbuhan yang mempunyai ciri-ciri : (1) Tumbuhan bersaluran (*vascular plant*) yaitu memiliki jaringan pengangkutan khusus, yang terdiri atas *xylem* (kayu) dan *phloem* (kulit), (2) Tumbuhan perennial yaitu tumbuhan yang hidupnya lebih dari dua tahun, (3) Tumbuhan berkayu memiliki batang yang hidup dari tahun ke tahun, (4) Tumbuhan berkayu tertentu, termasuk semua kayu perdagangan, melakukan penebalan sekunder, yaitu menambah besarnya batang dengan menambah besarnya diameter pohon (Yunarti & Muhrizal, 2011).

Secara umum dikenal ada dua kelompok pohon yang kormesial, yaitu konifer dan decidous. Konifer juga dikenal sebagai *evergreen* atau *softwood* atau kayu daun jarum. Sedangkan decidous disebut juga kayu daun lebar atau *hardwood*. Kedua jenis ini juga memiliki sifat anatomi, fisik dan kimia yang berbeda. Dari aspek morfologinya, kayu daun jarum mempunyai bentuk batang yang lurus (monopodial) sementara kayu daun lebar memiliki sejumlah cabang yang mengarah ke atas dan ke bawah dengan masing-masing memiliki titik tumbuh apikal (Muhdi, 2004). Tiap jenis kayu memiliki struktur anatomi yang berbeda sehingga dapat menjadi ciri untuk identifikasi kayu (Sucipto, 2009). Untuk di Indonesia sendiri telah banyak yang melakukan penelitian struktur anatomi kayu diantaranya yaitu Iswanto (2008) mengenai perbedaan struktur anatomi *hardwood* dan *softwood* dan Sandri (2013) mengenai struktur anatomi kayu buah-buahan. Struktur anatomi kayu meliputi bentuk, ukuran, sifat, fungsi, proporsi, dan susunan dari sel-sel penyusun kayu yang dapat juga menentukan sifat kayu. Sifat kayu adalah ukuran kualitas kayu atau gambaran dari kayu itu sendiri secara keseluruhan yang terlihat di dalam struktur sel-sel penyusun kayu (Sucipto, 2009).

Diperkirakan terdapat sekitar 4.000 jenis tumbuhan berkayu tumbuh di hutan Indonesia. Diantaranya sekitar 400 jenis dapat dianggap penting untuk Indonesia, karena merupakan jenis yang dapat dimanfaatkan atau karena secara alami terdapat dalam jumlah yang besar sehingga mempunyai

potensi untuk memegang peranan dimasa yang akan datang. Dari 400 jenis tersebut 259 jenis diantaranya sudah diketahui sifat dan kegunaanya (Abdurachman dan Nurwati,2009). Penggunaan kayu oleh masyarakat Indonesia sudah dikenal pada zaman dahulu hingga abad ke 20. Hingga 80% penggunaan kayu diperuntukan untuk bangunan dan perumahan, sisanya 20 % diperuntukan untuk pembangunan operasional daerah seperti jembatan, dermaga, tiang pancang, dalam lain-lain.

Banyaknya jenis tumbuhan berkayu di Indonesia, diantaranya juga tumbuh di Hutan di Nagari Saniangbaka, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Hutan Nagari Saniangbaka memiliki potensi yang sangat baik untuk pertumbuhan jenis-jenis tumbuhan berkayu yang dapat dimanfaatkan kayunya. Diantara jenis kayu yang ditemukan terdapat jenis-jenis kayu komersial yang memiliki harga tinggi. Adanya perbedaan lokasi dan kondisi tempat tumbuh, tentunya juga akan berpengaruh terhadap kualitas kayu, sehingga perlu dilakukan penelitian karakter struktur anatomi kayu komersial yang ditemukan untuk dapat menentukan kualitas kayu tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2013 sampai dengan Juni 2014. Pengeloksian sampel dilakukan di Saniangbaka, Kabupaten Solok. Pembuatan preparat anatomi kayu dilakukan di Laboratorium Struktur Perkembangan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas. Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu mikrotom, pisau, kaca objek, kaca penutup, jarum, kamera digital, label, pipet tetes, micrometer, GPS, gelas ukur, pipet tetes, kayu spesimen dan alat tulis. Bahan yang digunakan sampel kayu, larutan KOH 20%, air, asam nitrat 20%, asam kromat 20%, alkohol 15% - 100%, spritus, safranin 1%, xilol dan Canada balsam. Pengambilan sampel kayu dilakukan dengan cara mengambil/memotong bagian pohon ($\pm 10 \times 10$ cm dari arah luar) di bagian dbh. Sampel kayu untuk keperluan pengamatan bidang transversal, radial dan tangensial masing-masing dibuat potongan seperti balok kayu dengan ukuran $3 \times 2 \times 2$ cm³. Sedangkan untuk pembuatan slide maserasi, dibuat contoh uji berukuran $3 \times 1 \times 1$ mm³ atau sebesar anak korek api.

Sampel kayu yang telah diambil, dibuat balok-balok kayu berukuran (3 x 2 x 2 cm³) lalu di rebus sampai lunak kemudian disayat. Pembuatan sayatan dilakukan pada tiga bidang orientasi (transversal, radial, tangensial) menggunakan mikrotom dengan tebal sayatan antara 12-20 μ m. Selanjutnya sayatan didehidrasi dalam alkohol 50%. Selanjutnya proses pewarnaan dehidrasi alkohol bertingkat dilakukan berturut-turut dengan alkohol 30%, 20%, 10%, lalu dengan aquades. Kemudian sayatan diberi safranin 2% dan disimpan selama 6-8 jam. Safranin dibuang dan diganti berturut-turut dengan alkohol konsentrasi 30%, 50%, 70%, 90%, 100% dan terakhir dengan xylol. Sayatan dipindahkan ke kaca objek lalu dibubuhi Canada balsam/entelan dan ditutup dengan coverglass (Arifien, 2004). Sedangkan metode maserasi dengan cara bagian tengah dinding kayu dipotong-potong sepanjang 1 cm dan dimasukkan ke dalam KOH 20% lalu direbus hingga mendidih selama 2-5 menit. Setelah itu, dicuci dengan air mengalir selama 15 menit, dimasukkan ke dalam campuran 20% asam nitrat dan asam kromat 20% perbandingan 1:1 selama 3 jam. Selanjutnya tahap perwanaaan dengan metode alkohol bertingkat. Bahan yang telah berwarna dengan baik dipisah-pisahkan di atas kaca objek, kemudian ditetesi dengan Canada balsam tutup dengan cover glass (Sass, 1958).

Ciri anatomi kayu yang diamati meliputi ciri-ciri yang dianjurkan oleh Komite Internasional Association of Wood Anatomist (Wheeler et al., 1989), yaitu dimensi serat, diameter pembuluh, susunan dan sebaran pembuluh, susunan parenkim, susunan dan bentuk jari-jari. Untuk ciri kuantitatif diamati yaitu diameter pembuluh, tinggi jari-jari empulur, dan panjang serat diukur sebanyak 25 kali, sedangkan diameter dan tebal dinding serat, masing-masing diukur sebanyak 15 kali. Data pengukuran terhadap ciri kuantitatif selanjutnya dirata-ratakan, kemudian dikelompokkan berdasarkan karakter masing-masing, yaitu diameter lingkaran vessel, lebar jari-jari empulur, tinggi jari-jari empulur dan panjang serat yang mengacu pada hasil penelitian Sucipto (2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada struktur anatomi, ada perbedaan antara struktur kayu *hardwood* dan *softwood*. Perbedaan tersebut dapat terlihat pada bidang transversal dimana *softwood* tidak memiliki struktur lingkaran vessel tetapi adanya saluran resin. Struktur sel pada sayatan transversal kayu *hardwood* tersebut

meliputi tipe lingkaran vessel, tipe parenkim xilem, jari-jari empelur dan dimensi serat yang terlihat dari beberapa jenis sayatan, yaitu:

Struktur Anatomi Sayatan Transversal

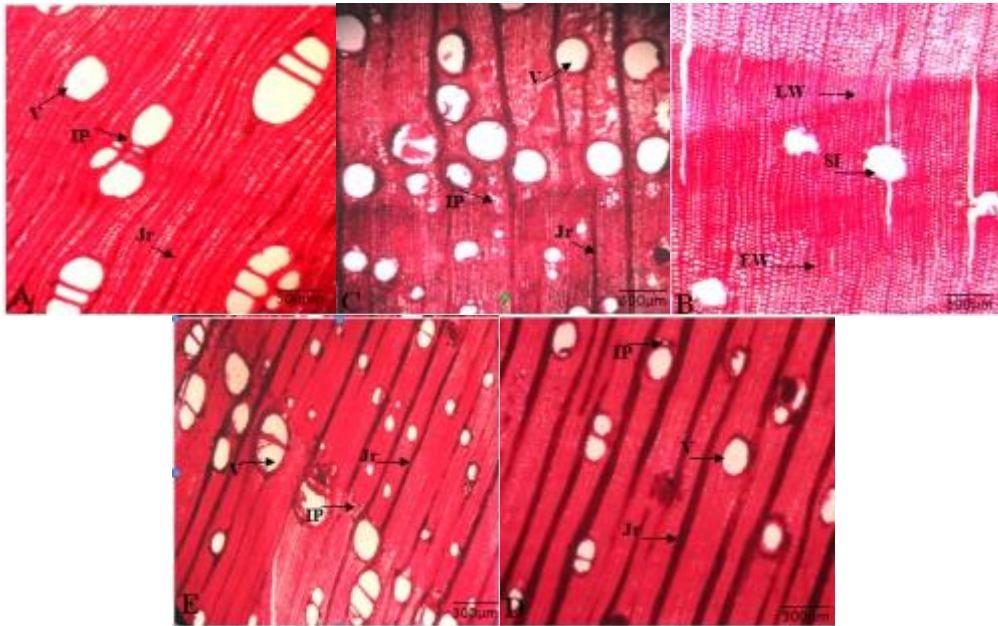
Pada sayatan transversal kayu dapat teramati tipe lingkaran vessel dan tipe jaringan parenkim dari beberapa jenis kayu yang diteliti. Pengamatan lingkaran tumbuh sangat berkaitan dengan tipe serta struktur sebaran Lingkaran vessel kayu. Lingkaran tumbuh diawali dengan pembentukan parenkim inisial dan Lingkaran vessel dengan diameter yang besar (Dalimunthe, 2005). Namun pada sayatan transversal kayu *P. merkusii* terlihat perbedaan struktur sel trakeid antara kayu awal dan kayu akhir serta saluran intraselular (Gambar 1).

Susunan lingkaran vessel difus yang ditemukan pada *A. moluccana* dan *S. mahagoni*. Tipe lingkaran vessel difus ini yaitu lingkaran vessel yang hanya sedikit atau bahkan tidak memiliki variasi ukuran (ukurannya hampir seragam) yang terdapat di sekitar lingkaran tumbuh (Bond, 2011). Lingkaran vessel tata lingkaran yang tersusun pada lingkaran tumbuh terlihat pada *M. azedarach* dan semi tata lingkaran pada *T. sureni*. Lingkaran vessel yang tersusun pada lingkaran tumbuh ini memperjelas lingkaran tumbuh yang terbentuk pada kambium. Tipe susunan inipun dapat mempermudah dalam penentuan lingkaran tumbuh palsu. Coder (2001), menyatakan bahwa pada tipe susunan difus tidak begitu terlihat sebaran lingkaran vessel pada kambium namun ada beberapa spesies tanaman seperti *S. mahagoni* yang termasuk sebaran lingkaran vessel difus namun memiliki lingkaran tumbuh yang jelas yaitu seperti garis kosentris tegas, tidak terputus atau membayang pada penampang melintang kayu. Untuk melihat lingkaran nyata pada jenis kayu yang memiliki tipe difus ini adalah banyaknya lingkaran vessel kecil yang tersebar disekitar lingkaran tumbuh.

Ukuran lingkaran vessel yang ditemukan termasuk dalam kategori Agak besar dan Agak kecil. Pada lingkaran vessel yang termasuk dalam kategori agak besar seperti *M. azedarach* sedangkan pada lingkaran vessel yang termasuk kategori agak kecil ditemukan pada *A. moluccana*, *T. sureni* dan *S. mahagoni* (Tabel 1). Menurut Docola et al., (2005), secara keseluruhan perbedaan diameter lingkaran vessel dapat dilihat pada zona transisi dari kayu awal ke kayu akhir. Pada lingkaran tumbuh yang sempit, perubahan diameter terjadi secara mendadak, sedangkan pada lingkaran tumbuh yang lebar terjadi secara perlahan. Kayu yang disusun oleh mayoritas sel-sel berdinding tebal dan lumen sel yang sempit akan menyebabkan kerapatan kayu yang tinggi. Kayu yang dengan kerapatan yang tinggi umumnya merupakan kayu yang memiliki kekerasan yang tinggi pula. Pada kayu daun lebar (*hardwood*) yang mempunyai ukuran diameter lingkaran vessel yang sangat kecil (<50µm) akan menyebabkan kayu memiliki kerapatan yang tinggi. Hal ini sangat berkaitan dengan proses pengerjaan dan pengolahan kayu yang perlu membutuhkan tenaga dan akan sulit dalam pengerjaannya (Pandit, 2008).

Tabel 1. Pengukuran diameter dan perbandingan struktur lingkaran vessel kayu *hardwood*

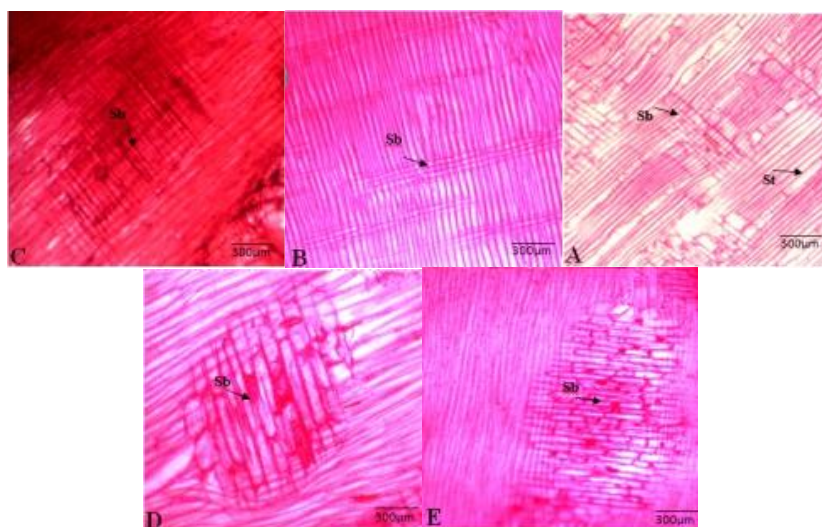
Jenis Kayu	Pengamatan				
	Diameter (µm)	Kategori	Tipe Sebaran	Tipe Susunan	Tipe Parenkim Xilem
<i>A. moluccana</i>	176,4	Agak kecil	Berganda	Difus	Difuse apotrakeal
<i>M. azedarach</i>	221,6	Agak besar	Soliter	Tata lingkaran	Difuse apotrakeal
<i>S. mahagoni</i>	119,2	Agak kecil	Berganda	Difus	Scanty paratrakeal
<i>T. sureni</i>	148,8	Agak kecil	Berganda	Semi Tata Lingkaran	Scanty paratrakeal



Gambar 1. Sayatan Transversal Kayu : (A) *A. moluccana*, (B) *P. merkusii*, (C) *M. azedarach*, (D) *S. mahagoni* dan (E) *T. sureni*. Jr (Jari-jari empelur), P (Lingkaran vessel), IP (ikatan Pembuluh), EW (*Earlywood*), LW (*Latewood*), SI (Saluran Intraselular).

Struktur Anatomi Sayatan Radial

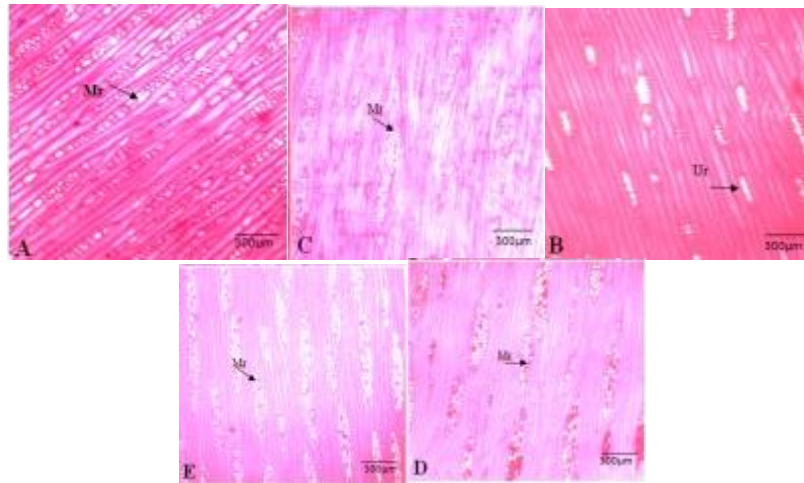
Pada sayatan kayu radial terlihat perbedaan komposisi jari-jari empelur pada kelima jenis kayu yang diteliti. Secara umum terdiri dari dua komposisi jari-jari empelur yaitu komposisi homoselular dan komposisi heteroselular (Gambar 2). Kayu *A. moluccana* ditemukan komposisi jari-jari empelur heteroselular, dimana ditemukan dua jenis sel penyusun komposisi yaitu sel baring dan sel tegak pada sayatan radial, sedangkan pada jenis kayu *M. azedarach*, *P. merkusii*, *S. mahagoni* dan *T. sureni* ditemukan komposisi homoselular dimana hanya ditemukan satu tipe sel pada jari jari empelur yaitu sel baring saja. Menurut Wheeler et al. (1989) menyatakan bahwa komposisi jari-jari empelur ini terdiri dari tipe dua sel yaitu sel baring dan sel tegak. Sel baring merupakan sel jari-jari empelur dengan dimensi radial yang paling panjang, sedangkan sel tegak merupakan sel jari-jari empelur dengan dimensi aksial yang paling panjang, dimana kedua sel tersebut dapat terlihat pada sayatan radial.



Gambar 2. Tipe komposisi jari-jari sayatan radial kayu: (A) *A. moluccana* (Heteroselular), (B) *P. merkusii* (Homoselular), (C) *M. azedarach* (Homoselular), (D) *S. mahagoni* (Homoselular) dan (E) *T. sureni* (Homoselular); Sb (Sel baring), St (Sel tegak).

Struktur Anatomi Sayatan Tangensial

Pada sayatan tangensial dapat diamati struktur jari-jari empelur dan serat dari suatu kayu. Namun, pada sayatan tangensial ini lebih difokuskan pada struktur jari-jari empelur penyusun kayu dan serat pada preparat maserasi. Sayatan tangensial pada kayu akan terlihat bahwa jari empelur kayu tersusun atas 2 -4 lapis sel yang ditemukan pada jenis kayu daun lebar (*hardwood*) (Gambar 3).



Gambar 3. Tipe jari-jari empelur pada sayatan tangensial pada keenam jenis kayu yang diteliti. (A) *A. moluccana* (Multiseriate), (B) *D. zibethinus* (Multiseriate), (C) *P. Merkusii* (Uniseriate), (D) *M. azedarach* (Multiseriate), (E) *S. mahagoni* (Multiseriate) dan (F) *T. sureni* (Multiseriate). Ur (Uniseriate), Mr (Multiseriate).

Selain melihat tipe jari-jari empelur juga dilakukan pengukuran lebar dan tinggi yang sangat penting dalam proses identifikasi. Data hasil pengukuran dapat mengelompokkan jari-jari dalam beberapa kategori berdasarkan tinggi dan lebarnya yang dapat dilihat pada Tabel 2. Terlihat bahwa ada perbedaan kategori pada susunan sel jari-jari empelur kelima jenis kayu. Ukuran tinggi dan lebar dari jari-jari empelur tersebut memberikan corak yang berbeda pada kayu. Sel-sel jari-jari yang berukuran besar akan menampilkan corak berupa garis-garis halus atau tebal pada bidang melintang, pada bidang tangensial corak yang ditampilkan berupa gelondong-gelondong atau seperti lensa tetapi jika sel jari-jari berukuran kecil maka akan terlihat seperti titik-titik halus atau tidak terlihat mata jika sel jari-jarinya sangat halus (Pandit, 2008).

Tabel 2. Pengukuran dan tipe susunan jari-jari empelur kayu pada keenam jenis kayu yang diteliti.

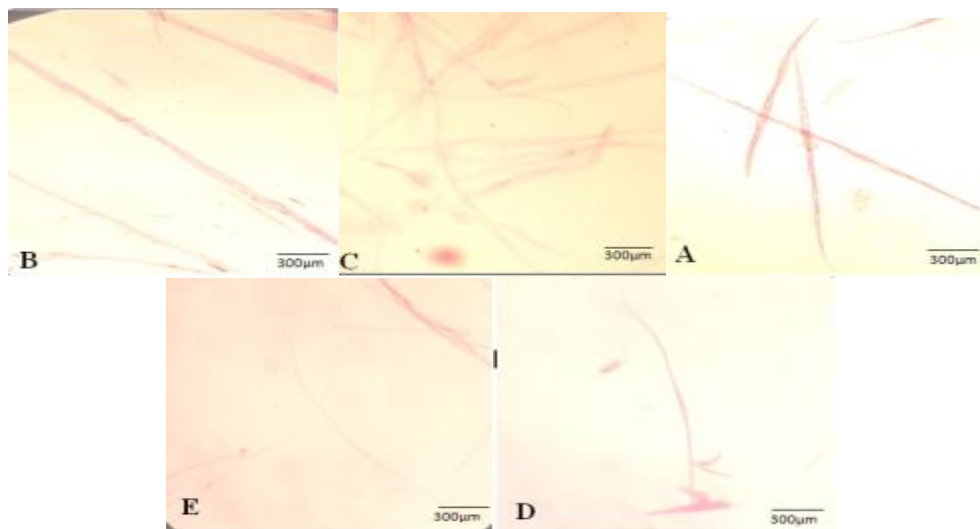
Jenis Kayu	Susunan	Parameter			
		Tinggi (µm)	Kategori	Lebar (µm)	Kategori
<i>A. moluccana</i>	Multiseriate	713,6	Agak Pendek	40	Agak sempit
<i>P. merkusii</i>	Uniseriate	276,4	Sangat Pendek	31,6	Agak sempit
<i>M. azedarach</i>	Multiseriate	511,2	Pendek	62,4	Agak lebar
<i>S. mahagoni</i>	Multiseriate	398	Pendek	64	Agak Lebar
<i>T. sureni</i>	Multiseriate	419,2	Pendek	65,2	Agak lebar

Tinggi dan lebar jari-jari empelur pada *hardwood* sangat bervariasi keberadaannya dalam jenis yang sama. Rata-rata jumlah volume jari-jari berkisar antara 5-30% dari total volume kayu. *P. merkusii* yang termasuk dalam kelompok kayu berdaun jarum memiliki tipe susunan jari-jari empelur uniseriate. Pada kelompok tanaman *softwood* sebagian besar adalah uniseriate, hanya sebagian kecil saja yang biseriate, serta rata-rata jumlah volume jari-jari berkisar anantara 5-30% dari total volume kayu. Selain itu pada jari-jari *softwood* juga ditemukan jari-jari fusiform, yaitu pada bagian tengah akan lebih besar dimana pada arah radial ditemukan ruang interselular karena mengandung saluran resin (Iswanto, 2008). Jari-jari empelur yang sempit dipengaruhi oleh laju pertumbuhan yang lambat, seperti pada *A. maolucana* dan *P. merkusii*. Menurut Utomo (2006), laju pertumbuhan juga mempengaruhi lebar dari jari-jari empelur. Laju pertumbuhan yang lambat disebabkan selama masa

pertumbuhan pohon tidak mendapatkan tempat penyimpanan makanan yang optimal sehingga proses pengangkutan bahan makanan ke seluruh bagian batang dan tanaman tidak berjalan lancar.

Dimensi Serat

Ditemukan tiga kategori serat, yaitu pada *A. moluccana* dan *P. merkusii* termasuk dalam kategori panjang, pada *S. mahagoni* dan *T. sureni* termasuk kategori sedang serta pada *M. azedarach* termasuk kategori serat pendek (Gambar 4 dan Tabel 3). Variasi yang ditunjukkan pada *hardwood* bukan hanya dari tipe sel-selnya tetapi juga menunjukkan banyaknya variasi dalam hal ukuran, bentuk dan susunannya. Iswanto (2008) menyatakan bahwa serat-serat penyusun *hardwood* memiliki dinding yang tebal dari parenkim dan pembuluhnya panjangnya sekitar 300-600 μm dengan diameter 15-50 μm . Serat pada *hardwood* lebih pendek jika dibandingkan dengan *softwood*. Pada *P. merkusii* yang termasuk dalam kelompok *softwood* memiliki serat yang panjang (1984,8 μm).



Gambar 4. Dimensi serat pada keenam jenis kayu yang diteliti. (A) *A. moluccana*, (B) *P. merkusii*, (C) *M. azedarach*, (D) *S. mahagoni* dan (E) *T. sureni*

Tabel 3. Rata-rata hasil pengukuran dimensi serat kayu

Jenis Kayu	Parameter				
	Panjang (μm)	Diameter (μm)	Tebal Dinding (μm)	Diameter Lumen (μm)	Kategori
<i>A. Moluccana</i>	1626,8	13,65	4,1	5,45	Panjang
<i>P. merkusii</i>	1984,8	27,1	8,3	11,8	Panjang
<i>M. azedarach</i>	792,8	9,4	2,85	3,7	Pendek
<i>S. mahagoni</i>	1373,6	7,6	2,45	2,7	Sedang
<i>T. sureni</i>	1053,2	8,7	3,05	2,85	Sedang

Selain panjang dan diameter serat, tebal dinding dan diameter kayu juga memiliki peran yang penting dalam penentuan kualitas kayu seperti kekerasan kayu dan berat kayu. Dapat terlihat pada keenam jenis kayu yang diteliti, tebal dinding dan diameter lumen memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan diameter lumen seratnya. Pada kayu jenis *hardwood* seperti *A. moluccana* memiliki dinding serat yang paling tebal (4,1 μm) dan diameter lumen yang juga paling lebar (5,45), sedangkan pada *S. mahagoni* memiliki tebal dinding yang tipis (2,45 μm) serta diameter lumen yang sempit (2,7 μm). Pada *P. merkusii* memiliki tebal dinding yang sangat tebal (8,3 μm) dan diameter lumen yang sangat lebar (11,8 μm). Menurut Pandit (2008), kekerasan kayu dan berat kayu sangat ditentukan oleh struktur sel – sel penyusun kayu. Kayu-kayu yang disusun oleh sel-sel yang berdinding tebal, lumen yang sempit umumnya akan menyebabkan kayu mempunyai kekerasan dan berat kayu yang tinggi. Sebaliknya bila sel-sel penyusun kayu berdinding tipis dan lumen lebar, maka akan menyebabkan kayunya lebih lunak.

Dalam penentuan kualitas kayu tidak dilihat dari tipe Lingkaran vessel, tipe susunan Lingkaran vessel, tipe sel-sel parenkim, serta tipe jari-jari. Kriteria tipe tersebut hanya memberikan corak pada kayu atau penampilan kayu sehingga terlihat menarik. Pandit (2008), menyatakan bahwa tipe susunan Lingkaran vessel mempengaruhi sifat makroskopis yang ditampilkan pada permukaan kayu, dan tidak terhadap kualitas kayu. Begitu juga dengan sel-sel parenkim parenkim apotrakeal yang seperti distribusi pita-pita tipis yang teratur menampilkan corak yang teratur dan bertingkat. Sedangkan tipe jari-jari seperti multiseriate akan memberikan keindahan corak pada kayunya.

Tipe dari lingkaran vessel, susunan lingkaran vessel, sel-sel parenkim dan jari-jari merupakan data kualitatif yang lebih berperan memberikan corak pada permukaan kayu, sehingga tidak dapat digunakan sebagai acuan kelas kuat kayu. Berdasarkan hal tersebut data yang dapat digunakan yaitu data kuantitatif yang berupa pengukuran diameter lingkaran vessel, lebar jari-jari, tinggi jari-jari dan dimensi serat. Kayu yang termasuk kelas kuat I memiliki struktur anatomi seperti lingkaran vessel kecil, jari-jari yang pendek dan luar biasa lebar, serta dinding serat yang tebal dan memiliki diameter lumen yang sempit. Kelas kuat II memiliki struktur anatomi seperti Lingkaran vessel yang kecil, jari-jari pendek dan agak lebar, serta dinding serat tebal dengan diameter lumen yang agak sempit. Kayu yang termasuk kelas kuat III memiliki struktur anatomi seperti lingkaran vessel yang kecil, jari-jari yang sangat pendek dan agak sempit, serta dinding serat yang kurang tebal dengan diameter lumen yang agak lebar. Sedangkan pada kayu kelas kuat IV memiliki struktur anatomi seperti Lingkaran vessel yang besar, jari-jari yang luar biasa pendek dan sempit, serta dinding serat yang tidak lebar dengan diameter lumen yang lebar (Sandri, 2013).

Karakter anatomi pada *A. moluccana* memperlihatkan bahwa kayu ini termasuk pada kelas kuat III dengan struktur anatomi berupa lingkaran vessel agak kecil, jari-jari agak pendek dan sempit serta dinding serat lebar dan diameter lumen agak lebar. Pada *D. zibethinus* dan *S. mahagoni* termasuk kelas kuat II-III dengan struktur anatomi yaitu lingkaran vessel agak kecil, jari-jari pendek dan agak lebar serta dinding serat yang lebar dan diameter lumen yang lebar. Pada *P. merkusii* termasuk kelas kuat III dengan struktur anatomi seperti lingkaran vessel yang kecil, jari-jari yang sangat pendek dan agak sempit, serta dinding serat yang kurang tebal dengan diameter lumen yang agak lebar. Sedangkan pada *M. azedarach* dan *T. sureni* termasuk dalam kelas III-IV dengan struktur anatomi seperti lingkaran vessel agak kecil hingga agak besar, jari-jari pendek dan lebar serta dinding serat yang sempit dan diameter lumen yang lebar.

Namun pada Tim P3HH (2008) menyatakan bahwa *A. moluccana* termasuk dalam kayu kelas kuat IV(V), *D. zibethinus* kelas kuat II-III, *M. azedarach* kelas kuat III-II, *P. merkusii* kelas kuat III, *S. mahagoni* kelas kuat II-III dan *T. sureni* kelas kuat IV. Kualitas kayu tidak hanya ditentukan dengan struktur anatomi namun juga dengan berat jenis, keawetan serta penyustan berat pada kayu. Pada jenis kayu dapat menghasilkan lingkaran tumbuh berada pada kelas kuat II-IV.

UCAPAN TERIMKASIH

Terimakasih untuk Kepala Desa dan Masyarakat Nagari Saniangbaka, Kab. Solok, Sumatera Barat yang telah memberikan izin penelitian. Terimakasih untuk Tim Lapangan yang membantu dalam pengambilan sampel dan selama penelitian. Penelitian ini merupakan bagian dari hasil studi Magister di Jurusan Biologi, Universitas Andalas, Padang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman & Nurwati.. (2009). *Mutu Beberapa Jenis Kayu Tanaman Untuk Bahan Bangunan Berdasarkan Sifat Mekanisnya*. Prosiding PPI Standardisasi 2009 - Jakarta, 19 November 2009.
- Arifien, A. F. (2004). *Kajian Perbandingan Struktur Anatomi Serta Sifat Fisis Dan Mekanis Antara Kayu Jati (*Tectona grandis L.f.*) Unggul Dengan Kayu Jati Konvensional Pada Kelas Umur I*. Skripsi Sarjana Kehutanan. IPB. Bogor.
- Bond, B. (2011). *Wood Identification for Hardwood and Softwood Spesies Native Yo Tennessee*. Agricultural Extension Service. University of Tennessee. TennesseeForest Product Center.
- Coder, K. D. (2001). *Tree-Ring Porosity Forms in Hardwoods*. University of Georgia School of Forest Resources Extension Publication FOR99-018. Georgia.

- Dalimunthe, P. (2005). *Pertumbuhan Diameter Kayu Jati (Tectona grandis L.f) Pengaruh Iklim dan Topografi terhadap Sifat Fisis dan Anatomis*. Tesis Pasacasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Doccola, J. J., Peter M. W., Eric J. B., Christine T. (2005). *Conifer VS Hardwood Anatomy*. Inc. Arbojet. Aborjet.
- Iswanto, A. H. (2008). *Struktur Anatomi Kayu Daun Lebar (Hardwood) dan Kayu Daun Jarum (Softwood)*. Univeritas Sumatera Utara. USU e-Repsotory. Medan.
- Muhdi. (2004). *Riap Pohon Jenis Jarum dan Pohon Jenis Daun Lebar*. Program Ilmu Kehutanan, Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Pandit, I. K. N. (2008). *Karakteristik Sifat Dasar Kayu Small Diameter Log*. *Jurnal WoddBiz Indonesia* Edition 34. Desember 2008.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan [P3HH]. 2008. *Petunjuk Praktis Sifat-Sifat Dasar Jenis Kayu Indonesia. A Handbook of Selected Indonesian Wood Species*. INDONESIAN SAWMILL AND WOODWORKING ASSOCIATION (ISWA). PT. Pusaka Semesta Persada.
- Sandri, Y. (2013). *Struktur Anatomi Bebearapa Jenis Kayu Buah-buahan*. Skripsi Sarjana Biologi. Universitas Andalas. Padang.
- Sass, J. E. (1958). *Botanical Microtechnique*. 3rd ed. IOWA: Iowa State College Press.
- Utomo, R. N. (2006). *Struktur Anatomi Kayu Jati Plus Perhutani Kelas Umur 1 Asal Kph Bojonegoro*. Skripsi Sarjana Kehutanan IPB. Bogor.
- Wheeler, E. A., P. Baas, P. & Gasson, E. (1989). IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. *IAWA Bulletin*. N.s. 10(3): 219-332.
- Yunarti, A. D. & Musrizal. (2011). *Buku Ajar Pertumbuhan Pohon dan Kulaitas Kayu*. Fakultas Kehutanan Universitas Hasanudin.

OPTIMASI AKTIVITAS 1-AMINOCYCLOPROPANE-1-CARBOXYLATE DEAMINASE (ACCD) BAKTERI ENDOFIT PENGHASIL ACCD ISOLAT LOKAL

Rumella Simarmata*¹, Ngadiman², Saifur Rohman³

¹ Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI, Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong, 16911

^{2,3}Jurusan Mikrobiologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
e-mail: *rumella_2001@yahoo.com, ngadiman@ugm.ac.id, saifur@ugm.ac.id

Abstrak. Sebanyak tiga belas strain bakteri endofit penghasil ACC deaminase (ACCD) yang diisolasi dari akar tanaman pertanian dan perkebunan di daerah Jawa Tengah dan Yogyakarta telah dianalisis aktivitas enzim ACCD. Aktivitas ACCD tertinggi ditemukan pada isolat *Pseudomonas* sp. PIR 3C dan *Pseudomonas* sp. KS 12 (1461,44 dan 1290,29 nmol α -ketobutirat/mg protein/jam) dan terendah pada isolat *Sphingobacterium* sp. BK1 (123,75 nmol α -ketobutirat/mg protein/jam). Meskipun *Sphingobacterium* sp. BK1 menunjukkan aktivitas ACCD terendah, namun *Sphingobacterium* sp. belum pernah dilaporkan sebelumnya sebagai bakteri penghasil ACCD. Aktivitas ACCD dari isolat *Pseudomonas* sp. PIR3C, *Pseudomonas* sp. KS 12, dan *Sphingobacterium* sp. BK 1 dioptimasi pada beberapa variasi induser, waktu inkubasi, jumlah induser Aminoisobutyrate (AIB) yang ditambahkan, dan metode pemecahan sel. Aktivitas ACCD optimal diperoleh dengan penggunaan induser AIB pada konsentrasi 5 g/L kecuali isolat *Sphingobacterium* sp. BK 1 (1 g/L) dengan waktu inkubasi 24 jam serta metode pemecahan sel menggunakan bahan kimia toluen.

Kata Kunci: Aktivitas ACC deaminase, Optimasi, Bakteri endofit.

PENDAHULUAN

Etilen merupakan hormon yang berperan penting dalam proses perkecambah benih, perpanjangan rambut akar, dan pematangan buah, namun ketidakseimbangan faktor abiotik maupun biotik dapat menyebabkan terganggunya produksi etilen. Peningkatan produksi etilen dapat menghambat perpanjangan akar dan pertumbuhan tanaman. Etilen akan diproduksi saat tanaman mengalami cekaman seperti kekeringan, banjir, tanah tercemar logam berat, dan serangan hama. ACC sebagai prekursor etilen dapat diuraikan oleh bakteri penghasil enzim ACC deaminase (ACCD) menjadi ammonia dan α -ketobutirat (Siddike et al., 2011). Terdapat dua macam cara bakteri berperan pada tanaman yaitu secara simbiotik maupun hidup bebas di tanah. Kebanyakan bakteri yang hidup bebas di tanah termasuk dalam *plant growth promoting bacteria* (PGPB) yang ditemukan berasosiasi pada perakaran tanaman (Penrose and Glick, 2003).

1-Aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase adalah enzim yang menghidrolisis ACC, prekursor etilen menjadi α -ketobutirat dan amonium. ACCD pertama kali ditemukan pada jamur, *Penicillium citrinum* dan sejumlah bakteri (Ma et al., 2003; Blaha et al., 2006; Madhaiyan et al., 2006; Belimov et al., 2007). Mikroba tersebut diidentifikasi sebagai penghasil ACCD berdasarkan kemampuannya tumbuh pada medium minimal yang mengandung ACC sebagai sumber nitrogen satu-satunya. (Honma and Shimomura, 1978; Belimov et al., 2007; Ma et al., 2003).

ACCD ini memacu pertumbuhan tanaman dengan menurunkan kadar etilen tanaman (Glick, 2014). Aktivitas ACC deaminasi yang dihasilkan bakteri dapat dioptimasi berdasarkan induser yang digunakan, metode pemecahan sel yang digunakan, waktu inkubasi dan konsentrasi induser yang digunakan. Pada penelitian ini diharapkan dapat ditemukan kondisi optimum untuk menghasilkan aktivitas ACCD yang optimum.

BAHAN DAN METODE

Strain Bakteri dan Kondisi Pertumbuhan

Strain bakteri penghasil ACCD sebelumnya telah diuji aktivitas pemacu pertumbuhan tanaman lainnya seperti penghasil IAA, penambat nitrogen, pelarut fosfat, dan karakter pemacu pertumbuhan lainnya (Simarmata et al, 2019). Optimalisasi kondisi pertumbuhan dibutuhkan untuk mendapatkan

atau mengestimasi aktivitas ACCD yang optimal, dan pada penelitian ini, sebanyak tiga isolat dari 13 bakteri penghasil ACCD potensi yaitu *Pseudomonas* sp. PIR 3C, *Pseudomonas* sp. KS 12, dan *Sphingobacterium* sp. BK 1 diuji dan dioptimalisasi aktivitas ACCDnya.

Estimasi Aktivitas ACCD

Untuk pengukuran aktivitas ACCD, isolat terpilih ditumbuhkan dan digojog selama 24 jam dalam 7,5 mL media TSB dan setelahnya dipanen dengan sentrifugasi pada 3000 rpm selama 30 menit, suhu 4°C. Pelet dicuci dengan DF salts dan disentrifugasi kembali dengan kondisi yang sama. Setelah itu ditambahkan 7,5 mL medium pertumbuhan dengan variasi DF salts tanpa penambahan sumber nitrogen, DF salts dengan penambahan sumber nitrogen ACC dan medium DF salts yang ditambahkan aminoisobutirat (AIB) sebagai sumber nitrogen dan induser. Variasi konsentrasi induser AIB yang ditambahkan ke medium DF salts adalah: (0,5; 1; 5) g/L. Kultur diinkubasi pada penggojog dengan kecepatan 200 rpm dengan variasi waktu inkubasi (0, 8, 16, 24, 32) jam untuk pertumbuhan. Setelah digojog selama waktu inkubasi pertumbuhan, sel dipanen dengan disentrifugasi pada 3000 rpm selama 30 menit dengan suhu 4°C. Pelet disuspensikan dalam 5 mL buffer fosfat pH 7 dan disentrifugasi lagi pada 3000 rpm selama 30 menit. Pelet disuspensikan kembali dalam 600 µL buffer fosfat pH 8. Kemudian sel dipecah untuk memperoleh protein sitoplasmik. Pemecahan sel atau ekstraksi protein sitoplasmik dilakukan dengan dua variasi metode, yaitu sonikasi dan penggunaan bahan kimia toluene.

Untuk metode pemecahan sel dengan sonikasi, sel yang telah ditambahkan buffer disonikasi selama 3 x 30 detik. Selanjutnya disentrifugasi pada 13000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang terkumpul merupakan protein sitoplasmik yang mengandung ACCD (Penrose dan Glick, 2003). Sebanyak 200 µl protein sitoplasmik dan 20 µl ACC 0,5 M sebagai substrat dihomogenkan dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 15 menit. Selanjutnya, sampel protein sitoplasmik ditambahkan 1 ml HCl 0,56 M, divortex dan disentrifugasi pada kecepatan 12000 rpm selama 5 menit. Sebanyak 1 ml supernatan ditambah dengan 800 µl HCl 0,56 M dan 300 µl 2,4-DNPH (0,2% dalam HCl 2 M). Sampel dihomogenkan dengan vortex dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 30 menit, kemudian ditambahkan 2 ml NaOH 2 N. Perubahan warna yang terbentuk menunjukkan adanya reaksi 2,4-DNPH dengan α -ketobutirat yang terbentuk. Analisis kolorimetri dilakukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

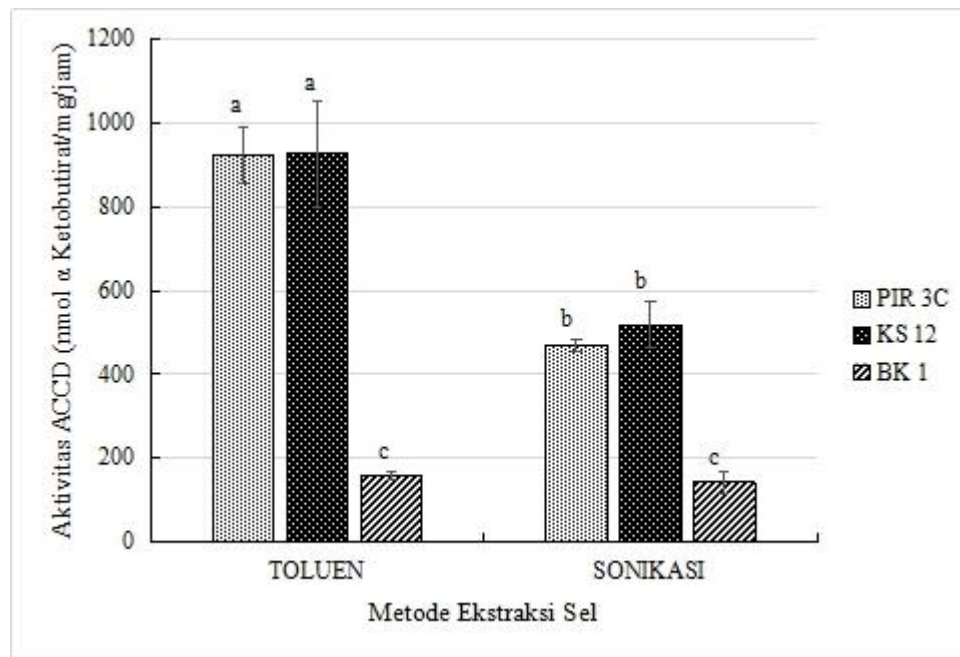
Untuk metode pemecahan sel dengan bahan kimia toluene, sebanyak 30 µL toluena ditambahkan ke dalam suspensi sel dan vorteks selama 30 detik. Supernatan yang terkumpul merupakan protein sitoplasmik yang mengandung ACCD (Belimov et al., 2001). Pengukuran aktivitas ACCD dilakukan dengan mengambil sebanyak 400 µl protein sitoplasmik dan disentrifugasi dengan kecepatan 14000 rpm, 10 menit dengan suhu 4°C. Sebanyak 200 µl supernatan ditambah 0,5 ml ACC dan diinkubasi selama 20 jam. Selanjutnya, sampel protein sitoplasmik ditambahkan 1 ml HCl 0,56 M, divortex dan disentrifugasi pada kecepatan 12000 rpm selama 5 menit. Sebanyak 1 ml supernatan ditambah dengan 800 µl HCl 0,56 M dan 300 µl 2,4-DNPH (0,2% dalam HCl 2 M). Sampel dihomogenkan dengan vortex dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 30 menit, kemudian ditambahkan 2 ml NaOH 2 N. kemudian perubahan warna di analisis menggunakan spektro dengan prosedur yang sama seperti yang dijelaskan sebelumnya. Pengukuran konsentrasi protein sitoplasmik dilakukan dengan metode *Biorrad Assay* (Bradford, 1976). Aktivitas enzim ACCD dinyatakan dalam nmol/mg protein/jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas ACCD secara tidak langsung berperan dalam memacu pertumbuhan tanaman, dan aktivitas ACCD dapat diuji secara kualitatif dan kuantitatif. Pada penelitian sebelumnya telah dianalisis aktivitas ACCD dari 13 isolat penghasil ACCD. Aktivitas ACCD dapat diukur melalui konsentrasi α -ketobutirat yang terbentuk (Honma dan Shimomura., 1978). Aktivitas ACCD dari ketigabelas isolat bakteri penghasil ACCD berkisar antara 123,75 – 1461,44 nmol α - ketobutirat /mg/jam. Dua isolat bakteri penghasil ACCD dengan aktivitas tertinggi dan 1 isolat dengan aktivitas terendah digunakan sebagai isolat uji untuk mengestimasi aktivitas ACCD yang optimal.

Pengaruh Metode Pemecahan Sel terhadap Aktivitas ACCD

Enzim ACCD merupakan enzim intraseluler yang terlarut dalam sitoplasma dan tidak dikeluarkan ke lingkungan, sehingga diperlukan pemecahan sel agar produk ACCD dapat dipisahkan dan dimurnikan lebih lanjut. Pemecahan sel dapat dilakukan dengan metode mekanik dan non mekanik. Pada penelitian ini, metode pemecahan sel secara mekanik dengan sonikasi sedangkan non mekanik menggunakan bahan kimia yaitu toluene. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan toluene untuk pemecahan sel menghasilkan aktivitas ACCD lebih tinggi dibandingkan dengan metode sonikasi dari bakteri penghasil ACCD yang diuji.



Gambar 1. Aktivitas ACCD isolat *Pseudomonas* sp. PIR 3C, *Pseudomonas* sp. KS 12, dan *Spingobacterium* BK 1 berdasarkan variasi metode ekstraksi sel. Kultur ditumbuhkan pada medium minimal *DF Salts* dengan penambahan induser 5 g/L AIB. Data yang ditampilkan merupakan rata-rata dari 3 percobaan independen dan dilakukan secara terpisah dengan kondisi yang sama. Angka yang diikuti notasi yang sama pada kelompok tabel yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata dengan $p \geq 0,05$.

Gambar 1 menunjukkan bahwa metode pemecahan sel menggunakan bahan kimia toluene berpengaruh signifikan meningkatkan aktivitas ACCD dibandingkan metode pemecahan sel dengan sonikasi. Untuk isolat BK 1, metode pemecahan sel tidak berpengaruh signifikan terhadap aktifitas ACCD, namun nilainya sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan metode sonikasi. Isolat bakteri PIR 3C dan KS 12 menunjukkan respon peningkatan aktivitas ACCD setelah diperlakukan dengan metode pemecahan sel yang berbeda, sedangkan isolat BK 1 tidak menunjukkan respon peningkatan aktivitas ACCD yang signifikan setelah diberi perlakuan metode pemecahan sel. Metode pemecahan sonikasi merupakan pemecahan sel menggunakan sinyal akustik dengan frekuensi yang tinggi agar terjadi proses kavitasi. Gelombang ultrasonik menyebabkan gaya kohesi pada molekul suspensi, sehingga membentuk gelembung-gelembung kavitasi. Akibat kolapsnya gelembung kavitasi, timbul gelombang kejut dan merambat ke medium di sekitarnya membentuk aliran jet. Aliran jet ini kemudian menyebabkan kehancuran sel pada suspensi (Onyeche, et al., 2002). Sementara itu, Penambahan 10% toluen ke dalam suspensi sel dapat mengakibatkan lipid dinding sel mengabsorb toluene sehingga dinding sel pecah (Middleberg, 1995). Namun, kekurangannya protein (termasuk protein sitoplasma) dapat terdenaturasi hampir 25% akibat penggunaan toluen tanpa penambahan ion Mg^{2+} .

Menurut Belter (1988), penggunaan pelarut pada fungi dapat memecahkan sel secara sempurna. Penggunaan pelarut sebagai metode pemecahan sel tidak terlalu sering digunakan, karena konsentrasi produk yang diperoleh tidak terlalu tinggi dan beberapa pelarut bersifat toksik, sehingga

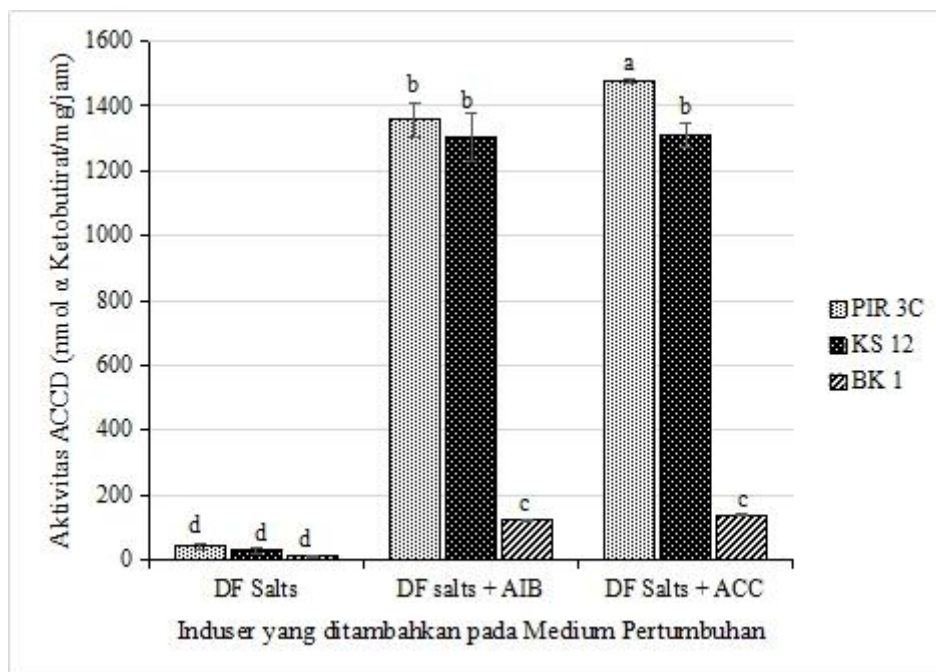
tidak cocok digunakan pada industri pangan dan pharmaceutical (Middleberg, 1995). Penggunaan pelarut biasanya dalam pemecahan sel skala laboratorium.

Pengaruh Induser terhadap Aktivitas ACCD

Enzim ACCD merupakan inducible enzyme yaitu enzim yang disintesis jika diinduksi oleh substrat seperti ACC dan AIB. Pada saat substrat seperti ACC tersedia, akan terbentuk kompleks ACC dan protein yang dikode *accB* dan mensintesis enzim ACCD (Li dan Glick, 2001).

Pada penelitian ini, aktivitas diuji pada medium tanpa penambahan induser, dan medium dengan penambahan induser ACC dan AIB. Senyawa AIB merupakan senyawa analog ACC yang memiliki struktur mirip dengan ACC dan terbukti dapat menginduksi ACCD dengan aktivitas spesifik yang tidak berbeda jauh dengan yang dihasilkan ACC (Honma, 1983). ACC maupun AIB memiliki gugus fungsi asam karboksilat (-COOH) dan amin (-NH₂). Perbedaan struktur ACC dan AIB adalah ACC memiliki tiga karbon yang membentuk siklik, sedangkan AIB memiliki tiga karbon yang linear (non siklik).

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada medium pertumbuhan DF salts tanpa penambahan induser menunjukkan aktivitas ACCD yang sangat kecil nilainya bahkan tidak ada aktivitas sama sekali. Sementara itu, medium yang ditambahkan induser ACC/AIB berpengaruh signifikan meningkatkan aktivitas ACCD pada isolat PIR 3C, KS 12, dan BK 1.



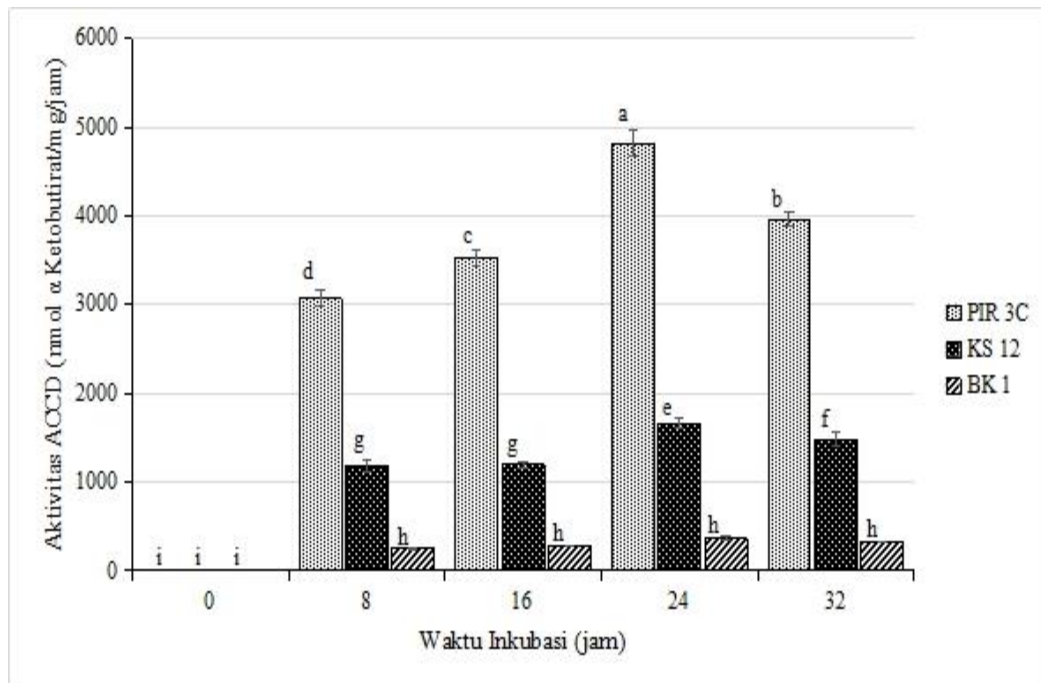
Gambar. 2. Aktivitas ACCD isolat *Pseudomonas* sp. PIR 3C, *Pseudomonas* sp. KS 12, dan *Spingobacterium* BK 1 berdasarkan induser yang ditambahkan pada medium pertumbuhan. Kultur ditumbuhkan pada medium minimal DF Salts tanpa penambahan induser, dengan penambahan (NH₄)₂SO₄ serta penambahan induser 5 g/L AIB. Data yang ditampilkan merupakan rata-rata dari 3 percobaan independen dan dilakukan secara terpisah dengan kondisi yang sama. Angka yang diikuti notasi yang sama pada kelompok tabel yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata dengan p ≥ 0,05.

Aktivitas ACCD yang diinduksi oleh substrat ACC tidak berbeda secara signifikan dengan yang diinduksi substrat AIB. hal ini menunjukkan bahwa substrat AIB dapat menggantikan substrat ACC sebagai induser enzim ACCD, dengan produk enzim ACCD yang tidak berbeda jauh nilainya. Substitusi ini menguntungkan mengingat sulitnya substrat ACC diperoleh dan harganya yang sangat mahal dibandingkan AIB. Honma (1983) melaporkan bahwa AIB efektif dalam menginduksi enzim ACCD yaitu sebesar 44,5 x 10⁻³ unit enzim ACCD yang dihasilkan/mg protein, sedangkan ACC dapat menginduksi enzim ACCD sebesar 46,9 x 10⁻³ unit enzim ACCD yang dihasilkan/mg protein. Pada

penelitian lain, jamur *Penicillium citrinum* dapat memproduksi ACCD setelah diinduksi oleh 1% AIB yang diinkubasi selama 24 hingga 72 jam (Jia et al., 2000).

Pengaruh waktu inkubasi terhadap aktivitas ACCD

Tiga isolat bakteri penghasil ACCD yang ditumbuhkan pada medium minimal DF salts yang mengandung AIB 5 gr/L diukur aktivitas enzim ACCD pada interval waktu (8, 16, dan 24 jam).

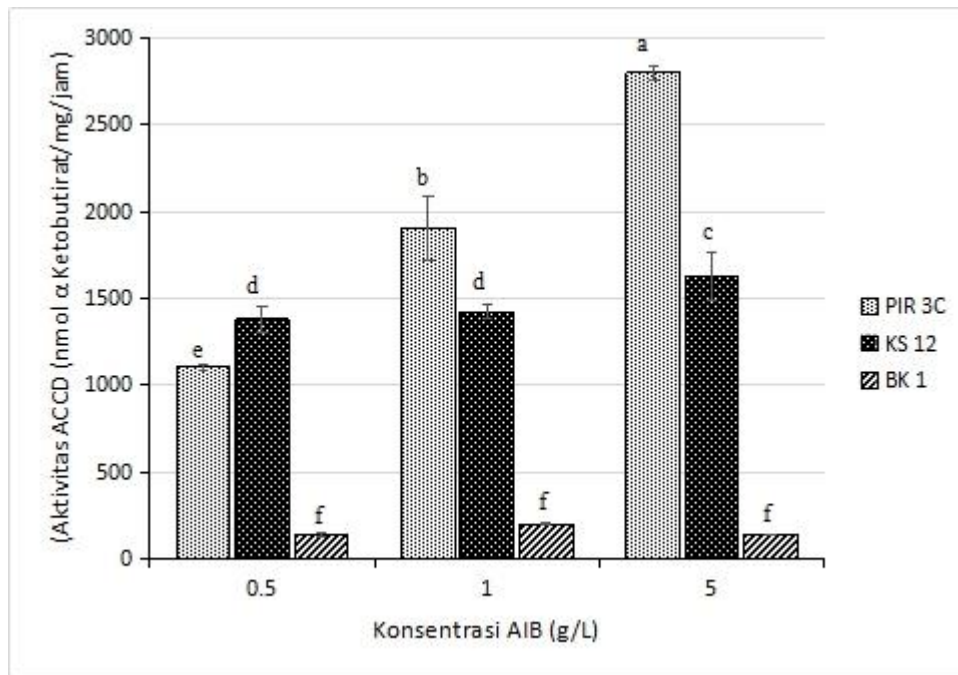


Gambar 3. Aktivitas ACCD isolat *Pseudomonas* sp. PIR 3C, *Pseudomonas* sp. KS 12, dan *Spingobacterium* BK 1 berdasarkan Lama inkubasi kultur sel dengan induser AIB. Kultur ditumbuhkan pada medium minimal *DF Salts* yang ditambahkan 5 g/L AIB dan aktivitas diukur pada interval waktu inkubasi yang ditentukan. Data yang ditampilkan merupakan rata-rata dari 3 percobaan independen dan dilakukan secara terpisah dengan kondisi yang sama. Angka yang diikuti notasi yang sama pada kelompok tabel yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata dengan $p \geq 0,05$.

Gambar 3 menunjukkan bahwa aktivitas ACCD meningkat secara linier seiring dengan lamanya waktu inkubasi dan lama inkubasi pada saat kultur sel yang diinduksi oleh induser berpengaruh secara signifikan meningkatkan aktivitas ACCD pada isolat PIR 3C dan KS 12. Lama inkubasi optimum untuk isolat PIR 3C dan KS 12 adalah 24 jam. Sementara itu, lama inkubasi tidak berpengaruh secara nyata pada isolat BK 1, namun lama inkubasi 24 jam menghasilkan aktivitas lebih tinggi dibandingkan lama inkubasi 8 dan 16 jam. Setelah waktu inkubasi 24 jam yaitu 32 jam inkubasi, tidak ada peningkatan aktivitas ACCD, nilainya cenderung konstan dan menurun (Gbr. 3).

Pengaruh Variasi Konsentrasi Induser AIB terhadap Aktivitas ACCD

Pengaruh variasi konsentrasi AIB diuji untuk mengetahui konsentrasi optimal yang diperlukan untuk menghasilkan aktivitas ACCD. Gambar. 4 menunjukkan bahwa tidak ada aktivitas ACCD tanpa penambahan induser dalam hal ini AIB pada media pertumbuhan bakteri penghasil ACCD, tetapi aktivitas ACCD terdeteksi dengan penambahan 0,5 g/L AIB di media kultur. Tingkat aktivitas enzim meningkat dengan peningkatan konsentrasi AIB dan peningkatan maksimum dicapai dengan 5 g/L AIB. Peningkatan konsentrasi AIB lebih lanjut tidak menunjukkan peningkatan aktivitas.



Gambar 4. Aktivitas ACCD isolat *Pseudomonas* sp. PIR 3C, *Pseudomonas* sp. KS 12, dan *Spingobacterium* BK 1 berdasarkan variasi konsentrasi induser AIB yang ditambahkan pada medium pertumbuhan. Kultur ditumbuhkan pada medium minimal *DF Salts* yang ditambahkan beberapa variasi konsentrasi AIB yang ditentukan. Data yang ditampilkan merupakan rata-rata dari 3 percobaan independen dan dilakukan secara terpisah dengan kondisi yang sama. Angka yang diikuti notasi yang sama pada kelompok tabel yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata dengan $p \geq 0,05$.

Gambar 4 menunjukkan bahwa konsentrasi AIB yang ditambahkan pada medium pertumbuhan *DF salts* sebagai induser berpengaruh secara signifikan meningkatkan aktivitas ACCD pada isolat PIR 3C dan KS 12. Konsentrasi AIB optimum untuk isolat PIR 3C dan KS 12 adalah 5 g/L. Sementara itu, konsentrasi AIB yang ditambahkan ke medium pertumbuhan *DF salts* sebagai induser tidak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan aktivitas ACCD pada isolat BK 1.

Isolat PIR 3C menghasilkan aktivitas ACCD rata-rata paling tinggi diantara kedua isolat lainnya pada beberapa perlakuan, kemudian diikuti oleh isolat KS 12. Sementara itu, isolat BK 1 menghasilkan aktivitas ACCD paling rendah diantara kedua isolat lainnya. Peningkatan aktivitas ACCD pada isolat BK 1 ditunjukkan setelah diberikan perlakuan induser AIB pada metode pemecahan dengan bahan kimia toluene (Gambar 1)

Pengujian optimasi aktivitas ACCD menunjukkan bahwa induser yang ditambahkan pada media pertumbuhan merupakan prasyarat untuk menghasilkan aktivitas enzim secara optimal. Aktivitas ACCD memainkan peran penting dalam mempertahankan tingkat etilen pada tanaman, khususnya yang mengalami cekaman lingkungan. ACC yang dilepaskan oleh akar tanaman sebagai eksudat akar dapat digunakan sebagai sumber nitrogen oleh bakteri jika mereka memiliki enzim ACCD. Telah dilaporkan bahwa tanaman yang diinokulasi dengan bakteri yang mengandung ACCD memiliki akar yang lebih panjang dan dapat menunjukkan ketahanan terhadap pengaruh penghambatan cekaman etilen pada pertumbuhan tanaman. Beberapa cekaman seperti banjir, logam berat, salinitas, dan patogen diketahui menginduksi stres etilen. Di bawah cekaman seperti itu, PGPB yang memiliki aktivitas ACCD akan bermanfaat untuk menghambat efek penghambatan yang disebabkan etilen. Selanjutnya, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua isolat bakteri penghasil ACCD dapat dimanfaatkan untuk menghambat cekaman etilen pada tanaman.

Pada penelitian ini juga dapat disimpulkan bahwa aktivitas ACCD dapat diinduksi oleh beberapa asam amino dengan aktivitas spesifik yang dihasilkannya (10⁻³ unit/mg protein) seperti Glycine 0.22, DL-alanine 0.17, L-alanine 2.71, D-alanine 2.93, DL- α -Aminobutyric acid 0.62, DL-Norvaline 0.17, DL-Norleucine 0.24, DL-Valine 2.24, DL-Leucine 0.26, α -Aminoisobutyric acid 44.5, DL-Serine 0.26, ACC 46.9 (Honma, 1983). Berdasarkan hasil penelitian, aktivitas yang

dihasilkan oleh induser ACC dan AIB tidak berbeda secara signifikan. Hasil ini sesuai dengan penelitian Honma, sehingga induser yang digunakan dalam penelitian ini adalah AIB, karena pertimbangan medium ACC yang harganya jauh lebih mahal dibandingkan AIB.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada Sanyasa Achtsami dan Asokawati yang telah membantu pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Belimov, A.A., Safronova, V.I., Sergeyeva, T.A., Egorova, T.N., Matveyeva, V.A., Tsyganov, V.E., Borisov, A.Y., Tikhonovich, I.A., Kluge, C., Preisfeld, A. and dietz, K.J. (2001). Characterization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria Isolated from Polluted Soils and Containing 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate Deaminase. *Canadian Journal of Microbiology*, 47(7): 642-652.
- Belimov, A.A., Dodd, I.C., Safronova, V.I., Hontzeas, N. dan Davies, W.J. (2007). *Pseudomonas brassicacearum* strain AM3 containing 1 carboxylate deaminase can show both pathogenic and growth-promoting properties in its interaction with tomato. *J. Exp. Bot.* 58:1485-1495.
- Belter, B.A., Cussler, E.L., dan Hu, W.S. (1988). *Bioseparations, Downstream Processing for Biotechnology*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Blaha, D., Prigent-Combaret, C., Mirza, M.S. dan Moenne Loccoz, Y. (2006). Phylogeny of the 1 aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase encoding gene *acdS* in phytobeneficial and pathogenic proteobacteria and relation with strain biogeography. *FEMS Microbiol. Ecol.* 56: 455-470.
- Bradford, M.M., (1976). A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2): 248-254.
- Glick, B.R., (2014). Bacteria with ACC Deaminase Can Promote Plant Growth and Help to Feed the World. *Microbiological Research*, 169(1): 30-39.
- Honma, M. dan Shimomura, T. (1978). Metabolism of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Agric. Biol.Chem.* 42: 1825-1831.
- Honma, M. (1983). Enzymatic Determination of 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid. *Agric. Biol. Chem*, 47(3): 617-618.
- Jia, Y.J., Ito, H., Matsui, H. and Honma, M., (2000). 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate (ACC) Deaminase Induced by ACC Synthesized and Accumulated in *Penicillium citrinum* Intracellular Spaces, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 64(2), hal.299-305.
- Li, J. and Glick, B.R., (2001). Transcriptional Regulation of The *Enterobacter cloacae* UW4 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate (ACC) Deaminase Gene (*acds*). *Canadian Journal of Microbiology*, 47(4), hal.359-367.
- Ma, W.B., Sebestianova, S.B., Sebestian, J., Burd, G.I., Guinel, F.C. dan Glick, B.R. (2003). Prevalence of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase in *Rhizobium* spp. *Antonie Van Leeuwenhoek* 83:285-291.
- Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., Ryu, J. dan Sa, T. (2006). Regulation of ethylene levels in canola (*Brassica campestris*) by 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase-containing *Methylobacterium fujisawaense*. *Planta* 224:268-278.
- Middleberg, A.P.J. (1995). Process - scale disruption of microorganisms. *Biotechnology Advances*, 13: 491-551.
- Onyeche, T.I., Schlafer, O., Bormann, H., Schroder, C., Sievers, M. (2002). Ultrasonic cell disruption of stabilised sludge with subsequent anaerobic digestion. *Ultrasonics* 40: 31-35.
- Penrose, D.M dan Glick, B.R. (2003). Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Journal Physiologia Plantarum*, 118: 10-15.
- Shrivastava, U.P., dan Kumar, A. (2013). Characterization and Optimization of 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate Deaminase (ACCD) Activity in Different Rhizospheric PGPR Along with *Methylobacterium* sp. strain Eci-12a. *Int J Appl Sci Biotechnol*, 1(1): 11-15.

- Siddike, M., Glick, B.R., Chauhan, P.S., Woo jong, Y., Tongmin. (2011). Enhancement of growth and salt tolerance of red pepper seedlings (*Capsicum annuum* L.) by regulating stress ethylene synthesis with halotolerant bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase activity. *Plant Physiology and Biochemistry* 40:427-434.
- Simarmata, R., Ngadiman, Rohman, M.S, Simanjuntak, P. (2019). Identification of 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid (ACC)-Deaminase Producing Endophytic Bacteria from Local Agricultural Plantation Based on 16s Ribosomal RNA Gene As Genetic Marker. *Biotropic*. 3(1):13-23.

UJI AKTIVITAS SELULASE DAN LIPASE PADA ISOLAT KAPANG ASAL MAKANAN FERMENTASI

Rini Handayani

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong Bogor 16911
Telepon:021-8765066, Fax: 021-8765062
e-mail: rinihandayani.lipi@gmail.com

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas selulase dan lipase dari isolat yang berasal dari makanan fermentasi. Isolat yang digunakan adalah OH7, TKH2, T2 dan TM. Uji aktivitas selulase dilakukan menggunakan metode DNS, sedangkan Uji aktivitas lipase menggunakan metode titrimetri. Hasil yang di peroleh menunjukkan bahwa isolat TKH2 memiliki aktivitas selulase tertinggi yaitu 0,0951 U/ml, sedangkan isolat OH7 memiliki aktivitas lipase tertinggi yaitu 0,3090 U/ml.
Kata kunci: Selulase, lipase, OH7, TKH2, T2, TM, DNS dan titrimetri

PENDAHULUAN

Enzim adalah biokatalis yang memiliki banyak molekul protein yang terspesialisasi dan dapat ditemukan pada setiap sel. Selama dua dekade terakhir, penggunaan enzim di bidang industri telah meningkat secara signifikan. Selulase dan lipase termasuk enzim yang sering digunakan dalam bidang industri. Selulase adalah enzim yang berperan dalam menghidrolisis ikatan β -1,4 glikosidik pada selulosa. Selulase merupakan enzim industri terbesar ketiga yaitu sekitar 20% dari total penggunaan enzim di dunia. Selulase dimanfaatkan dalam bidang industri pulp dan kertas, industri tekstil, makanan dan minuman, industri deterjen dan pakan ternak (Sing hania et al., 2010). Lipase adalah enzim yang mengkatalisis hidrolisis trigliserida, digliserida, monogliserida dan asam lemak pada air minyak secara alami, dan mengkatalisis reaksi balik esterifikasi pada media non air (Saxena et al., 2003). Enzim selulase dan lipase dapat dihasilkan oleh mikroorganisme seperti, kapang, bakteri dan protozoa. Kapang dianggap lebih baik untuk menghasilkan enzim selulase dan lipase karena produktivitas enzim lebih baik dan banyak, juga lebih mudah untuk di ekstrak (Fachini et al., 2016). Kapang juga dianggap lebih ideal karena dapat menghasilkan enzim ekstraseluler (Pandey et al., 2015). Kapang yang dapat menghasilkan selulase diantaranya *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicilium*, *Phanerochaete*, dan *Fonatosis* (Liang et al., 2014). Kapang yang menghasilkan enzim lipase diantaranya *Mucor*, *Penicilium*, *Aaspergillus*, *Rhizopus*, dan *Geotrichum* (Sing & Mukhopdhayay, 2012; Gopinath et al., 2013). Tujuan penelitian ini untuk melihat aktivitas selulase dan lipase dari isolat yang berasal dari makanan fermentasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat OH 7, TKH2, T2, TM, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), PDB (*Potato Dextrose Broth*), CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*), DNS (*Dinitrosalicylic Acid*), *Beef Extract*, Pepton dan Glycerin tributin.

Pembuatan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) padat dilakukan dengan menimbang sebanyak g PDA dan 12 gram agar dengan menggunakan neraca analitik. Bahan-bahan tersebut dilarutkan ke dalam 200 ml akuades dan kemudian di panaskan dengan menggunakan *microwave*. PDA yang sudah di panaskan kemudian ditambahkan 300 ml akuades. Media kemudian di pindahkan ke dalam erlenmeyer berukuran 300 ml dan di sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 90 menit. Setelah sterilisasi, media PDA dituangkan ke dalam cawan petri yang sudah steril.

Pembuatan media PDB dilakukan dengan menimbang sebanyak 12 g PDA dengan menggunakan neraca analitik. Bahan-bahan tersebut dilarutkan ke dalam 250 ml akuades dan kemudian di panaskan dengan menggunakan *microwave*. PDB yang sudah di panaskan kemudian ditambahkan 250 ml akuades. Media PDB cair dibuat sebanyak 2500 ml dengan pembuatan media per

500 ml. Media kemudian di pindahkan ke dalam erlenmeyer berukuran 100 ml dan di sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 90 menit. Setelah sterilisasi, media PDB dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dimiringkan. Sedangkan media PDB cair di bagi ke dalam erlenmeyer.

Peremajaan isolat dilakukan terhadap semua isolat yang digunakan. Isolat yang digunakan pada penelitian ini merupakan koleksi milik Laboratorium Industri LIPI. Isolat di inokulasikan dengan menggunakan jarum ose ke media PDA padat. Setelah di inokulasi media dan isolat di inkubasi selama 24-48 jam pada suhu ruang. Proses inokulasi dilakukan secara aseptis di laminar air flow.

Isolat kapang yang sudah tumbuh di inokulasi ke media PDB cair dengan menggunakan crock bor. Proses inokulasi juga di lakukan secara aseptis di laminar air flow. Kapang yang di tumbuhkan pada media PDB kemudian di goyangkan dengan menggunakan rotary shaker incubator pada 120 rpm selama 24 jam pada suhu 37°C. Pemanenan filtrat media di lakukan ketika sudah tumbuh gumpalan kapang pada media PDB.

Uji aktivitas selulase dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Uji aktivitas selulase secara kualitatif dilakukan dengan metode difusi. Metode difusi dilakukan dengan langkah kerja yaitu isolat kapang asal makanan fermentasi berumur 48 jam di inokulasikan ke media CMC (Carboxyl methyl cellulose) menggunakan cork borer, dan masing-masing dibuat tiga ulangan untuk setiap isolat. Isolat kemudian di inkubasi pada suhu 28°C. Isolat kapang yang menunjukkan hasil positif akan dilihat dengan terbentuknya zona bening setelah di beri larutan congo red 1% pada seluruh permukaan media.

Uji aktivitas selulase secara kuantitatif dilakukan dengan metode DNS. Uji aktivitas dengan metode DNS dilakukan dengan langkah kerja yaitu, isolat kapang yang berumur 24 jam pada media PDB di ekstraksi untuk kemudian digunakan filtratnya dalam pengujian aktivitas selulase. Filtrat isolat kapang sebanyak 31,25 µl dan 218,75 µl CMC 0.5 % dimasukkan ke dalam micro tube menggunakan pipet. Campuran filtrat kemudian dihomogenkan dengan vortex dan di simpan dalam es batu selama 30 menit. Filtrat kemudian di tambahkan larutan DNS sebanyak 250 µl dan di panaskan pada suhu 100°C selama 5 menit. Setelah di panaskan larutan di homogenkan kembali dengan menggunakan vortex. Isolat kemudian di masukkan ke dalam micro plate sebanyak 200 µl dan di ukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 540 nm.

Uji aktivitas lipase di lakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Uji aktivitas lipase secara kualitatif dilakukan dengan metode difusi, dengan langkah kerja yaitu, isolat kapang yang berumur 48 jam di inokulasikan ke media BYPTA (Beef, Yeast, Pepton, dan Agar) dengan menggunakan cork borer. Isolat dibuat masing-masing tiga pengulangan dan di inkubasi pada suhu 28°C selama 48 jam. Isolat yang menunjukkan hasil positif akan di lihat dengan terbentuknya zona bening pada sekitar koloni yang terbentuk.

Uji aktivitas lipase secara kuantitatif dilakukan dengan metode titrimetri. Uji aktivitas lipase dengan metode titrimetri di lakukan dengan langkah kerja yaitu isolat kapang yang berumur 48 jam di inokulasikan ke media PDB dan di simpan selama 24 jam untuk kemudian di gunakan filtratnya. Filtrat isolat sebanyak 0,5 ml di masukkan ke dalam micro tube dengan menggunakan pipet. Filtrat kemudian di tambahkan minyak zaitun sebanyak 0,5 ml dan 1 ml buffer phospat. Isolat kemudian di inkubasi dalam rotary shaker incubator pada suhu 40°C selama 90 menit. Isolat kemudian di masukkan ke dalam erlenmeyer dan di tambahkan acetone: alkohol sebanyak 2.5 ml dan 2 tetes indikator PP. Isolat yang sudah di beri indikator PP di titrasi dengan NaOH 0,03 N sampai larutan berwarna pink muda.

Data uji kuantitatif uji aktivitas lipase dengan metode titrasi di peroleh dengan menghitung aktivitas lipase dengan cara berikut.

$$\text{Aktivitas lipase (U/ml)} = ((A-B) \times N \text{ NaOH} \times 1000) / (VE \times 90)$$

Keterangan:

A = Volume (ml) NaOH untuk titrasi sampel.

B = Volume (ml) NaOH untuk titrasi blanko.

1000 = Konversi ke mmol ke µmol.

90 = Waktu inkubasi.

VE = Volume total campuran ekstrak kasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji aktivitas selulase di lakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif uji aktivitas selulase dilakukan menggunakan metode difusi. Metode difusi merupakan suatu metode yang di lakukan dengan pengukuran diameter zona bening yang merupakan respon dari pertumbuhan mikroorganisme terhadap substrat atau suatu senyawa (Hermawan, 2007). Uji aktivitas selulase secara kuantitatif dilakukan dengan metode DNS. Metode DNS merupakan metode yang di lakukan berdasarkan jumlah glukosa pada setiap isolat (Oktavia et al., 2014).

Uji aktivitas selulase secara kualitatif dengan metode difusi bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya aktivitas enzim selulase dengan terbentuknya zona bening. Uji aktivitas tersebut menunjukkan hasil positif pada setiap isolat dalam media CMC. Isolat TKH2. Zona bening yang terbentuk menunjukkan terputusnya ikatan β -1,4-glikosidik yang menghubungkan monomer D-glukosa dengan CMC (Haryati, 2010). Perbedaan aktivitas selulase karena kemampuan setiap isolat dalam menghidrolisis selulosa yang terdapat pada media CMC dengan bantuan enzim endo β -1,4-glukanase (CMC-ase) dalam memutus ikatan β -1,4-glikosida.

Uji aktivitas selulase dengan metode difusi zona bening terlihat setelah pewarnaan dengan congo red 1%. Pewarnaan congo red di lakukan selama 60 menit dalam media CMC. Congo red digunakan sebagai reagen karena memiliki interaksi kuat dengan polisakarida yang mengandung unit β -D-glukan yang ada pada selulosa (Lema, 2008). Prinsip pewarnaan ini adalah pewarna akan berdifusi ke media agar dan akan di absorpsi oleh rantai polisakarida yang memiliki ikatan β -D-Glukan (Zhang et al., 2006).

Tabel 1. Uji Aktivitas enzim selulase secara kualitatif dengan metode difusi

Isolat	Diameter zona bening (mm)
OH7	3,67 \pm 0,47
TKH2	8,73 \pm 0,09
T2	9,77 \pm 0,047
TM	3,67 \pm 0,047

Tabel 2. Aktivitas enzim selulase secara kuantitatif dengan Metode DNS

Isolat	U/mL
Media	0,0376 \pm 0.0003
OH7	0.0716 \pm 0.0009
TKH2	0,0951 \pm 0
T2	0.0285 \pm 0.0004
TM	0.0295 \pm 0,0004

Uji aktivitas enzim selulase secara kuantitatif dengan metode DNS bertujuan mengetahui aktivitas selulolitik berdasarkan jumlah gula yang tereduksi oleh asam dinitrosilisilat (DNS). Uji aktivitas tersebut menunjukkan bahwa isolat TKH2.2 memiliki aktivitas tertinggi seperti terlihat pada Tabel 2. Metode DNS merupakan metode yang umum digunakan untuk pengukuran aktivitas selulase dengan mengukur jumlah gula yang tereduksi (Hasanah dan Iwan, 2015). Prinsip metode DNS adalah CMC (Carboxyl methyl cellulose) akan di pecah oleh selulase menjadi monomernya, diantaranya adalah selodekstrin. Degradasi CMC menjadi selodekstrin terjadi dengan bantuan enzim endoglukanase. Enzim kemudian akan menghidrolisis β -1,4-glikosidik pada CMC. Gula kemudian akan mereduksi asam 3,5 dinitrosalisilat menjadi 3-amino-5-nitrosalisilat (Aryani, 2012).

Uji aktivitas lipase secara kualitatif menggunakan metode difusi. Metode tersebut dilakukan dengan pengukuran zona bening pada setiap isolat. Secara kuantitatif uji aktivitas lipase dilakukan dengan metode titrimetri. Metode tersebut di lakukan dengan titrasi campuran isolat dengan senyawa basa NaOH.

Uji aktivitas enzim lipase dengan metode difusi bertujuan untuk mengetahui aktivitas enzim lipase pada setiap isolat dengan pengukuran zona bening pada media BYPTA. Uji aktivitas tersebut menunjukkan hasil positif pada setiap isolat. Isolat TM memiliki diameter zona bening terbesar dengan nilai 40,83 mm seperti terlihat pada Tabel 3. Pembentukan zona bening pada setiap isolat di pengaruhi oleh suhu dan PH selama pengujian. Aktivitas juga di pengaruhi oleh konsentrasi substrat dan enzim serta adanya aktivator dan inhibitor (Yusufa et al., 2012).

Tabel 3. Uji Aktivitas enzim selulase secara kualitatif dengan metode difusi

Isolat	Diameter zona bening (mm)
OH7	35,67 ± 0.94
TKH2	33,33 ± 1,24
T2	30,37 ± 0.26
TM	40,83 ± 0,02

Tabel 4. Aktivitas enzim selulase secara kuantitatif dengan metode Titrimetri

Isolat	U/mL
Media	0,1568 ± 0.0001
OH7	0.3093 ± 0.0004
TKH2	0,1775 ± 0
T2	0.02867 ± 0.0009
TM	0.2383 ± 0,0002

Uji aktivitas enzim lipase secara kuantitatif dengan metode titrimetri bertujuan mengetahui aktivitas enzim lipase pada isolat kapang dengan melihat jumlah asam lemak yang di hidrolisis saat titrasi dengan senyawa basa. Uji aktivitas tersebut menunjukkan bahwa isolat OH7 memiliki aktivitas tertinggi Oncom hitam merupakan makanan fermentasi yang terbuat dari bungkil kacang tanah, dimana terdapat banyak kandungan lipid. Lipid yang terkandung dalam oncom hitam memperbesar kemungkinan melimpahnya kapang yang dapat menghasilkan enzim lipase (Suryadi, 2016). Prinsip pengujian lipase dengan metode titrimetri adalah menunjukkan banyaknya minyak zaitun yang digunakan sebagai substrat, dihidrolisis ikatan esternya oleh enzim lipase menjadi gliserol dan asam lemak (Sumarlin et al., 2013).

Satu unit lipase (U) di definisikan sebagai jumlah kebutuhan lipase per unit untuk membebaskan 1 μ mol asam lemak yaitu minyak zaitun yang di gunakan sebagai substrat. Asam lemak yang terbentuk di uji dengan titrasi menggunakan senyawa basa NaOH dan indikator PP (Phenol Phtalein). Indikator PP merupakan asam basa sintetik yang biasa digunakan sebagai indikator asam basa, dimana ketika dalam kondisi basa akan mengalami deprotonasi pada kedua gugus OH⁻ sehingga membentuk anionnya dan mengalami perubahan warna (Hanapi et al., 2014).

KESIMPULAN

Aktivitas enzim lipase dengan metode DNS, isolat TKH_{2.2} memiliki aktivitas terbesar yaitu, 0,0951 U/ml, sedangkan aktivitas enzim lipase dengan metode titrimetri menunjukkan bahwa isolat OH7 memiliki aktivitas terbesar yaitu 0,3090 U/ml.

DAFTAR PUSTAKA

- Hanapi, A., Purwono, B., Anwar, C. (2014). Sintesis turunan senyawan kimia dari vanillin sebagai indicator asam basa. [skripsi]. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maliki Malang.
- Aryani S.W. (2012). Isolasi dan Karakterisasi Ekstrak Kasar Enzim Selulase dari Kapang Selulolitik *Mucor* sp. B2, [skripsi], Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga.
- Hasana, N., Sakiawan, I. (2015). Aktivitas Selulase Isolat Jamur dari Limbah Media Tanam Jamur Merang. ISSN: 2407-8050
- Hernawan, A., Eliyani, H., Tyaningsih, W. (2007). Pengaruh ekstrak daun sirih (*Piper betle*) terhadap pertumbuhan *Stapylachoccus aureus* dan *Escherichia coli* dengan metode difusi disk. [skripsi]. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga
- Lema A.T.H. (2008). *Viabilitas Isolat-Isolat Bakteri Selulolitik Pada Bahan Pembawa Gambut*, [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Octavia, F, I., Argo, B, D., Lutfi, M. (2014). Hidrolisis Enzimatik Ampas Tebu (*Bagasse*) Memanfaatkan Enzim Selulase dari Mikrofungi *Trichoderma reseei* dan *Aspergillus niger* sebagai Katalisator dengan *Pretreatment Microwave*. *Jurnal Keteknikan Petanian dan Biosistem* 2(3).

- Saxena, R. K., Sheoran, A., Girir, B., Davidson, W, S. (2003). Purification strategies for microbial lipase. *J Microbio Methods* 52, 1-18
- Sing A.K, Mukhopadyay, M. (2012). Over view of fungal lipases: A review. *App. Biochem. Biotechnol.* 166: 468-520
- Yusufa M. H, Padaga M. C, Octavianie D. A. (2012). Identifikasi dan Studi Aktivitas Protease *Bacillus* sp. Asal Limbah Cair Rumah Potong Ayam Tradisional Sebagai Kandidat Penghasil Biodeterjen.
- Zhang Y-HP, Himmel ME, Mielenz JR. (2006). Outlook for cellulose improvement: screening and selection strategies. *Biotechnol Adv.* 24: 452-454.

PENGARUH BAGIAN POHON MASOI (*Cyrtocarya massoia*) DAN WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP RENDEMEN DAN KANDUNGAN BAHAN AKTIF

Ina Winarni*¹

¹Puslitbang Hasil Hutan; Jl. Gunung Batu no. 5 Bogor, 0251-8633378/8633413

e-mail: *¹inawinarni@yahoo.com

Abstrak. Pohon dan lama ekstraksi terhadap rendemen ekstraksi dan kandungan bahan aktif masoi. Metode yang digunakan adalah proses ekstraksi (maserasi) dengan pelarut metanol selama 48 dan 72 jam. Rendemen ekstrak berkisar antara 3.8-16.8%. Senyawa bahan aktif utama pada batang ((63.11%) dan kulit masoi (55.6%) adalah acid lactone, dengan masing-masing waktu maserasi 72 jam dan 48 jam. Sedangkan senyawa utama pada daun adalah benzyl benzoate (28.3%) dengan waktu maserasi 72 jam. Sehingga dapat dikatakan waktu ekstraksi terbaik menentukan besar rendemen dan kandungan bahan aktif dan juga tergantung bagian pohon yang digunakan. Senyawa acid lactone yang bernilai ekonomi tinggi hanya terdapat pada bagian kulit dan batang pohon.

Kata Kunci: kulit, batang, daun, senyawa aktif, maserasi, masoi.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah satu produsen minyak atsiri dari 10 negara pengeksport di dunia. Dari sekitar 70 jenis minyak atsiri yang telah dikenal dan diperdagangkan di pasaran dunia, 40 jenis di antaranya berasal dan tumbuh di Indonesia, yaitu famili *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Rutaceae*, *Myristiceae*, *Asteraceae*, *Apocynaceae* dan *Pinaceae*. Tanaman masoi (*Cyrtocarya massoia*) termasuk famili *Lauraceae* dan sampai saat ini, tanaman masoi hanya dapat ditemukan di Indonesia Timur, yaitu di Maluku dan Papua Barat (Heyne, 1987), sedangkan menurut deleygeven (2013), populasi masoi di Papua dapat dijumpai di wilayah kabupaten Nabire, Kaimana, Fak-fak, Merauke, Jayapura, Sarmi dan Manokwari. Sayangnya belum ada data yang memaparkan potensi pasti pohon masoi di semua daerah tersebut. Tinggi pohon kurang lebih 25 meter, diameter 30 cm, tebal pegangan mencapai 0,5 cm dengan menebarkan aroma wangi (Wardiyono, 2008).

Kulit masoi merupakan bagian dari pohon masoi yang selama ini sudah digunakan sebagai obat tradisional untuk jamu, obat cacung dan kejang perut oleh masyarakat Papua. Kulit masoi ini dapat disuling untuk menghasilkan minyak masoi (Komarayati et al. 1995). Kulit masoi berwarna coklat, berbau lebih tajam dibandingkan kulit lawang dan menurut Guenther (1972) kulit masoi diperdagangkan dalam bentuk potongan panjang 100 cm, lebar 5 cm dan diikat seberat 10 kg. Sedangkan minyaknya memiliki ciri yang lebih khas dibandingkan minyak atsiri lainnya, yaitu mempunyai bau yang lebih wangi dan terasa panas apabila dioleskan ke kulit. Menurut Heyne (1987) masyarakat Pulau Seram Laut mengisi bantal dengan daun masoi untuk menghangatkan kepala agar tidak mabuk ketika melakukan perjalanan lewat transportasi laut.

Pemanfaatan pohon masoi selama ini belum optimal, karena hanya dimanfaatkan bagian kulitnya saja, sedangkan kayu dan daunnya dibiarkan membusuk di hutan setelah ditebang. Hal ini sangat merugikan karena akan menyebabkan berkurangnya populasi masoi di alam. Sementara itu permintaan minyak masoi semakin meningkat di perdagangan internasional sebagai bahan baku pembuatan parfum. Kandungan bahan aktif yang terdapat pada kulit pohon masoi dan bernilai ekonomi tinggi adalah lactone. Kandungan lactone yang tinggi pada kulit kayu menyebabkan hanya bagian kulit saja yang dieksploitasi untuk diambil. Padahal menurut beberapa sumber, kandungan bahan laktone terdapat pula pada bagian batang pohon masoi, walaupun mungkin rendemennya lebih kecil daripada kulit dan masih sedikit sekali informasi hasil penelitiannya. Harga minyak masoi di pasar dalam negeri bisa mencapai Rp.20.000.000,00 per liter, sedangkan harga pasar dunia antara \$250-350 per kg, tergantung tingginya kadar lactone. Sehingga apabila tidak dilakukan tindakan konservasi atau mencari alternatif dari sumber bagian pohon masoi lainnya, maka dikhawatirkan akan semakin sulit mendapatkan lactone. Oleh karena itu untuk memperoleh produktivitas dan nilai ekonomi pohon masoi yang tinggi, sangat diperlukan penelitian pengaruh bagian pohon masoi dan

waktu ekstraksi terhadap rendemen dan kandungan aktif masoi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bagian pohon dan lama ekstraksi (maserasi) terhadap rendemen ekstraksi dan kandungan bahan aktifnya.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun, kulit dan batang pohon masoi yang berasal dari Wasior, Papua Barat. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah *hammer mill*, baker glass, labu pemisah, chopper dan alat gelas kaca lainnya.

Metode penelitian yang dilakukan adalah: (1) Persiapan pembuatan ekstrak batang, kulit dan daun masoi menggunakan metode Browning (1966). Kemudian 100 g serbuk daun, batang dan kulit masoi direndam (rendam) dengan metanol teknis 90% dengan perbandingan 1:4 selama 48 dan 72 jam. Rendemen ekstrak dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{hasil ekstraksi (g)}}{\text{berat contoh awal (g)}} \times 100 \dots\dots\dots 1)$$

Untuk identifikasi komponen utama bahan aktif hasil ekstraksi dianalisa dengan metode GC-MS (Syafii, 2001). Spesifikasi alat yang digunakan adalah Shimadzu, GC: gc17a, MS : 5050qp, kolom DB5MS. Parameter kolom 30 m, diameter kolom 0,25 mm, tekanan kolom 100 kPa dan aliran kolom 1.6 ml/min.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor, yaitu : bagian tanaman (A) dengan 3 taraf dan waktu maserasi (B) dengan 2 taraf.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen dan kandungan bahan aktif ekstrak daun, kulit dan batang tercantum pada Tabel 1 dengan ringkasan sidik raga tercantum pada Tabel 2.

Tabel 1. Rendemen dan bahan aktif ekstrak daun, kulit dan batang masoi.

Bagian pohon (A)	Waktu maserasi (jam) (B)	Rendemen (%)	X (%)	Y (%)	Z (%)
Daun	48	16.2	-	23.1	2.6
	72	16.9	-	28.3	2.9
Kulit	48	4.8	55.6	2.3	1.5
	72	4.7	53.8	2.8	1.6
Batang	48	3.6	50.7	1.7	4.9
	72	3.7	63.02	-	2.2

Keterangan: X= 5-hydroxy-2-decenoic acid lactone; Y=benzyl benzoate; Z= hexadecanoic (CAS) palmitic acid

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu ekstrak diantaranya adalah kualitas mutu ekstrak yang digunakan, jenis pelarut yang digunakan pada proses ekstraksi, metode ekstraksi yang digunakan (maserasi statis atau dinamis, perkolasi, reperiolasi, dan ekstraksi arus balik), ukuran partikel bahan, suhu proses ekstraksi, pH ekstrak dan metode pemurniannya (Endardjo, 1999; Windono & Sutarjadi, 2002; Wahono, 2000). Ekstrak yang dihasilkan dari penelitian ini adalah ekstrak kasar, karena tidak dilakukan proses pemurnian dan mengandung semua bahan yang tersari dengan menggunakan pelarut organik (Wijesekera, 1991).

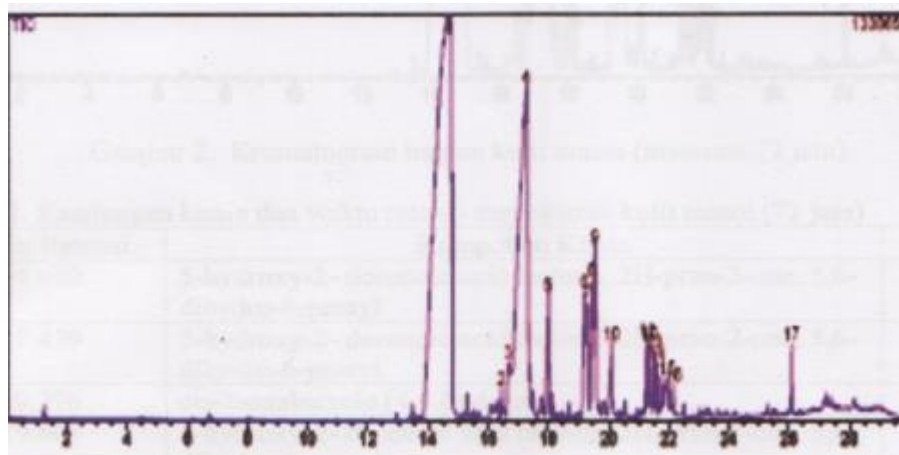
Rendemen adalah hasil dari ekstraksi pemisahan komponen-komponen dari suatu campuran dimana komponen yang larut masuk ke dalam pelarut yang dipakai, sedangkan komponen yang tidak larut akan tertinggal di dalam bahan. Tujuan dari ekstraksi adalah untuk mengeluarkan bahan (senyawa aktif) yang berupa zat ekstraktif yang diinginkan dari sel-sel dengan proses difusi. Rendemen ekstrak daun, kulit dan batang masoi yang dihasilkan berkisar antara 3.6-16.9% (Tabel 1.). Daun menghasilkan rendemen tertinggi dan terendah pada kulit. menurut Sjostrom (1981) secara kasar ekstraktif kulit dapat digolongkan menjadi konstituen lipofil dan hidrofil. Kandungan total kedua ekstraktif lipofil dan hidrofil biasanya lebih tinggi dalam kulit dibandingkan dalam kayu. Menurut Fengel & Wagener (1989) kandungan ekstraktif dalam kulit lebih tinggi daripada dalam kayu. Kandungan ekstraktif tersebut tidak hanya bergantung kepada spesies tetapi juga pada pelarut yang digunakan seperti yang telah disebutkan diatas. Hasil penelitian Putro (2006) menunjukkan kandungan ekstrak bagian kulit suren (*Toona sureni*) lebih tinggi daripada batangnya.

Tabel 2. Ringkasan analisis sidik ragam

Sumber keragaman	Db	F-Hitung			
		Rendemen	X	Y	Z
A	2	16785.09**	66553.74**	9999.99**	1114.59**
B	1	12.17*	589.91**	2057.22**	511.34**
A*B	2	16.25*	957.39**	4702.49**	783.64**

*) significant at $P < 0.05$

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa bagian pohon berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen dan bahan aktif yang dihasilkan. Waktu maserasi dan interaksi antara bagian pohon dan waktu maserasi menunjukkan pengaruh nyata terhadap rendemen, tetapi berpengaruh sangat nyata terhadap bahan aktif. Setiap bagian pohon masing-masing akan memberikan nilai rendemen ekstraksi dan bahan aktif yang berbeda-beda. Semakin lama waktu maserasi, akan semakin tinggi rendemen dan kandungan bahan aktif yang dihasilkan.

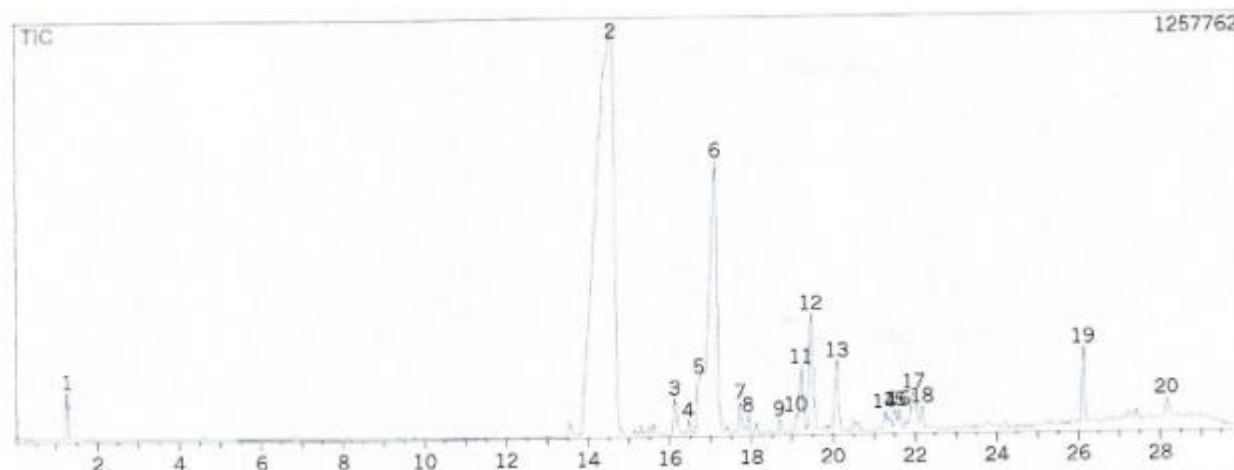


Gambar 1. Kromatogram bagian kulit masoi (maserasi 48 jam)

Tabel 3. Kandungan kimia dan waktu retensi dari ekstrak kulit masoi (maserasi 48 jam)

Waktu retensi	Komponen kimia	Kadar (%)
14.721	5-hydroxy-2-decenoic acid lactone, 2H-pran-2-one, 5,6-dihydro-6-pentyl	55.4
17.273	5-hydroxy-2-decenoic acid lactone, 2H-pran-2-one, 5,6-dihydro-6-pentyl	24.3
19.539	5-hydroxy-2-decenoic acid lactone, 2H-pran-2-one, 5,6-dihydro-6-pentyl	3.1
18.003	Benzyl benzoate	2.2
19.278	Cis-2-oxabicyclo (4.4.0) decane	2.1
19.191	Benzaldehyde, 3-benzyloxy-2-fluoro-4-methoxy	1.9
19.458	Methyl hexadecanoate	1.9
16.692	Cyclopentane, 1,1'-ethylidenebis, ethane, 1,1-dicyclopentyl	1.7
21.963	9-Octadecenal, (Z) olealdehyde, cis-9-octadecenal	1.6
20.093	Hexadecanoic acid, palmitic acid, palmitinic acid, hexadecanoic acid	1.5

Hasil analisis GC-MS fraksi methanol kulit masoi dengan waktu maserasi 48 jam menghasilkan 17 komponen senyawa kimia (Gambar 1.). Dengan 10 senyawa utama yang dapat dilihat pada Tabel 3. terlihat sebaran senyawa utama di kulit masoi berkisar antara 1.49-55.4% dengan kadar senyawa tertinggi adalah lactone dan terendah adalah hexadecanoic acid. Bagian kulit masoi waktu maserasi 48 jam memiliki sebaran kadar bahan aktif yang lebih tinggi dibandingkan 72 jam. Dan terdapat satu senyawa utama dalam kadar ataupun persentase cukup besar pada kulit baik waktu maserasi 48 jam maupun 72 jam, yaitu acid lactone.



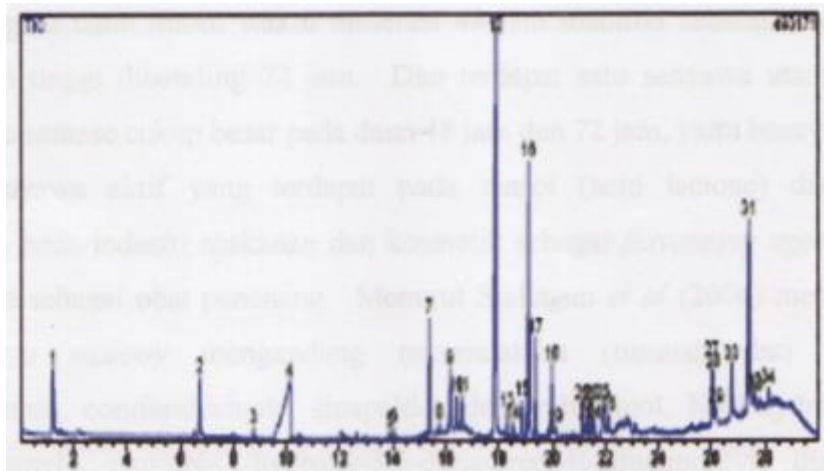
Gambar 2. Kromatogram bagian batang masoi (maserasi 72 jam)

Tabel 4. Kandungan kimia dan waktu retensi dari ekstrak batang masoi (maserasi 72 jam)

Waktu retensi	Komponen kimia	Kadar (%)
14.594	5-hydroxy-2-decenoic acid lactone, 2H-pran-2-one, 5,6-dihydro-6-pentyl	63.02
17.129	5-hydroxy-2-decenoic acid lactone, 2H-pran-2-one, 5,6-dihydro-6-pentyl	16.9
19.470	Cyclopentanetridecanoic acid, methyl ester methyl	3.74
16.717	Cyclopentane, 1,1'-ethylidenebis (CAS) ethane	3.67
20.096	hexadecanoic acid (CAS) palmitic acid	2.2
19.226	2(5H) Furanone, 5-(2-methyl-2-propenyl)-4-methyl-2(5H)-Furanone	1.73
26.125	14-Pentadecynoic acid, methyl ester	1.55
21.981	9-Hexadecenoic acid (CAS)	1.24
16.122	3-cis-Methoxy-5-cis-methyl-1(R)-cyclohexanol	0.92
17.728	Phenol,4-(3-hydroxyl-1-propenyl)-2-methoxy-(CAS) coniferyl alcohol	0.71

Frakasi metanol batang masoi dengan waktu maserasi 72 jam menghasilkan 20 komponen senyawa kimia (Gambar 2.), dengan 10 senyawa utama yang dapat dilihat pada Tabel 4. terlihat sebaran senyawa utama di batang masoi (maserasi 72 jam) berkisar antara 0.71-63.02% dengan senyawa utama acid lactone dan terendah adalah coniferyl alcohol. Kandungan acid lactone sebagai bahan aktif utama minyak masoi, batang masoi dengan maserasi 72 jam lebih tinggi daripada maserasi 48 jam.

Komponen kimia yang menjadi standar minyak masoi dalam perdagangan masoi adalah acid lactone yang terdapat pada bagian kulit dan batang. Senyawa ini banyak digunakan pada industri makanan dan kosmetik sebagai *flavouring agent*, serta obat penenang. Menurut Siallagan (2006) menyatakan bahwa *Cryptocarya masooy* mengandung masoilakton (turunan acid lactone), ganiothalamin, coniferaldehyde, sinapyldehyde, shynresinol, N-(4-hydroxy-3-methoxy-E-cinnamomyl) dan N-(4-hydroxy-3,5-dimethoxy-E-cinnamomyl) dimana senyawa masoilakton tersebut memperlihatkan aktivitas sebagai penenang. Menurut Kasuma (1994) dalam Achmad et al. (1995) menyatakan bahwa senyawa lakton tak jenuh dan senyawa bioaktif tumbuhan *Crptocarya kamahar* Teschn asal Sulawesi memperlihatkan sifat toksik yang tinggi terhadap *Artemia salina*; anti mikroba yang tinggi terhadap *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* dan *Tricophyton mentagrophytes*. Senyawa lainnya adalah benzyl benzoate dan palmitic acid yang ditemukan pada semua bagian, kecuali pada batang dengan waktu maserasi 72 jam tetapi belum banyak diketahui manfaatnya.



Gambar 3. Kromatogram bagian daun masoi (maserasi 72 jam)

Tabel 4. Kandungan kimia dan waktu retensi dari ekstrak batang masoi (maserasi 72 jam)

Waktu retensi	Komponen kimia	Kadar (%)
17.899	Benzyl benzoate	28.3
27.409	5-hydroxy-4',7-dimethoxyflavanone	13.8
19.125	Benzoic acid, 2-hydroxy, phenylmethyl ester, benzyl salicylate	12.8
1.224	Ethane, 1,1-difluoro-(CAS) 1,1-difluoroethane, R 152a, difluoroethane	4.4
15.386	Caryophyllene oxide	3.6
19.993	Hexadecanoic acid, palmitic acid, palmitinic acid, hexadecanoic acid	2.9
19.384	Hexadecanoic acid, methyl ester, methyl palmitate, methyl hexadecanoate	2.8
21.901	9-Hexadecanoic acid	2.5
26.757	Propylhexedrine, cyclohexaneethanamine, N, alpha-dimethyl-cyclohexaneethylamin	2.5
26.014	Hexadecanoic acid, phenylmethyl ester	2.1

Bagian daun masoi waktu maserasi 72 jam (34 komponen kimia) (Gambar 3.) memiliki sebaran kadar bahan aktif yang lebih rendah dibanding 48 jam (36 komponen kimia). Sebaran senyawa utama pada daun masoi waktu maserasi 72 berkisar antara 2.08-28.3% dengan senyawa tertinggi yaitu benzyl benzoate dan terendah adalah phenyl methyl ester. Senyawa benzyl benzoate terdapat pada waktu maserasi 48 dan 72 jam sebagai senyawa utama. Benzyl benzoate pada dunia kedokteran dan obat-obatan digunakan sebagai pengobatan dermatologi atau penyakit kulit. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Alberici, Pagani, Ratti, & Vialle (2002) pemberian *benzyl benzoate* pada 39 pasien dengan penyakit scabies dibandingkan *ivermectin* atau kombinasi keduanya menunjukkan pemberian masing2 benzyl benzoate atau ivermectin sangat efektif pada scabies taraf tengah sampai moderat, tetapi kombinasi penggunaan keduanya sangat disarankan pada pasien yang memiliki penyakit penurunan imun seperti HIV.

Hasil penelitian Rali, Stewart, & Leach (2007) menunjukkan hasil penyulingan minyak kulit, batang tengah dan buah masoi yang berasal dari Papua New Guini menghasilkan rendemen minyak sebesar 0.7, 1.2 dan 1.0% secara berurutan. Sedangkan komponen terbesar senyawa aktif pada minyak kulit dan batang tengah adalah 5,6-dihydro-6-pentyl-2H-pyran-2-one (C-10 massoia lactones) dan C-12 (5,6-dihydro-6-heptyl-2H-pyran-2-one). Sedangkan senyawa aktif terbanyak pada minyak buah masoi adalah benzyl benzoate (68.3%). Pada batang tengah juga terdapat C-14 sebanyak 1.4% dan saturated C-10 derivative δ -decalactone (2.5%). Dapat terlihat kandungan senyawa benzyl benzoate pada daun (maserasi 72 jam) hampir sama dengan minyak masoi dari buah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana dengan bantuan dana institusi DIPA tahun 2008 dan dengan bantuan bapak Totok K Waluyo serta Ibu Evi Kusmiati.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberici, F., Pagani, L., Ratti, G. & Vialle, P. (2002). Invermectin alone or in combination with benzyl benzoate in the treatment of human immunodeficiency virus-associated scabies. *British Journal of Dermatology*, 142(5), 969–972.
- Browning, B. L. (1966). *Methods of Wood Chemistry*.
- Endardjo, S. (1999). Efisiensi teknologi dalam pengembangan obat tradisional/fitofarmaka. In *Prosiding seminar tanaman obat Indonesia XV* (pp. 1–10).
- Fengel, D., & Wagener, G. (1989). *Kayu, Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi, Edisi I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan berguna Indonesia (Terjemahan)*.
- Putro, H. D. (2006). *Kondisi optimum ekstraksi daun sambiloto (Andrographis paniculata Ness) dengan pelarut etanol*.
- Rali, T., Stewart, W. & Leach, D. (2007). Comparative chemical analysis of essential oil constituent in bark, heartwood and fruits of *Cryptocarya massoy* (Oken) Konterm. (Lauraceae) from Papua New Guinea. *Molecules*, 12, 149–154.
- Sjostrom, E. (1981). *Wood Chemical: Fundamentals and Applications*. Academic Press.
- Syafii, W. (2001). Eksplorasi dan identifikasi komponen bio-aktif beberapa jenis kayu tropis dan kemungkinan pemanfaatannya sebagai bahan pengawet alami. In *Seminar Nasional IV MAPEKI* (pp. 43–53).
- Wahono, S. (2000). Aspek teknologi dalam pemanfaatan tanaman obat. In *Tumbuhan Obat Indonesia*.
- Wijesekera, R. O. (1991). *The Medicinal plant industry*. London: CRC.
- Windono, T. & Sutarjadi. (2002). Penyebaran dalam aneka jenis bahan alami serta profil struktur kimia senyawa antifungi terhadap *Candida albicans* dan *Trichopython mentagrophytes* a. *Artocarpus*, 2(2), 48–62.

**PENGARUH *HYDROPRIMING* TERHADAP PERKECAMBAHAN BIJI PISANG LIAR
Musa acuminata Colla**

Wulan Septiningtyas Kurniajati*¹, Diah Martanti¹

¹Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor KM 46 Cibinong, Jawa Barat 16911
Telp/fax: 021 87907604/ 021 87907612
e-mail: *wulanskurniajati@yahoo.com, dee_tanti@yahoo.com

Abstrak. Pisang liar dianggap memiliki ketahanan terhadap penyakit. Indonesia memiliki keragaman pisang liar, tetapi belum seluruhnya dilakukan karakterisasi ketahanan terhadap penyakit. Biji pisang liar sulit tumbuh secara *in vivo* sehingga untuk menyediakan populasi pisang liar menjadi hambatan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh hydropriming di berbagai suhu dan mendapatkan metode yang efektif dan efisien dalam perkecambahan biji pisang liar. Biji pisang liar yang digunakan adalah *Musa acuminata* var. *zebrina*, *Musa acuminata* var. *malaccensis*, dan *Musa acuminata* var. *banksii*. Secara umum, *Musa acuminata* var. *malaccensis* berkecambah paling baik dibandingkan dua pisang liar lainnya setelah pengamatan selama 30 hari. Hydropriming biji *Musa acuminata* var. *malaccensis* pada suhu 37°C selama 60 menit menghasilkan perkecambahan sebanyak 29,17%. Hydropriming biji *Musa acuminata* var. *banksii* pada suhu 60°C selama 30 menit menghasilkan perkecambahan sebanyak 33,33%. Hydropriming biji *Musa acuminata* var. *zebrina* pada suhu 25°C selama 90 menit dan 60°C selama 30 menit sebesar 10%. Kontrol pada ketiga pisang liar berkecambah sebanyak 3,33%. Uji viabilitas dengan Tetrazolium di akhir pengamatan menunjukkan bahwa biji yang tidak berkecambah memiliki viabilitas yang baik, yaitu mencapai 100% untuk perlakuan hydropriming dan 40% untuk kontrol. Hal tersebut menunjukkan adanya kemungkinan dormansi pada biji pisang liar yang belum dapat diatasi dengan perlakuan hydropriming.

Kata kunci: biji, hydropriming, *Musa acuminata*, perkecambahan, pisang liar

PENDAHULUAN

Pisang (*Musa* spp.) merupakan salah satu tanaman buah penting di Indonesia dan dunia. Di Indonesia, pisang merupakan buah yang paling banyak dikonsumsi (Pertanian, 2016). Serangan penyakit pada pisang, terutama layu Fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* mampu menurunkan produksi hingga 100% (Blomme, Eden-Green, Mustaffa, Nwauzoma, & Thangevelu, 2011). Keragaman genetik untuk mendapatkan gen-gen ketahanan terhadap penyakit dapat dimanfaatkan untuk pembentukan varietas baru tahan penyakit.

Sebagai bagian dari centre of origin tanaman pisang, yaitu Asia Tenggara, Indonesia memiliki keragaman pisang yang tinggi. Pisang liar *Musa acuminata* Colla merupakan salah satu tetua dari pisang budidaya yang ada saat ini, tetua lainnya adalah *Musa balbisiana*. Indonesia memiliki setidaknya 15 varietas pisang *Musa acuminata* Colla (Nasution, 1991). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Musa acuminata* var. *malaccensis* memiliki ketahanan terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* race 4 (Dale et al., 2017; Kayat, Javed, Wah, & Othman, 2004). Namun, belum banyak informasi mengenai ketahanan penyakit pada varietas *Musa acuminata* Colla lainnya.

Pisang liar memiliki lebih banyak biji dibandingkan daging buahnya. Pembentukan populasi untuk pengujian ketahanan terhadap penyakit dimulai dari perkecambahan biji. Simmonds (1959) menyatakan bahwa biji pisang mengalami dormansi yang mekanismenya belum diketahui. Namun, hal tersebut bergantung dari spesiesnya. Waktu yang dibutuhkan untuk biji berkecambah di media pasir kurang lebih 3-6 minggu.

Beberapa cara telah dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut. Skarifikasi pada *Musa balbisiana* tidak mempercepat perkecambahan biji di media pasir, tetapi dapat mempercepat dan meningkatkan perkecambahan di media agar steril hingga 80% (Stotzky, Cox, & Goos, 1962). Hydropriming (perendaman dengan air) pada *Musa acuminata* var. *malaccensis* selama 48 jam,

kemudian dilanjutkan dengan skarifikasi mekanik menghasilkan perkecambahan hanya sebesar 3% (Rashid, Nezhadahmadi, & Kayat, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh hydropriming di berbagai suhu dan mendapatkan metode yang efektif dan efisien dalam perkecambahan biji pisang liar.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah biji pisang liar *Musa acuminata* var. *malaccensis*, *Musa acuminata* var. *banksii*, dan *Musa acuminata* var. *zebrina*. Seleksi biji dilakukan dengan memilih biji yang berwarna hitam dan tidak terdapat retakan pada kulit biji. Perlakuan yang dilakukan adalah hydropriming dengan suhu 25°C, 37°C, 60°C masing-masing selama 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Sebanyak masing-masing 10 biji dari tiap-tiap varian pisang liar digunakan. Percobaan diulang sebanyak 3 kali.

Sebelum digunakan, rockwool dibasahi menggunakan air sampai basah merata. Rockwool dilubangi menggunakan pinset, lalu biji pisang diletakkan di lubang tanam. Rockwool yang telah ditanami biji pisang diletakkan di wadah mika kemudian ditutupi dengan plastik mulsa.

Pengamatan dilakukan selama 30 hari. Parameter pengamatan yang dilakukan adalah banyaknya biji yang berkecambah. Daya berkecambah biji dihitung menggunakan formula:

$$\text{Perkecambahan biji (\%)} = \frac{\text{banyak biji berkecambah}}{\text{jumlah biji ditanam}} \times 100$$

Pada hari ke 30, dilakukan uji viabilitas terhadap biji yang tidak berkecambah. Skarifikasi dilakukan dengan memotong sebagian kecil biji sampai terlihat sedikit bagian endosperma. Biji tersebut kemudian direndam dengan larutan *2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride* 1%. Setelah 72 jam, biji dibelah untuk diamati embrionya. Embrio yang berwarna merah tua menunjukkan bahwa biji viabel, sedangkan embrio berwarna putih dan merah muda menunjukkan bahwa embrio tidak viabel. Viabilitas biji dihitung menggunakan formula:

$$\text{Viabilitas biji (\%)} = \frac{\text{Banyak embrio viabel}}{\text{Jumlah biji yang diamati}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biji yang berkecambah di media rockwool sudah memiliki 1 calon daun dan juga telah memiliki akar di hari ke-30 setelah tanam (Gambar 1a). Namun, tidak seluruh kecambah berada pada tahap tersebut. Terdapat kecambah yang baru muncul tunas dan masih dalam proses pertumbuhan tunas (Gambar 1b). Hal ini menunjukkan ketidakseragaman pertumbuhan pisang liar dimana ada yang lebih cepat tumbuh dan ada yang lebih lambat tumbuh di dalam perlakuan yang sama dalam varietas yang sama. Terlihat juga biji-biji yang tidak berkecambah di akhir pengamatan. Selama percobaan berlangsung, rockwool dijaga untuk tetap lembab. Dengan keadaan tersebut, tidak ada biji yang mengalami infeksi jamur.



Gambar 1. Biji pisang liar *Musa acuminata* Colla yang berkecambah. (a) di media rockwool; (b) variasi tingkat perkecambahan di akhir pengamatan.

Perkecambahan pada kontrol ketiga varietas yang digunakan sangat rendah, yaitu 3,33%. Secara umum, pisang *Musa acuminata* var. *malaccensis* berkecambah paling baik dibandingkan pisang liar lainnya dengan perlakuan *hydropriming*. Perkecambahan paling baik adalah sebesar 33,33% dengan perlakuan *hydropriming* 37°C selama 60 menit (Gambar 2.). Perlakuan *hydropriming* lainnya juga mampu meningkatkan perkecambahan, tetapi hanya sedikit berbeda dibandingkan kontrol. Dibandingkan dengan perlakuan pada suhu ruang, perlakuan pada suhu yang lebih tinggi lebih baik dalam meningkatkan perkecambahan biji.



Gambar 2. Histogram perkecambahan biji *Musa acuminata* var. *malaccensis*

Perkecambahan biji tertinggi sebesar 29,17% pada *Musa acuminata* var. *banksii* juga terjadi pada *hydropriming* 37°C selama 60 menit, sedangkan pada *hydropriming* 25°C selama 60 menit tidak terjadi perkecambahan biji (Gambar 3.). Rata-rata tingkat perkecambahan biji *Musa acuminata* var. *banksii* dengan perlakuan tidak berbeda dengan kontrol. Perlakuan pada suhu 60°C selama 60 dan 90 menit juga mampu meningkatkan perkecambahan biji. Hal tersebut sama seperti yang terjadi pada *Musa acuminata* var. *malaccensis*.



Gambar 3. Histogram perkecambahan biji pisang liar *Musa acuminata* var. *banksii*

Perkecambahan biji *Musa acuminata* var. *zebrina* adalah yang terendah dibandingkan kedua varietas lainnya. Perkecambahan tertinggi dengan perlakuan *hydropriming* 25°C selama 90 menit dan 60°C selama 30 menit sebesar 10% (Gambar 4.). Bahkan pada perlakuan *hydropriming* 25°C selama 60 menit tidak ada biji yang berkecambah. Hal tersebut berbeda dengan perlakuan pada *Musa acuminata* var. *banksii* yang perkecambahannya lebih baik dibandingkan kontrol, tetapi pada *Musa acuminata* var. *malaccensis* perkecambahannya tidak berbeda dengan kontrol.



Gambar 4. Histogram perkecambahan biji pisang liar *Musa acuminata* var. *zebrina*

Tingkat viabilitas biji *Musa acuminata* var. *zebrina* lebih baik dibandingkan kedua varietas lainnya yang mencapai 100% (Tabel 1.). Hanya pada perlakuan hydropriming suhu 60°C selama 60 dan 90 menit tidak ada biji yang viabel. Viabilitas biji *Musa acuminata* var. *banksii* mencapai 60%. Biji dengan perlakuan suhu 60°C selama 90 menit tidak ada yang viabel. Hal berbeda terjadi pada *Musa acuminata* var. *malaccensis*. Viabilitas bijinya paling rendah dibandingkan varietas lainnya, hanya mencapai 40%. Biji yang viabel ditemukan pada perlakuan hydropriming suhu 25°C selama 90 menit, 37°C selama 30 menit, 37°C selama 90 menit, dan 60°C selama 30 menit sedangkan perlakuan lainnya tidak ada biji yang viabel setelah 30 hari.

Tabel 1. Uji viabilitas pada biji pisang liar *Musa acuminata* Colla

Perlakuan		Viabilitas (%)		
Suhu	Waktu	<i>Musa acuminata</i> var.		
		<i>zebrina</i>	<i>malaccensis</i>	<i>Banksii</i>
Kontrol		40	0	20
25°C	30	40	0	40
25°C	60	40	0	40
25°C	90	80	20	40
37°C	30	100	20	60
37°C	60	60	0	40
37°C	90	40	40	20
60°C	30	60	20	20
60°C	60	0	0	20
60°C	90	0	0	0

Rockwool digunakan sebagai media tanam untuk menggantikan pasir dan tanah karena memiliki kemampuan menyerap dan menahan air yang tinggi. Hal tersebut diharapkan dapat mempercepat dan meningkatkan perkecambahan. Selain itu, tanaman yang akan digunakan untuk uji ketahanan penyakit diharapkan benar-benar bersih dari patogen yang mungkin terbawa pada media pasir dan tanah.

Proses perkecambahan biji dimulai dari imbibisi air yang kemudian memulai pembelahan sel (Joshi, 2018). Suhu memiliki efek yang signifikan terhadap tingkat imbibisi. Suhu yang lebih tinggi akan mempercepat proses imbibisi (Bewley, 1997). Perlakuan hydropriming pada studi ini mampu meningkatkan perkecambahan biji dari 3,33% mencapai 33,3% pada hydropriming dengan suhu 60°C. Namun, terdapat biji yang tidak berkecambah tetapi viabel setelah diuji dengan 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride. Kemungkinan terdapat dormansi pada biji. Dormansi mungkin berhubungan dengan faktor internal biji, seperti kekerasan dan impermeabilitas integumen terhadap air dan gas, embrio yang belum matang, inhibitor, dan faktor eksternal seperti suhu, cahaya, kelembaban, dan substrat (Prudente & Paiva, 2018)

Biji yang tumbuh kemungkinan mampu memecah dormansi. Mekanisme yang mungkin terjadi dalam meningkatkan perkecambahan dan lepas dari dormansi dengan hydropriming adalah air

menginduksi proses metabolisme, produksi hormon, dan ketersediaan nutrisi yang meningkat dari 25% menjadi 4000% (Joshi, 2018; Zulueta-Rodriguez et al., 2015). Berbagai mineral, protein, dan enzim memiliki peran dalam tahapan perkecambahan biji seperti enzim amilase, protease, dan lipase yang berperan dalam memecah material makanan untuk menjadi energi yang kemudian digunakan untuk perkecambahan biji (Joshi, 2018)



Gambar 5. Biji pisang liar *Musa*

cuminata var. (a) *zebrina*, (b) *malaccensis*, (c) *banksii*.

Biji pisang (Gambar 5.) memiliki kulit biji tebal yang dapat menghalangi oksigen dan air untuk masuk ke dalam biji. Hal tersebut dapat menyebabkan penurunan daya berkecambah bahkan kegagalan biji berkecambah walaupun biji memiliki struktur yang lengkap (Puteh et al., 2011; Baskin & Baskin, 2001). Variasi morfologi biji diantara ekotipe dari spesies yang sama memungkinkan adanya perbedaan kemampuan dalam penyerapan air (Burgoz-Hernandez et al., 2015; Puteh et al., 2011) Walaupun biji memiliki struktur yang sama dan berasal dari famili yang sama, perkecambahannya akan cukup berbeda (Joshi, 2018). Hal tersebut sesuai dengan hasil studi ini. Biji pisang liar *Musa acuminata* Colla dengan varietas berbeda memiliki kemampuan berkecambah yang berbeda.

Biji pisang liar *Musa acuminata* Colla dari berbagai varietas memiliki kemampuan berkecambah yang berbeda. Perlakuan hydropriming dengan berbagai suhu dan penggunaan rockwool untuk memecah dormansi masih belum efektif untuk meningkatkan perkecambahan biji. Penelitian lanjutan mengenai perkecambahan pisang liar dengan metode lain untuk memecah dormansi masih perlu dilakukan mengingat banyaknya keragaman pisang liar di Indonesia yang belum dimanfaatkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Pusat Penelitian Biologi LIPI tahun 2018 dengan kegiatan Pemanfaatan Bioresources Pisang dan aspek penunjangnya. Ucapan terimakasih kepada Dr. Yuyu Suryasari Poerba selaku Kepala Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Tumbuhan serta teknisi yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Baskin, C. C. & Baskin, J. M. (2001). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press.
- Bewley, J. D. (1997). *Seed Germination and Dormancy*, 9(July).
- Blomme, G., Eden-Green, S., Mustafa, M., Nwauzoma, B., & Thangevelu, R. (2011). Major Diseases of Banana. In M. Pillay & A. Tekuano (Eds.), *Banana Breeding: Progress and Challenges*. CRC Press.
- Burgoz-Hernandez, M., Castillo-Campos, G., Mata-Rosas, M., Gonzalez, D., Vovides, A. P., & Murguia-Gonzalez, J. (2015). Seed germination of the wild banana *Musa ornata* (Musaceae). *Seed Sci. & Technol*, 42(August), 16–27. <https://doi.org/10.15258/sst.2014.42.1.02>
- Dale, J., James, A., Paul, J., Khanna, H., Smith, M., Peraza-echeverria, S., ... Harding, R. (2017). Transgenic Cavendish bananas with resistance to. *Nature Communications*, 8, 1–8.
- Joshi, R. (2018). Role of Enzymes in Seed Germination, 6(2), 1481–1485.
- Kayat, F., Javed, M. A., Wah, H. Y., & Othman, R. Y. (2004). The Identification of Molecular Markers for Disease Resistance Genes to *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* in *Musa*

- acuminata ssp. malaccensis for marker assisted selection (MAS). In *The 4th Annual Seminar of National Science Fellowship* (pp. 40–44).
- Nasution, R. E. (1991). A Taxonomic Study of the *Musa acuminata* Colla with Its Intraspecific Taxa in Indonesia. *Memoirs of The Tokyo University of Agriculture* 32: 1-122.
- Pertanian, K. (2016). *Outlook Komoditas Pisang*. Jakarta.
- Prudente, D. D. O., & Paiva, R. (2018). iMedPub Journals Seed Dormancy and Germination: Physiological Considerations Seed Dormancy and Germination: Physiological Considerations, 2018(iii), 1–2.
- Puteh, A. B., Aris, E. M., Sinniah, U. R., Rahman, M., Mohamad, R. B., & Abdullah, N. A. P. (2011). Seed anatomy, moisture content and scarification influence on imbibition in wild banana (*Musa acuminata* Colla) ecotypes, *10(65)*, 14373–14379.
- Rashid, K., Nezhadahmadi, A., & Kayat, F. (2013). Seed Progeny Population of Wild Banana *Musa acuminata* ssp. malaccensis for Fusarium Screening. *Life Science Journal*, *10(August)*, 671–679.
- Simmonds, N. W. (1959). *Bananas*. Longmans.
- Stotzky, G., Cox, E. A., & Goos, R. D. (1962). Seed Germination in *Musa*. I. Scarification and Aseptic Germination of *Musa Balbisiana*. *American Journal of Botany*, *49*, 515–520.
- Zulueta-Rodriguez, R., Hernandez-Montiel, L. G., Murillo-amador, B., Rueda-puente, E. O., Capistran, L. L., Troyo-Dieguez, E., & Cordoba-Matson, M. V. (2015). Effect of Hydropriming and Biopriming on Seed Germination and Growth of Two Mexican Fir Tree Species in Danger of Extinction. *Forests*, (6), 3109–3122.

POTENSI TUMBUHAN KAWASAN HUTAN CIBODAS YANG DIKOLEKSI DALAM KEGIATAN EKSPLORASI BIJI KEBUN RAYA CIBODAS

Fitri Kurniawati*¹, Musyarofah Zuhri *²

^{1,2}Kebun Raya Cibodas, Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – LIPI
e-mail: *¹upiet_v3@yahoo.com, *²ova_zuhri@yahoo.com

Abstrak. Kebun Raya Indonesia – LIPI memiliki komitmen dalam meningkatkan peran dalam konservasi tumbuhan *ex-situ* dengan terlibat aktif dalam pemenuhan 8 target strategi global dalam konservasi tumbuhan (GSPC). Dalam mendukung upaya tersebut Kebun Raya Indonesia turut bekerjasama dalam program “The Millenium Seed Bank Partnership” pada tahun 2016 yang fokus pada pengkoleksian dan penyimpanan biji tanaman asli Indonesia. Kebun Raya Cibodas memiliki bagian pada kegiatan tersebut dengan melakukan eksplorasi biji tanaman asli di kawasan hutan Cibodas. Selain mengkoleksi biji, kelengkapan data mengenai tumbuhan yang dikoleksi juga sangat diperlukan untuk melengkapi database koleksi biji. Salah satunya adalah data informasi mengenai potensi tumbuhan yang dikoleksi. Oleh karena itu, telah dilakukan studi untuk mengetahui potensi tumbuhan dari hasil eksplorasi biji melalui wawancara dan studi pustaka. Eksplorasi biji dilakukan pada bulan September sampai Desember 2017 menghasilkan pengkoleksian biji dari 32 species tumbuhan yang selanjutnya disimpan di Bank Biji Kebun Raya Cibodas. Berdasarkan penggalian informasi potensi tanaman hasil eksplorasi biji, maka diketahui dari 32 koleksi tumbuhan ada 4 spesies yang belum diketahui potensinya, 10 spesies dapat digunakan sebagai pakan hewan, 5 spesies untuk pangan, 2 spesies sebagai bahan bakar, 3 spesies untuk bahan material, 19 spesies untuk obat, 1 spesies untuk pemanfaatan lingkungan, 4 spesies untuk penggunaan sosial dan 6 spesies memiliki kegunaan lainnya. Informasi potensi tumbuhan ini diharapkan dapat menambah informasi bagi pengembangan pemanfaatan tumbuhan hutan di Kawasan Hutan Cibodas.

Kata Kunci: Ekplorasi Biji, Kebun Raya Cibodas, Potensi Tanaman Hutan, Tanaman Asli, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango.

PENDAHULUAN

Tekanan terhadap pemanfaatan lahan untuk kelangsungan hidup manusia berdampak pada hilangnya keanekaragaman hayati (Souza et al., 2015). Sebagai lembaga konservasi *ex situ* yang melakukan perbanyakan tumbuhan liar dan memiliki otoritas utama terhadap tumbuhan liar (Hurka and Neuffer, 2004), Kebun Raya dianggap mampu menjadi banteng kelangsungan konservasi. Selain memelihara koleksi tanaman liar, Kebun Raya juga menyimpan biji tumbuhan liar di Bank biji. Bank biji merupakan salah satu strategi konservasi *ex situ* yang efisien untuk menyelamatkan keanekaragaman hayati di tingkat spesies dan genetik (Lestari et al., 2015).

Pada tahun 2002 Global Strategy Plant Conservation, GSPC, mulai mengadopsi konservasi keanekaragaman genetik melalui bank biji, yang semula hanya mengumpulkan benih tanaman pangan kini biji tumbuhan liar pun mulai dikumpulkan (Hay and Probert, 2013). Kebun Raya Indonesia-LIPI berperan aktif dalam memenuhi 8 target GSPC dengan mengumpulkan biji tumbuhan liar asli Indonesia melalui Program Millenium Seed Bank Partnership. Kebun Raya Cibodas, ikut bagian dalam pengumpulan koleksi biji tumbuhan liar sebagai upaya konservasi tumbuhan liar di kawasan hutan Cibodas yang meliputi hutan di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan hutan terfragmentasi di Kebun Raya Cibodas.

Pengkoleksian biji tumbuhan liar dari kegiatan eksplorasi biji harus dilengkapi dengan database yang memberikan informasi lebih detail tentang biji-biji yang disimpan. Database tersebut dapat bermanfaat untuk mempermudah promosi dalam meningkatkan kesadaran publik terhadap nilai keanekaragaman hayati dan kebutuhan konservasi (Hurka and Neuffer, 2004), seperti kesadaran akan pentingnya ekologi, ekonomi dan budaya dari jenis tanaman dan nilai potensinya sebagai sumberdaya genetik. Oleh karena itu, untuk melengkapi database koleksi biji yang akan disimpan di bank biji

diperlukan studi penggalan potensi tumbuhan dari spesies yang bijinya berhasil dikumpulkan melalui eksplorasi biji.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan dilakukan di Kebun Raya Cibodas. Data tumbuhan yang digunakan adalah data spesies koleksi hasil eksplorasi biji Kebun Raya Cibodas yang dilakukan pada periode September-Desember 2017. Kajian potensi tumbuhan hasil eksplorasi biji diperoleh melalui wawancara pada 3 warga lokal yang mengenal kawasan hutan Cibodas dan melalui kajian studi pustaka. Data yang didapat kemudian dianalisis secara deskriptif, disajikan dalam tabel.

Pengumpulan biji pada eksplorasi biji di Indonesia, fokus pada spesies yang belum terdata pada Database Warehouse Millenium Seed Bank. Oleh karena itu, kegiatan eksplorasi biji yang dilakukan KRC diprioritaskan pada spesies yang endemik atau bermanfaat. Eksplorasi biji tersebut mengambil lokasi di Kawasan Hutan Cibodas (Tabel 1.), yang memiliki komposisi floristik hutan sub-montana (1.313-1.411 mdpl).

Tabel 1. Lokasi eksplorasi biji Kebun Raya Cibodas periode September-Desember 2019

Lokasi	Latitude	Longitude	Altitude (mdpl)
TN Gunung Gede Pangrango			
Cibodas	06.74311 S	107.00598 E	1,421
Mandalawangi	06.73105 S	106.99256 E	1,683
Gunung Putri	06.76642 S	107.00295 E	1,802
Cibeureum	06.74837 S	106.99345 E	1,592
Hutan Lumut	06.74480 S	107.00320 E	1,385
Kebun Raya Cibodas			
Hutan Wornojiwo	06.74176 S	107.01044 E	1,378
Hutan Kompos	06.74251 S	107.00648 E	1,356
Hutan Jalan akar	06.74074 S	107.00563 E	1,411
Hutan Cibogo	06.74201 S	107.00604 E	1,313

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil eksplorasi biji KRC pada periode September-Desember 2017 telah berhasil mengumpulkan biji dari 32 spesies tumbuhan liar yang berasal dari 15 family. Kegiatan eksplorasi biji KRC berfokus pada pengumpulan biji pohon dan semak. Namun, ada sebagian kecil biji yang juga di kumpulkan dari treelet epifit, liana, pohon palm dan pemanjat kayu (Tabel 2).

Tabel 2. Bentuk hidup jenis tumbuhan yang dikoleksi

Bentuk Hidup	Jumlah Jenis yang dikoleksi	%
Pohon	12	37.50
Semak	10	31.25
Herba	0	0
Treelet epifit	4	12.50
Liana	1	3.12
Tree palm	2	6.25
Pemanjat pohon	3	9.38
Total	32	100

Pencarian data mengenai potensi tumbuhan liar hasil eksplorasi berfokus pada kategori potensi yang terdapat pada form data lapangan yang diadopsi dari formulir database pengkoleksian biji milik *Royal Botanic Garden KEW*. Kategori potensi yang dimaksud adalah pakan hewan, pangan, bahan bakar, material, obat, racun, pemanfaatan untuk lingkungan, pemanfaatan untuk sosial, dan lainnya.

Hasil penelusuran data potensi tumbuhan dari jenis tumbuhan liar hasil eksplorasi biji KRC periode September – Desember 2017 disajikan pada Tabel 3. Hasil penelusuran melalui wawancara dan studi pustaka menunjukkan bahwa ada 4 spesies yang belum diketahui potensinya yaitu: *Morinda sarmentosa*, *Mycetia cauliflora*, *Saurauia nudiflora* dan *Saurauia pendula* (Gambar 1.).

Tabel 3. Potensi jenis tumbuhan hasil eksplorasi biji Kebun Raya Cibodas Periode September-Desember 2019

No	Jenis Tumbuhan	Potensi									
		PH	P	BB	M	O	R	PL	PS	L	
1	<i>Antidesama tetrandum</i>	√*	√		√						√*
2	<i>Ardisia fuliginosa</i>					√					
3	<i>Ardisia villosa</i>					√			√		
4	<i>Boehmeria diversifolia</i>										√
5	<i>Calamus ciliaris</i>	√*				√					√
6	<i>Calamus reinwardtii</i>	√*									
7	<i>Daemonorops rubra</i>		√			√					√
8	<i>Dichroa febrifuga</i>			√		√					
9	<i>Ficus ampelas</i>	√*				√					
10	<i>Ficus deltoidea</i>					√					
11	<i>Ficus fistulosa</i>	√*	√			√					
12	<i>Ficus ribes</i>	√*	√			√					
13	<i>Ficus variegata</i>	√*	√		√	√					√
14	<i>Homalanthus giganteus</i>	√*									√
15	<i>Lasianthus laevigatus</i>					√					
16	<i>Lasianthus rigidus</i>					√					
17	<i>Lasianthus sp.</i>					√					
18	<i>Magnolia blumei</i>			√*	√			√			
19	<i>Medinilla speciose</i>					√			√		
20	<i>Montanoa grandiflora</i>					√					
21	<i>Morinda sarmentosa</i>										
22	<i>Mycetia cauliflora</i>										
23	<i>Pinanga coronate</i>	√*				√					
24	<i>Pinanga javana</i>	√*							√		
25	<i>Psychotria angulata</i>					√					
26	<i>Psychotria montana</i>					√					
27	<i>Saurauia cauliflora</i>					√					
28	<i>Saurauia nudiflora</i>										
29	<i>Saurauia pendula</i>										
30	<i>Schefflera scandens</i>					√					
31	<i>Tetrastigma sp.</i>	√*									
32	<i>Vaccinium korthalsii</i>								√		
Total		10	5	2	3	22	0	1	4	6	

Keterangan: PH = Pakan Hewan, P = Pangan, BB = Bahan Bakar, M = Material, O = Obat, R = Racun, PL= Penggunaan untuk Lingkungan, PS = Penggunaan untuk social, L = Penggunaan Lainnya, √*) hasil wawancara, √) hasil studi pustaka.



Gambar 1. *Morinda sarmentosa* (kiri), *Mycetia cauliflora* (tengah), *Saurauia nudiflora* (kanan)

Pakan Hewan

Potensi tumbuhan yang menjadi sumber pakan hewan pada jenis-jenis tumbuhan hasil eksplorasi biji KRC didapatkan melalui wawancara. Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat lokal yang tinggal di sekitar kawasan hutan Cibodas diketahui ada sebanyak 10 spesies tumbuhan yang menjadi sumber pakan hewan (Tabel 4.).

Tabel 4. Spesies tumbuhan berpotensi sebagai pakan hewan

No.	Nama Spesies	Jenis Hewan
1.	<i>Antidesama tetrandum</i>	Burung dan tupai
2.	<i>Calamus ciliaris</i>	Luak
3.	<i>Calamus reinwardtii</i>	Luak
4.	<i>Ficus ampelas</i>	Burung, tupai dan luak
5.	<i>Ficus fistulosa</i>	Burung
6.	<i>Ficus ribes</i>	burung
7.	<i>Homalanthus giganteus</i>	Burung
8.	<i>Pinanga coronate</i>	Luak
9.	<i>Pinanga javana</i>	Luak
10.	<i>Tetrastigma sp.</i>	Tupai, burung dan lutung

Tumbuhan Untuk Pangan

Tumbuhan yang memiliki potensi sebagai pangan dari koleksi hasil eksplorasi biji KRC ada 5 spesies, yaitu: *Antidesama tetrandum*, *Daemonorops rubra*, *Ficus fistulosa*, *Ficus ribes*, dan *Ficus variegata*. Tumbuhan yang bagian buahnya dimanfaatkan sebagai makanan hewan pada umumnya dapat dikonsumsi juga sebagai bahan pangan bagi manusia. Uraian mengenai bagian – bagian tumbuhan yang dapat dikonsumsi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Bagian tumbuhan yang dapat dikonsumsi dari tumbuhan berpotensi pangan.

No.	Nama Spesies	Bagian yang dapat dikonsumsi	Sumber referensi
1.	<i>Antidesama tetrandum</i>	Buah	Susilo dan Denny (2016)
2.	<i>Daemonorops rubra</i>	Resin dari bagian sisik buah sebagai pewarna minuman non alkohol	Ken (2014)
3.	<i>Ficus fistulosa</i>	Buah dan pucuk/daun muda dapat dimakan mentah	Ken (2014)
4.	<i>Ficus ribes</i>	Kulit dan daun sebagai pengganti gambir	Uphoff (1959)
5.	<i>Ficus variegata</i>	Pucuk/daun muda dan buah setengah matang	Heyne (1987)

Tumbuhan untuk Bahan Bakar

Kayu bakar merupakan bahan bakar yang masih dimanfaatkan sebagian kecil masyarakat di sekitar kawasan hutan. Kayu bakar bisa diandalkan sebagai mata pencaharian bagi masyarakat miskin yang tidak memiliki kemampuan untuk membeli bahan bakar minyak ataupun gas. Tumbuhan hasil eksplorasi biji yang dikenal berpotensi baik untuk bahan bakar yaitu *Dichroa febrifuga* (Manandar, 2002) dan berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa masyarakat sekitar hutan Cibodas memanfaatkan kayu dari *Magnolia Blumei* sebagai bahan bakar.

Tumbuhan untuk Bahan Material

Hutan memiliki fungsi ekonomi salah satunya dari kayu. Kayu bisa dimanfaatkan sebagai bahan material untuk bangunan, jembatan, mebelair, perkakas dan perabotan rumah tangga. Daftar tumbuhan hasil eksplorasi biji yang memiliki potensi sebagai bahan material disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Jenis tumbuhan berpotensi material hasil eksplorasi biji KRC periode September – Desember 2017.

No.	Nama spesies	Bahan material	Referensi
1.	<i>Antidesama tetrandum</i>	Perkakas	Ken (2014)
2.	<i>Ficus variegata</i>	Tiang di laut atau pantai	Heyne (1987)
3.	<i>Magnolia blumei</i>	Bahan bangunan, jembatan, perabotan, kayu lapis	Uphoff (1959)

Tumbuhan untuk Obat

Masyarakat yang hidup di sekitar hutan sudah turun temurun memanfaatkan jenis tumbuhan hutan untuk memelihara kesehatan. Kawasan hutan Cibodas berdasarkan formasi hutannya merupakan hutan hujan tropika pegunungan (> 1000 m dpl). Hutan hujan tropika pegunungan memberikan kontribusi terhadap penyebaran jenis tumbuhan obat sebesar 17, 46% dari jumlah total jenis tumbuhan obat di Indonesia (Zuhud & Siswoyo, 2001). Berdasarkan hasil penelusuran terhadap hasil eksplorasi biji yang memiliki potensi ada 19 spesies yang memiliki potensi sebagai obat. Bagian tumbuhan dan jenis penyakit yang diobati disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Daftar spesies, bagian yang dimanfaatkan, dan jenis penyakit yang disembuhkan.

No.	Nama spesies	Bagian yang di manfaatkan	Jenis penyakit yang diobati	Referensi
1.	<i>Ardisia fuliginosa</i>	Getah	Perawatan kulit	Wuart (2006)
2.	<i>Ardisia villosa</i>	Getah batang	Kudis	Normasiwi (2016)
3..	<i>Calamus ciliaris</i>	Rotan	Cacingan	Jumiati et al.(2012)
4.	<i>Daemonorops rubra</i>	Resin	Menghentikan pendarahan	Fern (2014)
5.	<i>Dichroa febrifuga</i>	Daun dan akar	Pencakar, demam, batuk, pilek, bronchitis,	Duke and Ayensu (1985), Heyne (1985), Manandar (2002)
6.	<i>Ficus ampelas</i>	Latek, daun dan buah	Diare, sariawan, antidiuretic, demam, batuk, pilek, infeksi bakteri dan jamur.	Ragasa et.al. (2016) dan Simamora et. al.(2015)
7.	<i>Ficus deltoidea</i>	Buah, daun	Sakit gigi, sakit kepala, pilek, antioksidan, tonik kesehatan wanita	Rosnah et al. (2015)
8.	<i>Ficus fistulosa</i>	Akar dan daun	Perawatan pasca melahirkan dan sebagai narkotika (opium)	Fern (2014)
9.	<i>Ficus ribes</i>	Kulit batang dan daun	Obat malaria, demam, dan diare	Fern (2014)
10.	<i>Ficus variegata</i>	Buah, kulit, getah, akar, rimpang	Disentri, obat koreng, antiracun ikan, perawatan kulit.	Redaksi Agromedia (2008)
11	<i>Lasianthus laevigatus</i>	Daun dan akar	Obat masuk angin, obat kuat, sesak nafas	Purwantoro et al. (2010)
12.	<i>Lasianthus rigidus</i>	Daun	Kembung	Fahrurozi (2014)
13.	<i>Medinilla speciose</i>	Daun dan buah	Sariawan, diare, kolesterol	Tussanti (2014)
14.	<i>Montanoa grandiflora</i>	Ekstrak tanaman	Gangguan reproduksi, kegelisahan dan gangguan suasana hati	Landa et al. (2013)
15.	<i>Pinanga coronate</i>	Umbut	Batu ginjal	Handayani (2015)
16.	<i>Psychotria angulata</i>	Kulit dan daun	Obat kulit	Heyne (1987)
17.	<i>Psychotria montana</i>	Kulit dan daun	Obat kulit	Heyne (1987)
18.	<i>Saurauia cauliflora</i>	Daun	Nyeri perut bagian dalam, gangguan pencernaan, luka luar	Salim et al. (2017)
19.	<i>Schefflera scandens</i>	Daun	Obat gatal	Wawangningrum (2009)

Tumbuhan untuk Lingkungan

Magnolia blumei dimanfaatkan sebagai tumbuhan reforestrasi dan di negara Vietnam di 2manfaatkan baik sebagai tanaman Agroforestry (Fern, 2014).

Tumbuhan untuk Kehidupan Sosial

Tumbuhan yang memiliki sifat estetika pada umumnya dikembangkan sebagai tanaman hias yang memiliki nilai ekonom, sehingga bisa dijadikan sumber mata pencaharian oleh para petani bunga hias. Jenis- jenis tertentu dari tumbuhan hutan yang berpotensi sebagai tanaman hias biasanya sudah banyak dibudidayakan tanpa merambah dari hutan.

Beberapa tumbuhan hasil eksplorasi yang berpotensi sebagai tanaman hias diantaranya adalah: *Ardisia villassa* (Normasiwi, 2016) yang memiliki buah berry yang menarik dengan warna yang mencolok; *Medilla spesiosa* yang memiliki sifat morfologi yang menarik pada badan daun, perawakan bunga dah buah (Peneng dan Sujarwo, 2011); *Pinanga javana* merupakan tumbuhan endemik jawa memiliki sebaran hanya di pulau Jawa (Shiddiq, 2018), dan *Vaccinium korthalsii* juga memiliki morfologi yang menarik sebagai tanaman hias (Nasution et al., 2015). Gambar buah dari ketigaa spesies yang berpotensi sebagai tanaman hias disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Medinilla Speciosa* (kiri), *Pinanga javana* (tengah), dan *Vaccinium kortalsii* (kanan).

Tumbuhan dengan Potensi Yang Lainnya

Tabel 8. Tumbuhan hasil eksplorasi biji KRC yang memiliki potensi lainnya

No.	Nama Jenis	Potensi	Rujukan
1.	<i>Boehmeria diversifolia</i>	Dapat digunakan sebagai tali	Heyne (1987)
2.	<i>Calamus Ciliaris</i>	Bahan anyaman	Setyowati dan Mulyati (2005)
3.	<i>Daemonorops rubra</i>	Pewarna tekstil, pernis, pasta gigi, dan plester untuk mewarnai tanduk	Fern (2014)
4.	<i>Ficus Variegata</i>	Bahan kain masyarakat Minahasa, getahnya dapat digunakan sebagai lilin untuk membatik di Jawa.	Fern, (2014)
5.	<i>Homalanthus giganteus</i>	Bahan pewarna kain	Esser, H. (1997)

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih disampaikan kepada Garfield Westone melalui Royal Botanic Gardens, Kew dibawah skema Garfield Weston Global Proyek, Bank Benih Asia-Indonesia sebagai pemberi dana kegiatan Eksplorasi Biji Kebun Raya Cibodas Tahun Anggaran 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Baja-Lapis AC. (2009). Specialty rattans of the ASEAN. Proceedings of the 7th Flora Malesiana Symposium, Blumea 54: 39-43.
- Duke, J. A & Ayensu, E. S. (1985). *Medicinal Plants of China*. Reference Publications, Inc.
- Esser, H. J. 1997. A Revision of Omalanthus (Euphorbiaceae) in Malesia Blume, 44:421-466. Retrieved from <http://nationalherbarium.nl/Euphor/specpl/Homalantus.Html#Homalanthuagiganteus>.
- Fern, K. (2014). Useful Tropical Plant Database. Retrieved from <https://tropical.theferns.info/viewtropical.php>.
- Handayani A. (2015). Pemanfaatan tumbuhan berkhasiat obat oleh masyarakat sekitar Cagar Alam Gunung Simpang, Jawa Barat. Prosiding Semnas Masyarakat Biodiversitas Indonesia 1(6): 1425-1432.
- Hay, F. R. & Probert, R. J. (2013). Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research. *Conservation Physiology*, 1, 1-11.
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Hurka, H. & Neuffer, B. (2004). Plant genetic resources in botanical gardens. In: Proc 21st IS on Breeding Ornamentals, Part II. Eds: Forkmann, G. & Michaelis, S. Acta Hort, 651, 35-44.
- Indah, M. (2017). Inventarisasi dan Keanekaragaman Tumbuhan Obat di Taman Nasional Gunung Merbabu Melalui Jalur Selo, Boyolali, Jawa Tengah. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Jumati, Hariyadi, B. & Pinta, M. (2012). Studi Etnobotani Rotan Sebagai Bahan Kerajinan Anyaman pada Suku Anak Dalam (SAD) di Dusun III Senami, Desa Jebak, Kabupaten Batanghari, Jambi. *Biospecies* 5(1): 33-41.
- Landa J. F. R., Cueto-Escobedo, J., Flores-Aguilar, L. A., Rosas-Sánchez, G. U., Roviroso-Hernández, M.dJ, García-Orduña, F. & Carro-Juárez, M. (2018). The Aqueous Crude Extracts of

- Montanoa frutescens* and *Montanoa grandiflora* reduce Immobility Faster Than Fluoxetine Through Gabaa Receptors in Rats Forced To Swim. *J Evid Based Integr, Med* 23.
- Manandar, N. P. (2002). *Plant and People of Nepal*. Timber Press Oregon.
- Megawati A, Hastuti, E. D. & Sari, D. E. M. (2017). Uji Ketoksikan Akut Buah Parijoto Segar (*Medinilla speciosa*) Terhadap Mencit Jantan Galur Swiss. *Cendikia Jurnal of Pharmacy*, 1(1): 1-8.
- Nasution, T., Iskandar, E. A. P., Ismaini, L. (2015). Keragaman Flora Berpotensi dan Komposisi Vegetasi di Gunung Marapi Sumatera Barat. Prosiding Semnas Masyarakat Biodiversitas Indonesia 1(6): 1334-1340.
- Normasiwi S. (2016). Keragaman dan Potensi *Ardisia* Koleksi Kebun Raya Cibodas. Prosiding Symbion 2016, FKIP, Universitas Ahmad Dahlan: 11-19.
- Peneng, I. N. & Sujarwo, W. (2011). Pertelaan Morfologi *Medinilla* spp. di Kebun Raya “Eka Karya” Bali dalam Rangka Pengembangan Tanaman Hias. *Widyariset* 14(3): 497-506.
- Priyadi, H., Takao, G., Rahmawati, I., Supriyanto, B., Nursal, I. W. & Rahman, I. (2010). Five Hundred Plant Species in Gunung Halimun Salak National Park, West Java. Center for International Forestry Research, Indonesia.
- Purwantoro, R. S. & Satyanti, A. (2010). Penggunaan Data Lapangan Untuk Identifikasi pada I Jack: Studi Kasus di Jawa Barat. 7th Basic Science National Seminar Proceeding, Malang 20 Februari 2010: 21-26.
- Purwantoro, R. S., Hartutiningsih, M. S., Sudarmono & Pratiwi. (2010). Uji Anti Bakteri *Lasianthus* (Rubiaceae) Sebagai Tumbuhan Berkhasiat Obat dan Upaya Perbanyakannya. *Buletin Kebun Raya* 13(2): 86-93.
- Ragasa, C. Y, Macuha, M. R, de Los Reyes, M. M., Emelina, H., Mandia & Shen, C. C. (2016). Secondary metabolites from *Ficus ampelas* Burm.F. *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 8(12): 1658-1661.
- Rosnah, J., Khandaker, M. M. & Boyce, A. N. (2015). *Ficus deltoidea*: review on background and recent pharmacological potential. *Journal of Agronomy* 14(4): 310-318.
- Salim, E., Fatimah, C. & Fanny, D. Y. (2017). Analgetic activity of Cep-Cepan (*Saurauia cauliflora* DC.) leaves extract. *Jurnal Natural* 17(1): 31-38.
- Setyowati, F. M. & Mulyati, R. (2005). Keanekaragaman dan pemanfaatan tumbuhan di Pulau Nusakambangan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 6(1):291-302.
- Shodiq, M. A., Budiarti, T. & Nasrullah, N. (2018). Kajian potensi koleksi pohon lokal Kebun Raya Cibodas untuk fungsi estetika dalam lanskap. *Jurnal Lanskap Indonesia* 10(1): 1-6.
- Simamora, T., Halomoan, T., Indriyanto & Bintoro, A. (2015). Identifikasi Jenis Liana Dan Tumbuhan Penopangnya di Blok Perlindungan Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman. *Jurnal Sylva Lestari* 3(2):31-42.
- Souza, Danielle, M., Ricardo, F. M., Teixeira & Ole, P. Ostermann. (2015). Assessing biodiversity loss due to land use with Life Cycle Assessment: are we there yet? *Global Change Biology* (2015) 21, 32–47.
- Susilo, A. & Denny. (2016). Keragaman Tumbuhan dan Potensi Pemanfaatannya di Kawasan Hutan Alam Sekunder RPH Cisujen KPH Sukabumi, Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 2(2): 256-262.
- Uphof, J. C. T. (1959). *Dictionary of Economic Plants*. Weinheim Publisher.
- Wawangningrum H. 2009. Keanekaragaman jenis araliaceae di Cagar Alam Sago Malintang, Sumatera Barat. Prosiding Semnas: Konservasi Flora Indonesia dalam Mengatasi Dampak Pemanasan Global: 353-358.
- Wuart, C. (2006). *Medicinal Plants of Asia and the Pacific*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Florida.

KAJIAN PENGELOLAAN SAMPAH TERPADU DI KEBUN RAYA CIBODAS

Fitri Kurniawati*¹, Ahmad Jaeni Ashari*²¹BKT Kebun Raya Cibodas, Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – LIPI²BKT Kebun Raya Cibodas – LIPIemail: ¹upiet_v3@yahoo.com, ²ahmadjaenia@yahoo.co.id

Abstrak. Pada saat ini pengelolaan sampah di Kebun Raya Cibodas (KRC) dihadapkan pada berbagai masalah. Terutama masalah peningkatan volume sampah di TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Pengelolaan sampah (organik dan anorganik) yang belum optimal berdampak pada terlampauinya kapasitas daya tampung TPA KRC. Selain itu, pengelolaan sampah yang tidak optimal berpotensi mengotori lingkungan sehingga mengurangi nilai estetika dan mengganggu kenyamanan pengunjung KRC. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian pendahuluan untuk dapat merumuskan pengelolaan sampah secara terpadu di KRC, sebagai upaya penanganan masalah sampah di KRC. Kegiatan studi pendahuluan pengelolaan sampah terpadu di KRC dilaksanakan pada Februari - Juni 2018. Pada kajian pendahuluan ini diperoleh data potensi sampah KRC serta kajian pemanfaatan sampah organik sebagai kompos.

Kata kunci: Pengelolaan sampah terpadu, sampah organik, sampah anorganik, kompos, kebun Raya Cibodas.

PENDAHULUAN

Menurut Undang-undang No. 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Menurut WHO sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi, atau sudah dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Chandra, 2006). Permasalahan sampah merupakan persoalan yang tidak ada habisnya, begitu juga di Kebun Raya Cibodas (KRC).

Kebun Raya Cibodas – LIPI merupakan lembaga konservasi yang mempunyai salah satu tugas pokok mengonservasi flora dataran tinggi basah secara *ex-situ* dan juga memiliki fungsi yang salah satunya sebagai tempat wisata. KRC setiap hari melayani pengunjung yang datang baik untuk kepentingan pendidikan lingkungan, ataupun sekedar rekreasi. Aktivitas pengunjung secara tidak langsung menghasilkan sampah di kawasan KRC. Kegiatan pemeliharaan kebun juga menghasilkan sampah organik baik dari hasil potongan rumput, serasah, biji, buah dan ranting dari pohon koleksi.

Kebun Raya Cibodas menangani sampah secara mandiri, saat ini penanganan sampah di fokuskan pada pengangkutan sampah, penimbunan sampah dan pembakaran sampah secara terbuka. Keterbatasan kapasitas lokasi penampungan sampah akhir di kawasan KRC menjadikan persoalan sampah jadi penting untuk ditangani dengan optimal, sehingga sampah tidak menjadi beban lingkungan. Sampah menjadi masalah karena berdampak pada kesehatan, lingkungan dan sosial ekonomi (Mulasari et. al, 2014). Sampah menjadi tempat pembiakan lalat dan disenangi tikus sehingga mendorong penularan infeksi yang mengakibatkan menurunkan kualitas lingkungan, estetika terganggu karena bau dan berserakan.

Sofyan (2013) berpendapat bahwa pembuangan sampah berpengaruh terhadap meningkatnya masalah lingkungan dan ekonomi dengan dua cara berikut. Pertama, sampah mengandung bahan-bahan berbahaya yang secara langsung mempengaruhi fungsi lingkungan alam yang menjadi penyokong utama kehidupan dan perekonomian. Kedua, lingkungan alam memiliki kapasitas asimilatif yang terbatas untuk menyerap residu-residu sampah. Ketika jumlahnya melebihi kapasitas ini, tentu saja akan menimbulkan ancaman serius bagi stabilitas dan batas toleransi dari suatu ekosistem.

Produksi sampah organik ataupun anorganik di KRC dihasilkan setiap hari dengan rata-rata volume tidak kurang dari 600-900 Kg/hari (data estimasi rata-rata pengangkutan sampah setiap harinya). Untuk mengatasi permasalahan yang timbul dari sampah di KRC, maka diperlukan kajian mengenai pengelolaan sampah terpadu yang dimaksudkan untuk membantu mengurangi volume

sampah yang dikirim ke TPA. Pengelolaan sampah terpadu pada umumnya mulai memisahkan/memilah sampah berdasarkan jenisnya: sampah organik dan sampah anorganik. Kajian pengelolaan sampah terpadu di KRC dilakukan dengan pengumpulan data komposisi sampah.

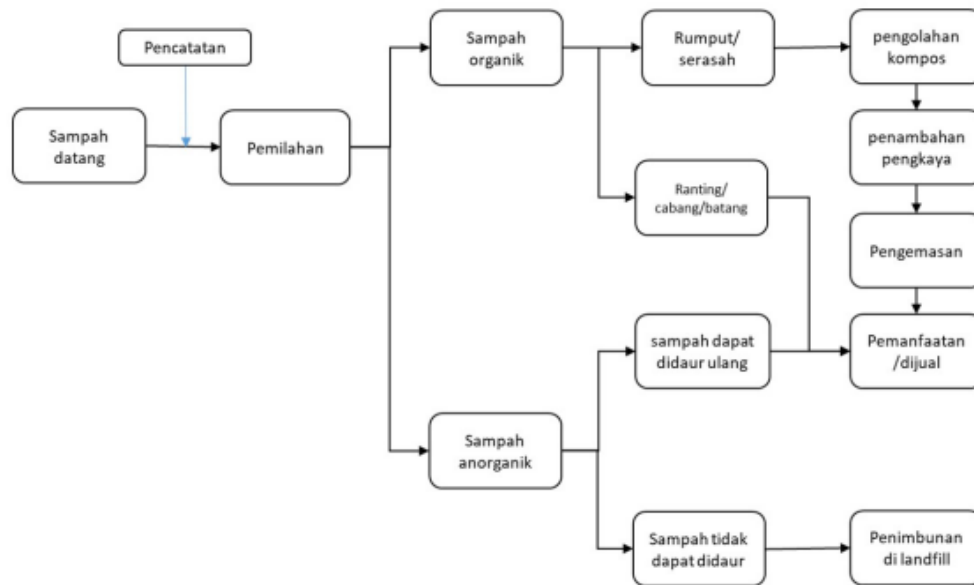
METODE

Kajian pengelolaan sampah terpadu di KRC dilakukan dengan konsep pengurangan sampah yang diangkut ke TPA. Penanganan sampah dilakukan secara umum dilakukan dengan alur: Pengumpulan, pengangkutan, pemilahan dan pemrosesan akhir (penimbunan). Untuk menunjang kegiatan tersebut dilakukan penambahan SDM sebanyak 6 orang untuk membantu mengoptimalkan pengangkutan dan pemilahan sampah serta proses pengolalahan kompos. Uji coba pengelolaan sampah terpadu dilakukan selama 5 bulan sejak Februari – Juni 2018. Pada kegiatan tersebut juga dilakukan pencatatan/pengambilan data komposisi sampah KRC. Data kemudian dianalisis secara deskriptif dan dilakukan penghitungan nilai ekonomi yang bisa dimanfaatkan dari sampah KRC dengan penyetera-an jumlah sampah yang dapat dimanfaatkan kedalam harga jual sampah yang umum berlaku di Masyarakat (harga diperoleh dari hasil wawancara dari pengepul barang bekas). Data disajikan dalam bentuk Tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

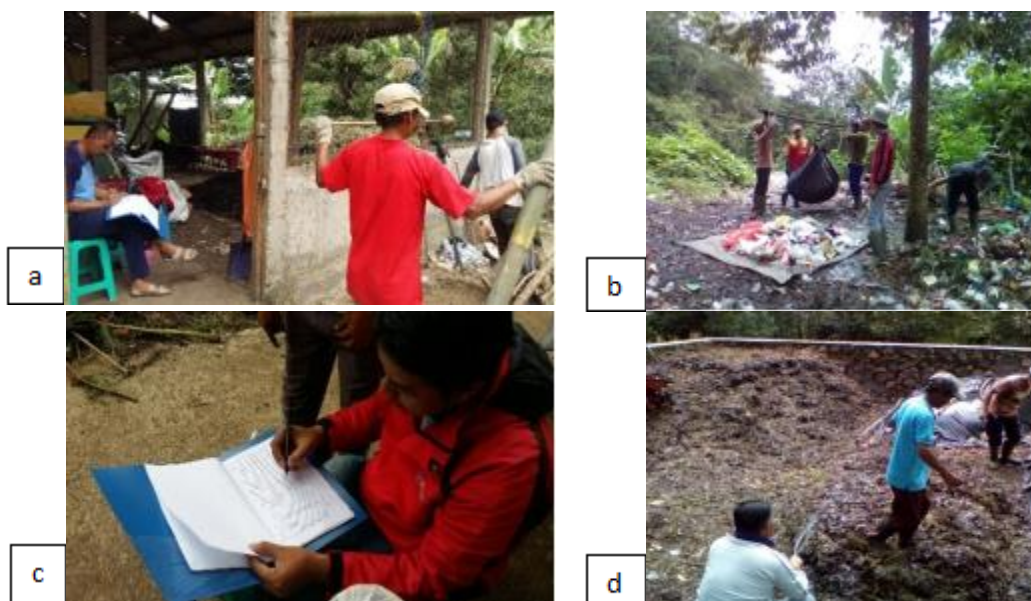
Kebun Raya Cibodas berada pada ketinggian 1.300-1.425 mdpl dengan tipe vegetasi berada pada zona hutan pegunungan bawah (Kartawinata 2013). Secara **umum** keadaan iklim KRC termasuk beriklim basah, dengan suhu rata-rata harian berkisar pada 11-28°C, kelembaban antara 70-90%, dan curah hujan tahunan sebesar 2.972mm dengan musim hujan berada pada bulan September-Februari dan musim kemarau pada bulan Maret- Agustus. Luasan Kawasan KRC mencapai 85 Ha, dengan total koleksi tumbuhan berjumlah 187 suku, 2.118 jenis, dan 10.500 individu tumbuhan (KRC, 2017). Luasnya kawasan KRC dengan banyaknya koleksi tumbuhan dan tingginya curah hujan berpotensi pada tingginya produksi serasah. Selain itu, adanya beberapa wilayah terbuka yang ditumbuhi rumput juga berpotensi dalam produksi sampah hasil pemotongan rumput. Pengunjung KRC pada tahun 2017 mencapai 537.616 orang, aktivitas pengunjung juga berpotensi dalam menghasilkan sampah di KRC (Hidayat et. al., 2017).

Pengelolaan sampah di KRC berada dibawah Seksi Eksplorasi dan Koleksi Tumbuhan di Unit Kebersihan dan Kompos. Penanganan sampah selama ini dilakukan dengan pengangkutan sampah langsung ke TPA, dan pengangkutan sampah organik untuk pemanfaatan kompos tidak dilakukan dengan optimal karena keterbatasan SDM pengangkutan sampah organik sebagai bahan baku kompos dilakukan sekedar untuk memenuhi target kerja tahunan. Sehingga jika dianggap sudah cukup sampah serasah terkadang dikomposkan secara alami di masing-masing wilayah sumber sampah organik tanpa diangkut ke tempat pengolahan kompos. Prinsip pengelolaan sampah terpadu adalah memilah sampah, sampah yang dapat dimanfaatkan dioptimalkan dipisahkan untuk pemanfaatan melalui konsep 3 R (*Recycle, Reuse, Reduce*) (Gambar 1).



Gambar 1. Skenario pengelolaan sampah terpadu di KRC

Pada uji coba pengelolaan sampah terpadu, penanganan sampah dilakukan dengan melakukan pengangkutan sampah ke TPA, kemudian dilakukan pencatatan data kuantitas sampah organik dan anorganik (Gambar 2). Saat pemilahan, sampah organik dipilah kembali pada jenis sampah yang bisa dikomposkan (rumput/serasah) dan sampah organik yang tidak bisa dikomposkan (ranting/cabang/batang pohon yang merupakan hasil patahan/pangkasan/tumbang) dapat dimanfaatkan sebagai bahan kayu bakar. Sampah anorganik dipilah lagi menjadi sampah yang dapat didaur ulang dan sampah yang tidak dapat didaur ulang. Sampah yang dapat didaur ulang bisa dijual yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang memerlukannya untuk kepentingan pemanfaatan sampah dengan konsep 3R. Sementara sampah yang tidak dapat didaur ulang selanjutnya ditimbun di TPA. Pemilahan sampah dengan pemanfaatan sampah yang dapat dimanfaatkan akan mengurangi jumlah sampah ke TPA dan hal tersebut dapat membantu memperpanjang usia penampungan sampah di TPA (Suprpto, 2016). Data hasil pemilahan sampah menggambarkan data komposisi sampah yang ada di KRC untuk periode Februari - Juni Tahun 2018 (Tabel 1).



Gambar 2. (a) Pemilahan sampah, (b) Penimbangan sampah, (c) Pencatatan data komposisi sampah, (d) kegiatan pengolahan kompos.

Tabel 1. Data komposisi sampah di KRC selama periode Februari-Juni 2018

No	Periode	Organik (Kg)		Anorganik (Kg)			Tidak bisa dimanfaatkan
		Rumput/serasah	Ranting/Lainnya	Bisa dimanfaatkan Gelas/botol Plastik	Dus	Lainnya	
1	Februari	16 165	6 324	17	4	0	1 880
2	Maret	16 017	11 866	48	19	40	3 676
3	April	6 439	6 672	109	74	25	5 744
4	Mei	12 139	1 370	164	73	0	11 716
5	Juni	10 309	2 088	95	23	0	11 623
	Total	61 069	28 320	433	193	65	34 639

Potensi sampah yang dihasilkan KRC selama periode Februari-Juni 2018 adalah sebesar 124.719 Kg, nilai rata-rata produksi di KRC adalah 24.943,8 Kg/bulan (24,9 Ton/bulan). Data perolehan sampah organik pada bulan Februari 2018 menunjukkan nilai tertinggi. Hal ini diduga karena pengaruh iklim yang terjadi pada bulan tersebut. Bulan Januari-Ferbruari merupakan puncak musim hujan pada Tahun 2018 dan sering terjadi cuaca ekstrim (Idhom, 2018), seperti hujan angin, dan angin kencang sehingga berakibat pada kejadian patah ranting, patah cabang bahkan pohon tumbang serta produksi serasah pun ikut meningkat.

Secara umum sampah organik yang dihasilkan KRC lebih banyak dibandingkan sampah anorganik dengan perbandingan 7:3. Sampah organik yang dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos jika diproyeksikan sebagai kompos keseluruhannya maka akan dihasilkan kompos sekitar 36.641,4 - 48.855,2 Kg, dengan asumsi penyusutan selama fermentasi kompos antara 20-40% (Isroi, 2008).

Tabel 2. Data Produksi kompos pada Bulan Februari sampai Juni pada periode lima tahun terakhir.

Bulan	Produksi kompos (Kg)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Februari	4.275	1.500	4.410	2.835	4.280
Maret	6.735	3.225	4.245	3.400	7.170
April	2.790	1.905	4.020	-	3.405
Mei	3.600	-	-	-	6.735
Juni	480	7.725	6.750	3.795	4.800
Total	17.880	14.355	19.425	10.030	26.388

Data sekunder diolah, sumber: Laporan Kerja Tahunan Unit kebersihan dan Kompos, KRC-LIPI Tahun 2014 sampai 2018.

Produksi kompos di Tahun 2018 mengalami peningkatan jika dibandingkan produksi kompos di tahun-tahun sebelumnya (Tabel 2). Pengertian produksi kompos yang dimaksud disini adalah kompos yang telah selesai dikemas pada bulan berjalan. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan sampah terpadu yang diujicobakan berhasil mengoptimalkan pengumpulan sampah organik sebagai bahan baku kompos serta membantu peningkatan penanganan produksi kompos. Sehingga bisa diasumsikan bahwa dengan penambahan SDM di Unit Kebersihan dan Kompos telah membantu percepatan kerja penanganan sampah di KRC.

Sampah organik, bahan kompos, sebesar 61.069 Kg jika difermentasi menjadi kompos seluruhnya maka dapat diproyeksikan akan menghasilkan kompos sebanyak 36.641,4 - 48.855,2 Kg atau setara dengan Rp 32.977.260 –Rp 43.969.680 (harga jual kompos KRC Rp 900/Kg). Sampah organik yang tidak dapat dikomposkan adalah sebesar 28.320 Kg atau setara dengan Rp 14.160.000 (harga kayu bakar Rp 5000/10Kg). Sampah plastik yang berupa botol-botol air mineral adalah sebesar 433 Kg atau setara dengan Rp 3.464.000 (Harga jual plastik botol minera Rp 8.000/Kg) dan sampah dus adalah sebesar 193 Kg atau setara dengan Rp 395.650 (Harga dus bekas Rp 2.050/Kg). Sampah lainnya yang merupakan sampah kantong plastik (kresek) adalah 65 Kg setara dengan Rp 32.500 (Harga plastik kresek Rp 500/Kg). Dari data komposisi sampah yang disetarakan dalam rupiah, maka dapat diasumsikan bahwa sampah yang dapat dimanfaatkan dari KRC selama Bulan Februari - Juni 2018 memiliki nilai antara Rp 48.518.010 – Rp 59.510.430. Jika dirata-ratakan maka menghasilkan nilai Rp 9.702.402 – Rp 11.902.086 setiap bulannya atau bernilai Rp 116.428.824 - Rp142.825.032

dalam setahun. Nilai proyeksi pemanfaatan sampah dengan pengelolaan sampah terpadu tersebut, jauh lebih tinggi dari besar pemanfaatan yang selama ini didapatkan oleh KRC, setiap tahun produksi kompos di KRC berkisar 29-30 Ton (Berdasarkan data laporan kerja Unit Kebersihan dan Kompos Tahun 2014-2018) atau setara dengan Rp 26.100.000 – Rp 27.000.000.

Maka dari ujicoba pengelolaan sampah terpadu ini, dapat direkomendasikan pada pengelola BKT Kebun Raya Cibodas-LIPI agar dapat mengadopsi skenario penegelolaan sampah terpadu dengan mereduksi sampah yang ditimbun ke TPA, dengan melakukan penanganan pemilihan sampah di TPS (Tempat Pengelolaan Sementara). Selain agar mendapatkan nilai manfaat yang lebih besar dari sampah-sampah yang masih bisa dimanfaatkan, juga dapat mereduksi pengiriman sampah ke TPA. Berkenaan penambahan SDM di Unit Kebersihan dan Kompos hal ini masih masih perlu untuk dikajian lebih lanjutan. Terutama untuk mengetahui tingkat efisiensi antara jumlah SDM yang diperlukan dengan output kinerja yang dihasilkan oleh Unit Kebersihan dan Kompos dengan mempertimbangkan faktor besaran beban sampah yang harus ditangani oleh BKT Kebun Raya Cibodas setiap tahunnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan Kajian Pengelolaan Sampah Terpadu di KRC terselenggara berkat Program Prioritas Bidang Kompetensi Inti Kelembagaan (DIPA) BKT Kebun raya Cibodas-LIPI Tahun Anggaran 2018. Kami juga berterima kasih pada seluruh pegawai di Unit Kebersihan dan Kompos dan kepada para tenaga lokal yang diperbantukan selama kegiatan ini berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, Imawan W., Destri, Dian R.N., Suprayogi, Y., Efendi, M. & Kuswara, D. (2017). *Laporan Kinerja Tahunan BKT Kebun Raya Cibodas Tahun Anggaran 2017*. Kebun Raya Cibodas.
- Idhom, A. M. (2018). Cuaca Ekstrem Landa Indonesia Pekan ini sampai 3 Februari. <https://tirto.id/bmkg-cuaca-ektrim-landa-indonesia-pekan-ini-sampai-3-februari-cDZ8> [1 November 2018].
- Kartawinata K. (2013). *Diversitas Ekosistem Alam Indonesia*. Jakarta: LIPI Press dan Pustaka Obor Indonesia.
- Kebun Raya Cibodas (KRC). (2017). Sistem Informasi Data Tanaman KRC 2018. Cibodas Botanic Gardens Record. BKT KRC LIPI. <http://siregist.krcibodas.lipi.go.id/cibodas-botanic-gardens-record>. [1Maret 2018].
- Suharman, A. M., Husodo, A> H., Muhadjir, N. (2014). Kebijakan Pemerintah dalam Pengelolaan Sampah Domestik. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, Vol. 8(8): 404-410.
- Republik Indonesia. Undang-undang No 18 Tahun (2008). Tentang Pengelolaan Sampah. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Sofyan, A. (2013). Pengelolaan Sampah Malang Raya Menuju Pengelolaan Sampah Terpadu yang Berbasis Partisipasi Masyarakat. *Jurnal Humanity*, Vol.8 (2): 195-208.
- Unit Kebersihan dan Kompos. (2014). *Laporan Kerja Tahunan Unit Kebersihan dan Kompos*. BKT KRC-LIPI.
- Unit Kebersihan dan Kompos. (2015). *Laporan Kerja Tahunan Unit Kebersihan dan Kompos*. BKT KRC-LIPI.
- Unit Kebersihan dan Kompos. (2016). *Laporan Kerja Tahunan Unit Kebersihan dan Kompos*. BKT KRC-LIPI.
- Unit Kebersihan dan Kompos. (2017). *Laporan Kerja Tahunan Unit Kebersihan dan Kompos*. BKT KRC-LIPI.
- Unit Kebersihan dan Kompos. (2018). *Laporan Kerja Tahunan Unit Kebersihan dan Kompos*. BKT KRC-LIPI.

REINVENTARISASI TUMBUHAN OBAT DI TAMAN TEMATIK OBAT KEBUN RAYA CIBODAS

Aisyah Handayani*, Muhammad Efendi

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Kebun Raya Cibodas, PO BOX 19 Sindanglaya, Cipanas-Cianjur Jawa Barat 43253
e-mail: *aisyahandayani88@gmail.com

Abstrak. *Pembaruan data tumbuhan obat dilakukan di Taman Tematik Obat Kebun Raya Cibodas setelah kegiatan renovasi yang dilakukan di kawasan tersebut. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode eksplorasi, selanjutnya diidentifikasi menggunakan buku identifikasi. Informasi potensi pemanfaatannya didasarkan pada studi pustaka. Hasilnya, sebanyak 95 jenis tumbuhan obat telah terdata dari taman tematik obat, termasuk jenis tumbuhan liar yang belum dijadikan koleksi. Paling banyak jenis yang ditemukan berasal dari suku Asteraceae dan Lamiaceae. Berdasarkan perawakannya, tumbuhan tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut: herba (55 jenis), perdu (25 jenis), pohon (6 jenis), dan sisanya berupa tumbuhan empon-empon, serta liana. Berdasarkan studi pustaka, tumbuhan-tumbuhan tersebut banyak digunakan untuk mengatasi kesehatan permasalahan pencernaan, persendian, ekskresi kemih, luka, kulit, kesehatan reproduksi dan pemanfaatan lainnya. Secara lokal, sebagian kecil tumbuhan tersebut juga dimanfaatkan sebagai lalapan.*

Kata Kunci: *Kebun Raya Cibodas, konservasi eksitu, lalapan, taman tematik, tumbuhan obat*

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan tumbuhan obat mencapai lebih dari 2000 jenis (Zuhud 2009). Dari jumlah tersebut, baru sekitar 283 jenis yang sudah teregistrasi sebagai bahan obat tradisional/jamu (Prmono 2002). Ditambah lagi pemanfaatan obat tradisional dalam dunia medis masih minim diaplikasikan, karena bukti ilmiah dari khasiat obat tersebut masih belum banyak dibuktikan dan belum diproduksi pada skala industri (Dewoto 2007). Padahal, ancaman kerusakan hutan memiliki efek sangat besar terhadap kelestarian sumber daya hayati Indonesia. Tercatat pada tahun 2015-2016 angka deforestasi di kawasan hutan dan area penggunaan lain di Indonesia mencapai 490,197.20 Ha/tahun (BPS 2018).

Keberadaan Kebun Raya Cibodas (KRC) sebagai lembaga konservasi ex-situ tumbuhan diharapkan dapat membantu kegiatan penyelamatan tumbuhan yang terancam keberadaannya di habitat aslinya. Salah satu kegiatan yang dilakukan oleh KRC adalah mengoleksi jenis-jenis tumbuhan untuk kemudian dijadikan bahan penelitian serta sebagai sarana pendidikan lingkungan dan wisata, sehingga pada akhirnya turut juga membantu dalam kegiatan konservasi tumbuhan. Sampai Februari 2019, KRC sudah mengoleksi sebanyak 2054 jenis tumbuhan dari 238 suku, baik yang ditanam di wilayah kebun secara umum maupun yang berada di sejumlah taman tematik (Siregist 2019).

Salah satu taman tematik yang saat ini dalam proses perbaikan adalah Taman Tematik Obat. Perbaikan yang dilakukan meliputi perbaikan terhadap sarana dan prasarana yang ada serta perbaikan koleksi tumbuhannya. Kegiatan ini dilakukan untuk mengelola koleksi tanaman obat yang ada agar tertata dengan baik, serta dilakukan pendaftaran ke unit registrasi sehingga dicatat sebagai kekayaan koleksi KRC. Oleh karena itu salah satu langkah penting yang perlu dilakukan adalah re-inventarisasi jenis tumbuhan obat yang ada di kawasan Taman Tematik Obat, sekaligus mencari informasi mengenai khasiat yang dimiliki oleh setiap jenis tumbuhan obat yang ditemukan. Hal ini tentunya dapat membantu memudahkan pengelolaan Taman Tematik Obat yang dilakukan oleh manajemen Kebun Raya Cibodas, terutama oleh unit pengelola taman tematik.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode penjelajahan yang dilakukan di kawasan Taman Tematik Obat Kebun Raya Cibodas, untuk mendata jenis tumbuhan obat

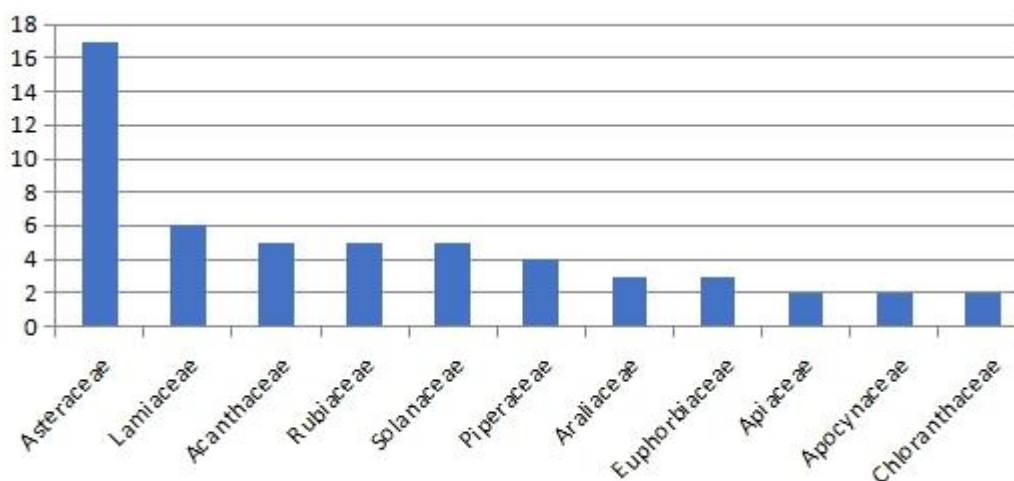
yang ada di kawasan tersebut (Rugayah et al., 2004). Jenis tumbuhan yang ditemukan dicatat nama ilmiah, nama lokal serta perawakannya, sedangkan jenis yang belum diketahui namanya diidentifikasi lebih lanjut mengacu pada buku identifikasi tumbuhan (van Steenis 2006) atau dibandingkan dengan spesimen herbarium *Hortus Botanicus Tjibodasensis* (CHTJ). Selanjutnya, informasi mengenai potensi pemanfaatan, bagian yang dimanfaatkan, cara pemanfaatan serta informasi lainnya ditelusuri menggunakan sejumlah pustaka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 95 jenis dari 47 suku tumbuhan berkhasiat sebagai obat berhasil diinventarisasi di kawasan Taman Tematik Obat KRC. Tumbuhan tersebut didominasi oleh jenis dari suku Asteraceae dan Lamiaceae (Gambar 1). Asteraceae merupakan salah satu suku dengan anggota terbanyak pada tumbuhan Angiospermae dan memiliki persebaran yang luas (Rahman et al., 2008; Funk et al., 2009). Secara tradisional, anggota suku Asteraceae dan Lamiaceae juga banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional di berbagai suku di Indonesia (Handayani 2015; Handayani 2015b; Lailaty et al., 2016; Simanjuntak 2017; Jumiarni & Komalasari 2017). Tempat hidupnya lebih menyukai daerah yang cenderung terbuka dan juga banyak ditemukan di pemukiman masyarakat (Jumiarni & Komalasari 2017).

Anggota jenis Asteraceae dikenal memiliki pertumbuhan yang cepat, waktu reproduksi yang singkat dan memiliki alat pemencaran biji relatif cepat (Funk et al., 2009). Banyak jenis dari Asteraceae yang telah lama ternaturalisasi di Kebun Raya Cibodas. Namun, jenis *Artemisia annua* yang kini sedang dikembangkan sebagai bahan baku obat malaria (Ermanyanti et al., 2016; Rahman et al., 2017) dan mulai meliar di kawasan Taman Obat KRC.

Berdasarkan perawakannya, sebagian besar jenis tumbuhan obat yang ditemukan berupa herba mencapai 55 jenis, sisanya berupa perdu (25 jenis), pohon (6 jenis), rumpun (2 jenis), dan liana (1 jenis). Hal ini sangat berkaitan dengan luas koleksi Taman obat yang relatif sempit dan dorongan untuk mengoleksi dalam jumlah jenis yang relatif banyak, sehingga koleksi tumbuhan herba dan perdu banyak dilakukan.



Gambar 1 Sepuluh suku tumbuhan terbanyak tumbuhan obat di Taman Obat Kebun Raya Cibodas. Ket. Sumbu X: Nama suku, sumbu Y: Jumlah jenis

Potensi Pemanfaatan Tumbuhan Sebagai Obat

Berdasarkan penelusuran terhadap sejumlah pustaka dapat diketahui beragam khasiat yang dimiliki oleh tumbuhan obat tersebut. Berbagai khasiat tersebut dikelompokkan ke dalam jenis-jenis penyakit yang dapat diobati berikut ini:

Penyakit Saluran Pencernaan

Jenis tumbuhan yang ditemukan paling banyak berkhasiat untuk mengobati pada saluran pencernaan. Adapun jenis penyakit yang termasuk ke dalam kelompok ini misalnya, sakit perut karena

diare, kolera, sakit magh, panas dalam, mual, cacingan, disentri, meningkatkan nafsu makan, perut kembung, kram perut, radang lambung, radang usus, serta konstipasi.

Tumbuhan yang berpotensi dalam mengobati penyakit pencernaan sebanyak 33 jenis, yaitu *Achyranthes bidentata*, *Acorus calamus*, *Ageratum conyzoides*, *Asclepias curassavica*, *Asplenium nidus*, *Blumea balsamifera*, *Centella asiatica*, *Codiaeum variegatum*, *Crassocephalum crepidioides*, *Datura metel*, *Erythrina variegata*, *Excoecaria cochinchinensis*, *Mentha × piperita*, *Mentha arvensis*, *Morinda citrifolia*, *Odontosoria chinensis*, *Orthosiphon aristatus*, *Oxalis barrelieri*, *Paederia foetida*, *Phyllanthus niruri*, *Physalis angulata*, *Pilea melastomoides*, *Plectranthus scutellarioides*, *Polygonum chinense*, *Polyscias scutellaria*, *Psidium guajava*, *Rothea serrata*, *Scutellaria javanica*, *Solanum nigrum*, *Sonchus Arvensis*, *Taraxacum officinale*, *Urena lobata*, dan *Youngia japonica*.

Beberapa jenis tersebut ada yang sudah dikenal secara umum dalam mengatasi penyakit pencernaan. Misalnya *Psidium guajava* atau jambu biji, daunnya sudah lama dikenal sebagai obat diare (Handayani 2015; Due & Marlina 2013). *Centella asiatica* (antan), *Mentha arvensis* (bijanggut; daun mint), *Pilea melastomoides* (pohpohan), dan *Solanum nigrum* (leunca) yang umum digunakan sebagai lalapan atau sayuran yang dimakan secara mentah di masyarakat Sunda (Handayani 2015; Santosa et al., 2015; Setiawan 2017; Cahyanto et al., 2018; Dharmono 2018) ternyata berkhasiat dalam memelihara kesehatan saluran pencernaan.

Penyakit Persedian

Kelompok penyakit persediaan, misalnya sakit pinggang, keseleo, reumatik, nyeri sendi, encok, pegal linu, sakit akibat asam urat, dan sakit punggung. Sebanyak 21 jenis tumbuhan yang memiliki khasiat dalam menyembuhkan penyakit kulit tersebut, yaitu *Alpinia malaccensis*, *Anredera cordifolia*, *Centella asiatica*, *Chloranthus elatior*, *Datura metel*, *Erigeron sumatrensis*, *Gardenia longifolia*, *Mimosa pudica*, *Morinda citrifolia*, *Orthosiphon aristatus*, *Paederia foetida*, *Phyllanthus niruri*, *Physalis angulata*, *Plantago major*, *Rothea serrata*, *Scutellaria javanica*, *Sida acuta*, *Sonchus arvensis*, *Staurogyne elongata*, *Taraxacum officinale*, dan *Urena lobata*.

Penyakit Pada Saluran Ekskresi Kemih

Penyakit pada saluran ekskresi kemih meliputi gangguan terhadap ginjal, susah buang air kecil, batu ginjal, infeksi saluran kemih, serta yang bersifat diuretik. Sebanyak 20 jenis tumbuhan yang memiliki potensi untuk mengobati jenis penyakit pada sekresi kemih, yaitu *Ageratum conyzoides*, *Centella asiatica*, *Cyperus rotundus*, *Dichroa febrifuga*, *Equisetum ramosissimum ssp. Debile*, *Melastoma malabathricum*, *Mimosa pudica*, *Mirabilis jalapa*, *Odontosoria chinensis*, *Orthosiphon aristatus*, *Paederia foetida*, *Physalis angulata*, *Plantago major*, *Plectranthus scutellarioides*, *Scutellaria javanica*, *Sonchus Arvensis*, *Spilanthes acmella*, *Staurogyne elongata*, *Strobilanthes crispata*, dan *Urena lobata*.

Luka dan Sariawan

Sebanyak 20 jenis tumbuhan yang ditemukan memiliki kemampuan dalam menyembuhkan luka termasuk sariawan. Jenis tumbuhan yang berpotensi dalam menyembuhkan luka dan sariawan antara lain *Achyranthes bidentata*, *Ageratina riparia*, *Ageratum conyzoides*, *Alpinia malaccensis*, *Anredera cordifolia*, *Asclepias curassavica*, *Austroeupeatorium inulifolium*, *Centella asiatica*, *Eleutherine bulbosa*, *Emilia sonchifolia*, *Mimosa pudica*, *Oxalis corniculata*, *Paederia foetida*, *Parameria laevigata*, *Physalis angulata*, *Piper aduncum*, *Polygala paniculata*, *Rothea serrata*, *Sauropus androgynous*, dan *Youngia japonica*.

Penyakit Kulit

Jenis penyakit kulit antara lain kurap, bisul, borok, kusta, eksim, pembersih kulit, kudis, bau badan, iritasi kulit, panu, koreng, kulit kering dan pecah-pecah, pembengkakan bagian tubuh. Sebanyak 18 jenis tumbuhan yang berkhasiat mengobati penyakit-penyakit tersebut, antara lain *Acorus calamus*, *Alpinia malaccensis*, *Centella asiatica*, *Clidemia hirta*, *Cosmos caudatus*, *Curculigo capitulate*, *Datura metel*, *Eleutherine bulbosa*, *Gardenia jasminoides*, *Impatiens platypetala*, *Mentha × piperita*, *Mirabilis jalapa*, *Oxalis corniculata*, *Physalis angulata*, *Plantago major*, *Polygala paniculata*, *Ricinus communis*, dan *Rothea serrata*.

Kesehatan Alat Reproduksi dan Produksi ASI

Jenis-jenis penyakit dan permasalahan kesehatan yang termasuk dalam kelompok, misalnya keputihan, gangguan menstruasi, penguat rahim, membantu melancarkan proses persalinan, perawatan setelah melahirkan, meningkatkan produksi ASI, membantu kesehatan ketika menopause, bersifat afrodisiak, dan juga bersifat anti fertilitas (untuk bahan kontrasepsi alami). Sebanyak 19 jenis tumbuhan yang memiliki potensi dalam mengatasi permasalahan kesehatan alat reproduksi dan meningkatkan produksi ASI, yaitu *Acorus calamus*, *Artemisia vulgaris*, *Blumea balsamifera*, *Chloranthus erectus*, *Cyperus rotundus*, *Erythrina variegata*, *Gnetum gnemon*, *Mentha × piperita*, *Mentha arvensis*, *Mirabilis jalapa*, *Parameria laevigata*, *Pilea melastomoides*, *Plantago major*, *Plectranthus scutellarioides*, *Ricinus communis*, *Rothea serrata*, *Sauropus androgynous*, *Talinum paniculatum*, dan *Urena lobata*.

Jenis tumbuhan yang memiliki potensi sebagai bahan kontrasepsi alami sangat penting untuk dikembangkan, misalnya *Chloranthus erectus*, *Erythrina variegata*, *Rothea serrata*, *Talinum paniculatum* (Thanamool et al., 2013a; Thanamool et al., 2013; Priastini 2014). Namun, jenis tumbuhan tersebut belum dikembangkan dalam dunia medis di Indonesia sebagai KB.

Jenis *Sauropus androgynous* atau katuk paling banyak dikenal oleh masyarakat untuk meningkatkan produksi ASI (Due & Marlina 2013; Fahrurrozi 2014). Padahal, jenis *Acorus calamus*, *Cyperus rotundus*, *Urena lobata* juga memiliki kemampuan yang sama dan belum dikenal luas penggunaannya di masyarakat (Motley 1994; Due & Marlina 2013; Kartika 2017). Oleh karena itu, jenis-jenis tersebut perlu dikembangkan lagi mengingat pentingnya produksi ASI dalam mendukung program pemberian ASI eksklusif demi tumbuh kembang bayi yang optimal (Pujiyanti 2008).

Penyakit Dalam

Kelompok penyakit dalam meliputi hipertensi, anemia, hepatitis, gangguan pada peredaran darah, diabetes, gangguan fungsi hati, dan gangguan jantung. Sebanyak 14 jenis tumbuhan memiliki potensi untuk mengatasi berbagai gangguan kesehatan tersebut, yaitu *Centella asiatica*, *Codiaeum variegatum*, *Cosmos caudatus*, *Equisetum ramosissimum* ssp. *debile*, *Hemigraphis paniculata*, *Hydrocotyle sibthorpioides*, *Mentha arvensis*, *Morinda citrifolia*, *Physalis angulata*, *Scutellaria javanica*, *Solanum nigrum*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*, dan *Youngia japonica*.

Demam

Sebanyak 15 jenis tumbuhan memiliki kemampuan dalam meredakan suhu tubuh ketika terjadi demam, misalnya *Asclepias curassavica*, *Asplenium nidus*, *Centella asiatica*, *Chloranthus erectus*, *Cyperus rotundus*, *Dichroa febrifuga*, *Graptophyllum pictum*, *Mimosa pudica*, *Morinda citrifolia*, *Oxalis corniculata*, *Physalis angulata*, *Piper sarmentosum*, *Rothea serrata*, *Sonchus Arvensis*, dan *Urena lobata*.

Malaria

Jenis tumbuhan yang berkhasiat mengobati malaria ternyata cukup banyak ditemukan di kawasan taman tematik tanaman obat KRC ini. Terdapat 12 jenis tumbuhan tersebut, yakni *Artemisia annua*, *Centella asiatica*, *Clidemia hirta*, *Dichroa febrifuga*, *Eryngium foetidum*, *Erythrina variegata*, *Graptophyllum pictum*, *Piper aduncum*, *Ricinus communis*, *Rothea serrata*, *Taraxacum officinale*, dan *Urena lobata*. Hasil penelitian Lailaty *et.al* (2016) di Kebun Raya Cibodas terdapat lebih dari 100 jenis tumbuhan yang memiliki potensi sebagai obat anti malaria, tetapi tidak hanya terdapat di Taman Tematik Obat, melainkan lebih banyak tersebar di seluruh bagian kebun.

Penyakit Saluran Pernafasan

Jenis penyakit yang termasuk ke dalam kelompok ini antara lain adalah batuk, flu, masuk angin, sesak nafas, bronkitis, serta asma. Terdapat 12 jenis tumbuhan yang berpotensi mengobati penyakit pada saluran pernafasan, yaitu *Achyranthes bidentate*, *Blumea balsamifera*, *Cymbopogon citratus*, *Datura metel*, *Mentha arvensis*, *Mimosa pudica*, *Oxalis corniculata*, *Paederia foetida*, *Physalis angulata*, *Piper aduncum*, *Piper sarmentosum*, dan *Urena lobata*.

Sakit Kepala

Jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai obat sakit kepala adalah *Asplenium nidus*, *Cymbopogon citratus*, *Cyperus rotundus*, *Erigeron sumatrensis*, *Eryngium foetidum*, *Jasminum sambac*, *Mentha × piperita*, *Morinda citrifolia*, dan *Taraxacum officinale*.

Anti-Kanker

Hasil dari sejumlah penelitian diketahui jenis-jenis tumbuhan berikut ini memiliki potensi sebagai anti-kanker, yaitu *Asplenium nidus*, *Pilea melastomoides*, *Sonchus Arvensis*, *Symphytum officinale*, *Taxus sumatrana*, *Typhonium flagelliforme*, dan *Youngia japonica*. *Taxus sumatrana* atau cemara sumatra merupakan jenis yang paling potensial untuk dikembangkan sebagai sumber antikanker (Karossi et al., 2009; Hidayat et al., 2014; Aprianis et al., 2017; Mustarichie & Udin 2018). Apalagi jenis ini termasuk kedalam redlist IUCN dengan status *endangered* (Thomas & Farjon 2011), sehingga perlu secepatnya diformulasikan sediaan obat antikanker dari *Taxus sumatrana* sebelum jenis ini punah.

Sakit Mata

Beberapa jenis tumbuhan yang berpotensi untuk mengobati sakit mata, misalnya *Blumea balsamifera*, *Jasminum sambac*, *Oxalis corniculata*, *Piper aduncum*, dan *Rotheca serrata*. Biasanya masyarakat di sekitar Kebun Raya Cibodas memanfaatkan kuncup bunga *Brugmansia* spp. sebagai obat tetes mata. Begitu juga dengan jenis sirih (*Piper betle*) yang digunakan untuk mengeluarkan kotoran di mata.

Perawatan Fungsi Saraf dan Otak

Kelompok penyakit ini dalam kelompok ini antara lain kejang, epilepsi, serta meningkatkan fungsi otak. Jenis tumbuhan yang berpotensi dalam perawatan fungsi saraf dan otak adalah *Centella asiatica*, *Melastoma malabathricum*, *Mentha arvensis*, *Oxalis corniculata*, dan *Paederia foetida*. *Centella asiatica* atau pegagan sudah lama diketahui meningkatkan fungsi otak terutama pada daya ingat (Muchtaramah & Umami 2016; Kartika 2017).

Memelihara Kesehatan Gigi dan Tulang

Kelompok penyakit yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah sakit gigi serta memiliki kemampuan menyembuhkan tulang yang patah. Jenis tumbuhan yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah *Piper aduncum*, *Spilanthes iabadicensis*, *Datura metel*, dan *Urena lobata*.

Kelompok Penyakit Lainnya

Jenis tumbuhan yang memiliki khasiat untuk mengatasi permasalahan kesehatan lainnya, misalnya *Alangium chinense*, *Clidemia hirta*, *Polyscias scutellaria*, *Taraxacum officinale* yang dimanfaatkan sebagai penguat akar rambut/tonikum; *Ageratum conyzoides*, *Oxalis corniculata*, *Rotheca serrata* untuk antitoksin terhadap gigitan ular beracun; *Eugenia uniflora*, *Houttuynia cordata*, dan *Murraya paniculata* memiliki kandungan antioksidan yang tinggi; antiinflamasi (*Ageratum conyzoides*, *Sarcandra glabra*), antijamur (*Acorus calamus*, *Begonia hirtella*), anti-leukemia (*Taxus sumatrana*), antibiotik (*Paederia foetida*), antibakteri (*Begonia hirtella*), insektisida (*Acorus calamus*), larvasida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* (*Murraya paniculata*), serta berfungsi sebagai antidepresan (penenang) dan mengatasi insomnia (*Acorus calamus*, *Mentha × piperita*, dan *Mimosa pudica*).

Dari sejumlah jenis tumbuhan obat yang ditemukan di kawasan Taman Tematik Tanaman Obat, terdapat beberapa jenis tumbuhan obat yang memang sudah dikenal luas serta sudah dijadikan produk komersial dan telah banyak beredar di pasaran. Jenis ini diantaranya *Centella asiatica* (pegagan), *Morinda citrifolia* (mengkudu), *Phaleria macrocarpa* (mahkota dewa), *Parameria laevigata* (kayu rapet), *Sauropus androgynous* (katuk), dan *Alpinia malaccensis* (lengkuas). Bentuk sediaan obat yang ada berupa kapsul, pil, jamu, atau hanya berupa simplisia.

Selain jenis-jenis tersebut, terdapat juga jenis yang cukup berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku obat, terutama jenis tumbuhan obat asli Indonesia. Beberapa jenis tersebut diantaranya *Acorus calamus* (jeringau) yang menghasilkan minyak atsiri dengan banyak khasiat (Motley 1994), *Artemisia annua* dan *A. vulgaris* yang berpotensi sebagai obat antimalaria (Lailaty et.al 2016), *Erythrina variegata* (dadap) dan *Rotheca serrata* (senggugu) sebagai bahan baku alat KB alami

(Priastini 2014), *Murraya paniculata* atau kemuning sebagai larvasida pada nyamuk *Aedes aegypti* (Minarni et.al 2013), *Blumea balsamifera* (sembung) dan *Plectranthus scutellarioides* (jawan kotok) sebagai ramuan untuk perawatan wanita pasca melahirkan (Fahrurrozi 2014), *Scutellaria javanica*, *Staurogyne elongata* (rendeu), dan *Urena lobata* (pungpulitan) sebagai bahan baku obat reumatik (Fahrurrozi 2014; Handayani 2015; Kartika 2017), *Paederia foetida* (kahitutan) dan *Strobilanthes crispus* (keji beling) berpotensi untuk mengobati batu ginjal (Fahrurrozi 2014), serta *Taxus sumatrana* (cemara sumatra) dan *Typhonium flagelliforme* (keladi tikus) yang memiliki kandungan antikanker (Karossi et al., 2009; Lai et al., 2010; Hidayat et al., 2014; Purwaningsih et al., 2015; Aprianis et al., 2017; Mustarichie & Udin 2018).

Pada akhirnya hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam kegiatan pengelolaan Taman Tematik Obat Kebun Raya Cibodas. Secara umum jenis tumbuhan obat serta khasiatnya sudah diketahui, sehingga memudahkan untuk mengelompokkan jenis tumbuhan berdasarkan khasiat yang dimiliki. Ke depannya, jika diadakan pengayaan jenis untuk Taman Tematik Obat maka daftar jenis ini dapat membantu untuk kegiatan eksplorasi tumbuhan obat serta penataan tanaman di dalam kawasan Taman Tematik Obat.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, E., & Pokhrel, B. (2006). Ethno-medicinal plants used by Bantar of Bhaudaha, Morang, Nepal. *Our Nature* 4(1): 96-103.
- Algameta, E. D. (2009). Uji Aktivitas Antioksidan Tablet Effervescent Dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) Dan Sambiloto (*Andrographis paniculata*) pada Tikus yang Dibebani Glukosa. *Disertasi*. Surakarta: Univerversitas Muhammadiyah Surakarta
- Aprianis, Y., Novriyanti, E., & Teruna H.Y. (2017). Bioaktivitas ekstrak *Taxus sumatrana*. *Journal Lignocellulose Technology* 02 (2017): 50 – 54
- Ariandi, A., & Khaerati, K. (2016). Identifikasi Indeks Keanekaragaman Tanaman Obat-obatan di Kawasan Hutan Kelurahan Battang dan Battang Barat. *Prosiding Seminar Nasional UNCP* 2(1).
- BPS. (2018). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2018*. Badan Pusat Statistik Indonesia
- Bansal, P., Paul, P., Mudgal, J., Nayak, P. G., Pannakal, S. T., Priyadarsini, K. I., & Unnikrishnan, M. K. (2012). Antidiabetic, antihyperlipidemic and antioxidant effects of the flavonoid rich fraction of *Pilea microphylla* (L.) in high fat diet/eptozotocin-induced diabetes in mice. *Experimental and Toxicologic Pathology* 64(6): 651-658.
- Budhi, S., & Sisillia, L. (2007). Kajian Etnobotani Tumbuhan Obat pada Masyarakat Dusun Semoncol Kecamatan Balai Kabupaten Sanggau. *Jurnal Hutan Lestari* 1(3).
- Bunawan, H., Baharum, S. N., Bunawan, S. N., Amin, N. M., & Noor, N. M. (2014). *Cosmos caudatus* Kunth: A traditional medicinal herb. *Global. J. armacol* 8: 420-426.
- Cahyanto, T., Supriyatna, A., Sholikha, M. A., Saepuloh, A., & Rahmawati, D. (2018). Inventory of plants used as lalapan in Subang, West Java. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2019, No. 1, p. 020007). AIP Publishing.
- Chattopadhyay, S. K., Kumar, T. S., Maulik, P. R., Srivastava, S., Garg, A., Sharon, A., & Khanuja, S. P. S. (2003). Absolute configuration and anticancer activity of taxiresinol and related lignans of *Taxus wallichiana*. *Bioorganic & medicinal chemistry* 11(23): 4945-4948.
- Darwis, W. (2012). Tanaman Obat yang terdapat di Kota Bengkulu yang Berpotensi sebagai Obat Penyakit dan Gangguan pada Sistem Pencernaan Manusia. *Konservasi Hayati* 8(1): 1-15.
- Dewoto, H. R. (2007). Pengembangan obat tradisional Indonesia menjadi fitofarmaka. *Majalah Kedokteran Indonesia*, 57(7), 205-211.
- de Winter, W.P. & Amoroso, V.B. (2003). *Plant Resources of South-East Asia* No. 15(2): Cryptogams: Fern and fern allies. Leiden: Backhuys Publishers.
- Dharmono, D. (2018). Kajian Etnobotani Tumbuhan Jalukap (*Centella asiatica* L.) di Suku Dayak Bukit Desa Haratai 1 Loksado. *Bioscientiae*, 4(2).
- Due, R., & Marlina, R. (2013). Etnobotani Tumbuhan Obat Suku Dayak Pesaguan Dan Implementasinya Dalam Pembuatan Flash Card Biodiversitas. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran* 3(2).

- Ermayanti, T.M., Lelono, A.A. Al Hafizh, E., & Rahman, W. (2016). Kadar artemisinin kultur tunas *Artemisia annua* dan tanaman di lapangan hasil perlakuan kolkisin secara in vitro. *Prosiding Seminar Nasional XXV "Kimia dalam Industri dan Lingkungan" Hotel Phoenix Yogyakarta, 17 Nopember 2016: 345-352.*
- Funk, F.A., Susanna, A., Stuessy, T.F., & Bayer, R.J (eds.). (2009). *Systematics, Evolutions and Biogeography of Compositae*. Michigan, USA: Sheridan Books, Inc., Ann Arbor.
- Fahrurrozi, I. (2014). Keanekaragaman tumbuhan obat di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan di hutan terfragmentasi Kebun Raya Cibodas serta pemanfaatannya oleh masyarakat lokal. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Girmansyah, D. (2014). Validasi, Distribusi dan Pemanfaatan Acanthaceae di Jawa. *Berita Biologi* 13(1): 107-113.
- GK, S., & MS Bharath, M. (2011). Exploring the role of "Brahmi" (*Bacopa monnieri* and *Centella asiatica*) in brain function and therapy. *Recent patents on endocrine, metabolic & immune drug discovery*, 5(1), 33-49.
- Handayani, A. (2015). Keanekaragaman Lamiaceae berpotensi obat koleksi Taman Tumbuhan Obat Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat. *In Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* (Vol. 1, No. 6, pp. 1324-1327).
- Handayani, A. (2015). Pemanfaatan tumbuhan berkhasiat obat oleh masyarakat sekitar Cagar Alam Gunung Simpang, Jawa Barat. *In Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. (Vol. 1, No. 6, pp. 1425-1432)
- Handayani, A. & Noviady, I. (2017). Apocynaceae di Kebun Raya Cibodas dan Potensinya sebagai Bahan Obat. *In prosiding Seminar Nasional Biologi (SEMABIO) 2017 "Pemanfaatan Biodiversitas Berbasis Kearifan Lokal"*. UIN Sunan Gunung Djati, Bandung. Hal 979-987
- Hidayat, A., Hendalastuti, H., & Subiakto, R.A. (2014). *Taxus sumatrana* Mutiara Terpendam dari Zamrud Sumatra. Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi: Bogor
- Hirono, I., Mori, H., & Haga, M. (1978). Carcinogenic activity of *Symphytum officinale*. *Journal of the National Cancer Institute* 61(3): 865-869.
- Herlina, T., Supratman, U., Subarnas, A., Sutardjo, S., & Abdullah, N. R. (2007). Aktivitas Antimalaria Daun *Erythrina variegata*. *Jurnal Natur Indonesia* 10(1): 36-41
- Holdsworth, D., & Lacanienta, E. (1981). Traditional Medicinal Plants of the Central Province of Papua New Guinea Part I. *Quarterly Journal of Crude Drug Research* 19(4): 141-154.
- Ismail, I. F., Golbabapour, S., Hassandarvish, P., Hajrezaie, M., Abdul Majid, N., Kadir, F. A., & Abdulla, M. A. (2012). Gastroprotective activity of *Polygonum chinense* aqueous leaf extract on ethanol-induced hemorrhagic mucosal lesions in rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012.
- Jumiarni, W.A. & Komalasari, O. (2017). Eksplorasi jenis dan pemanfaatan tumbuhan obat pada masyarakat suku muna di permukiman Kota Wuna. *Trad. Med. J.* 22(1), p 45-56.
- Karossi, A. T., Poniah, A., Udin, L. Z., & Rieny, S. (2009). Anti Breast Cancer Activity of Ethyl Acetate Extract of Fermentation Broth Employing Endophytic Fungi *Taxus Sumatrana* Isolates. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 11(1).
- Kartika, T. (2017). Potensi Tumbuhan Liar Berkhasiat Obat di Sekitar Pekarangan Kelurahan Silaberanti Kecamatan Silaberanti. *Sainmatika* 14(2): 89-99.
- Kurade, N.P., Jaitak, V., Kaul, V.K., & Sharma, O.P. (2010). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of *Lantana camara*, *Ageratum houstonianum* and *Eupatorium adenophorum*. *Pharmaceutical Biology* 48(5): 539-544
- Lai, C. S., Mas, R. H., Nair, N. K., Mansor, S. M., & Navaratnam, V. (2010). Chemical constituents and in vitro anticancer activity of *Typhonium flagelliforme* (Araceae). *Journal of ethnopharmacology*, 127(2), 486-494.
- Lailaty, I.Q., Muhaimin, M., Handayani, A., Efendi, M., Nadhifah, A., & Noviady, I. (2016). Potensi tumbuhan koleksi Kebun Raya Cibodas sebagai obat anti malaria masa depan. *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia* 9(1): 37-57.
- Longuefosse, J.-L., & Nossin, E. (1996). Medical ethnobotany survey in Martinique. *Journal of Ethnopharmacology* 53(3): 117-142.

- Mardiana, M., Supraptini, S., & Aminah, N. S. (2009). Datura Metel Linnaeus sebagai Insektisida dan Larvasida Botani serta Bahan Baku Obat Tradisional. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan* 19(3).
- Mariani, R. (2017). Studi Etnofarmakognosi-Etnofarmakologi Tumbuhan Sebagai Obat di Kampung Naga Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Farmasi Galenika*, 2(01)
- Minarni, E., Armansyah, T., & Hanafiah, M. (2013). Daya larvasida ekstrak etil asetat daun kemuning (*Murraya paniculata* (L) jack) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Medika Veterinaria* 7(1).
- Motley, T. J. (1994). The ethnobotany of sweet flag, *Acorus calamus* (Araceae). *Economic Botany*, 48(4): 397–412.
- Moumou, F., Thomas, A.A., Kainde, R.P., & Nurmawan, W. (2015). Pemanfaatan tumbuhan obat oleh masyarakat Desa Toliwang Kecamatan Kao Barat Kabupaten Halmahera Utara. *COCOS* 6 (12).
- Muchtaromah, B., & Umami, L. R. (2016). Efek Farmakologi Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) Sebagai Suplemen Pemacu Daya Ingot. In *Prosiding Seminar Biologi*.
- Mustarichie, R., & Udin, L. Z. (2018). In vitro anticancer activity of extract fractions resulted from fermented endophytic fungi on *Taxus sumatrana*. *Drug Invention Today*, 10(4).
- Nasution, A. R., & Mahdalena, M. (2018). Kajian Etnobotani Melalui Pemanfaatan Tanaman Obat di Desa Rema Kecamatan Bukit Tusam Kabupaten Aceh Tenggara. *Prosiding Biotik*, 4(1).
- Nilawati, T. S., & Sheba, L. Tumbuhan Obat di Legok Jero Situ Lembang. In seminar Penggalang Taksonomi Tumbuhan Indonesia (PTTI), Bogor 21 – 23 Oktober 2008.
- Ooi, L. S., Wang, H., Luk, C. W., & Ooi, V. E. (2004). Anticancer and antiviral activities of *Youngia japonica* (L.) DC (Asteraceae, Compositae). *Journal of ethnopharmacology* 94(1): 117-122.
- Pant, S., & Samant, S. S. (2010). Ethnobotanical observations in the Mornaula reserve forest of Komoun, West Himalaya, India. *Ethnobotanical Leaflets* 2010(2): 8.
- Pramono, E. (2002). The commercial use of traditional knowledge and medicinal plants in Indonesia. *Submitted for multi-stakeholder dialogue on trade, intellectual property and biological resources in Asia*.
- Priastini, R. (2014). Tanaman Obat Alami di Indonesia Sebagai Alternatif Antifertilisasi Laki-laki. *Jurnal Kedokteran Meditek* 15(39B).
- Pujiyanti, S. (2008). Pengaruh Pemberian Air Susu Ibu (ASI), Konsumsi Zat Gizi, dan Kelengkapan Kartu Menuju Sehat (KMS) terhadap Status Gizi Bayi. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 3(1), 7-11.
- Purwaningsih, E., Widayanti, E., & Suciati, Y. (2015). Cytotoxicity assay of *Typhonium flagelliforme* Lodd against breast and cervical cancer cells. *Universa Medicina*, 33(2), 75-82.
- Rahman, A.H.M.M. (2013). Medico-Ethnobotany: A study on the tribal people of Rajshahi Division, Bangladesh. *Peak Journal of Medicinal Plants Research* 1(1): 1-8.
- Rahman, A.H.M.M, Alam, M.S., Khan, S.K., Ahmed, F., Rafiul Islam, A.K.M., & Rahman, M.M. (2008). Taxonomic studies on the family Asteraceae (Compositae) of the Rajshahi Division. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(2): 134-140.
- Rahman, W., Al Hafizh, E., Ermayanti, T.M., Rantau, D.E., & Lelono, A.A. (2017). Acclimation and agronomic performance of polyploids clones of *Artemisia annua* L. *Jurnal Biologi Indonesia* 13(1): 33-41.
- Ramli, M. R., Milow, P., & Chooi, O. H. (2015). Traditional Knowledge of a Practitioner in Medicinal Plants of Masjid Ijok Village, Perak, Malaysia. *Studies on Ethno-Medicine* 9(1): 59–66.
- Ratnasooriya, W., Pieris, K. P., Samaratunga, U., & Jayakody, J. R. A. (2004). Diuretic activity of *Spilanthes acmella* flowers in rats. *Journal of Ethnopharmacology* 91(2-3): 317–320.
- Rohman, A., & Riyanto, S. (2005). Daya antioksidan ekstrak etanol Daun Kemuning (*Murraya paniculata* (L) Jack) secara in vitro. *Majalah Farmasi Indonesia*, 16(3), 136-140.
- Rugayah, Retnowati, A., Windadri, F.I., & Hidayat, A. 2004. *Pengumpulan Data Taksonomi*. Dalam Rugayah, Widjaja, E.A., dan Praptiwi (eds). *Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora*. Bogor: Puslit Biologi LIPI.
- Safitri, S., Yolanda, R., & Brahmana, E. M. (2015). Studi Etnobotani Tumbuhan Obat di Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FKIP Prodi Biologi*, 1(1).
- Santosa, E., Prawati, U., Mine, Y., & Sugiyama, N. (2015). Agronomy, utilization and economics of indigenous vegetables in West Java, Indonesia. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 6(3), 125-134.

- Sathiyaraj, G., Muthukumar, T., & Ravindran, K. C. (2015). Ethnomedicinal importance of fern and fern allies traditionally used by tribal people of Palani Hills (Kodaikanal), Western Ghats, South India. *Journal of Medicinal Herbs and Ethnomedicine*, 4-9.
- Setiawan, E. (2017). Studi Etnobotani Pemanfaatan Tanaman Sayuran di Kabupaten Pamekasan. *Rekayasa*, 10(1), 1-8.
- Silalahi, M., Nisyawati, Walujo, E. B., Supriatna, J., & Mangunwardoyo, W. (2015). The local knowledge of medicinal plants trader and diversity of medicinal plants in the Kabanjahe traditional market, North Sumatra, Indonesia. *Journal of Ethnopharmacology* 175: 432–443.
- Simanjuntak, H.A. (2017). Potensi famili Asteraceae sebagai obat tradisional di masyarakat etnis Simalungun Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara. *BioLink Vol. 4 (1) Agustus 2017*. 11-18.
- SINDATA. 2019. Sistem Informasi Data Tanaman koleksi Kebun Raya Cibodas. <https://siregist.krcibodas.lipi.go.id/Cibodas-Botanic-Gardens-Record/CBGR/index.php>.
- Sopi, I.I.P.B. & Tallan, M.M. (2015). Kajian beberapa tumbuhan obat yang digunakan dalam pengobatan malaria secara tradisional. *SPIRAKEL*, 7(2): 28-37
- Sudirga, S. K. (2012). Pemanfaatan Tumbuhan sebagai Obat Tradisional di Desa Trunyan Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli. *Bumi Lestari* 4(2): 7-18.
- Susiarti, S. (2006). Pengetahuan dan pemanfaatan tumbuhan obat di Sabang-pulau Weh, Nangroe Aceh Darussalam. *J. Tek. Ling (Edisi khusus)*: 198-199.
- Tagne, M. A. F., Kamgang, R., Noubissi, P. A., & Oyono, J. L. E. (2015). Activity of Oxalis barrelieri aqueous extract on rat secretory diarrhea and intestine transit. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 5(01): 058-062.
- Thanamool, C., Papirom, P., Chanlun, S., & Kupittayanant, S. (2013). *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gertn: A medicinal plant with potential estrogenic activity in ovariectomized rats. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci* 5: 478-485.
- Thanamool, C., Thaeomor, A., Chanlun, S., Papirom, P., & Kupittayanant, S. (2013). Evaluating the anti-fertility activity of *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn in female Wistar rats. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 7 (26): 1802-1807.
- Thomas, P. & Farjon, A. (2011). *Taxus wallichiana*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2011: e.T46171879A9730085. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T46171879A9730085.en>. Downloaded on 04 Maret 2019.
- Tian, L., Zhao, Y., Guo, C., & Yang, X. (2011). A comparative study on the antioxidant activities of an acidic polysaccharide and various solvent extracts derived from herbal *Houttuynia cordata*. *Carbohydrate Polymers* 83(2): 537-544.
- Yusro, F., Wardenaar, E., & Haryono, D. (2014). Kajian Etnobotani Tumbuhan Obat di Desa Mengkiang Kecamatan Sanggau Kapuas Kabupaten Sanggau. *Jurnal Hutan Lestari* 2(3).
- Van Steenis, C.G.G.J. (2006). *Flora Pegunungan Jawa*. Bogor. Pusat Penelitian Biologi, LIPI.
- Zuhud, E. A. (2009). Potensi hutan tropika Indonesia sebagai penyangga bahan obat alam untuk kesehatan bangsa. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*, 6(6), 227-232.

RESPON PERTUMBUHAN TUNAS JATI TERHADAP KONSENTRASI KALSIMUM SECARA *IN VITRO*

Indira Riastiwi¹, Apriliana Dyah Prawestri², Witjaksono*

^{1,2,3}Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi – LIPI; Jl. Raya Jakarta – Bogor KM. 46 Cibinong 16911
e-mail: *witi002@lipi.go.id

Abstrak. *Jati merupakan tanaman kehutanan yang bernilai tinggi. Pengembangan penanaman jati memerlukan bibit dalam jumlah banyak dan bisa dipenuhi dengan teknik kultur jaringan. Protokol kultur jaringan jati telah banyak dipublikasikan tetapi pada umumnya hanya menggunakan media MS dan pada medium tersebut terjadi gejala defisiensi kalsium, yaitu nekrosis pada pucuk. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari respon pertumbuhan beberapa klon jati terhadap berbagai konsentrasi kalsium di media tumbuh. Media dasar yang digunakan adalah media MS yang ditambah 0,1 mg/L BA dengan memodifikasi konsentrasi kalsium CaCl₂.2H₂O serta ditambah Ca-Pantothenate. Merujuk pada standar konsentrasi CaCl₂.2H₂O media MS (440 mg/L), modifikasi kalsium yang digunakan, yaitu: 1) 0 Ca (kontrol tanpa kalsium); 2) 0,375 Ca; 3) 0,75 Ca; 4) 1,125 Ca; 5) 1,5 Ca; 6) 3 Ca. Sebanyak 5 buku tunas diinokulasikan dalam 25 ml medium dalam 125 mL botol gelas. Inokulasi diulang sebanyak 4 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan tanpa kalsium terjadi nekrosis pada pucuk. Pada klon yang relatif tidak toleran terhadap kalsium, perlakuan kalsium tinggi maupun rendah menyebabkan terhambatnya pertumbuhan buku dan tinggi tunas jati secara in vitro. Perlakuan konsentrasi 0,75 Ca (330 mg/L CaCl₂.2H₂O dan 2 mg/L Ca-P) menghasilkan pertumbuhan optimal pada semua klon.*

Kata kunci: *jati, kalsium, pertumbuhan, mikroropagasi*

PENDAHULUAN

Jati (*Tectona grandis* Linn.f.) merupakan salah satu spesies kayu yang paling bernilai di dunia dan tersebar di negara-negara tropis atau sub-tropis. Penanaman jati secara global diperkirakan mencapai tiga juta hektar yang sebagian besar berada di India (44%) dan Indonesia (33%) (Palanisamy et al., 2009). Di Indonesia, produksi kayu jati berada pada peringkat 6 setelah akasia, meranti, sengon, ekaliptus, dan rimba campuran. Data statistik produksi kehutanan tahun 2017 menunjukkan bahwa produksi kayu bulat khususnya jati mencapai 0,54 juta m³ dengan produksi terbesar (92,2%) ada di pulau Jawa (Badan Pusat Statistik, 2018). Kayu jati memiliki nilai ekonomi tinggi karena multifungsi yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembangunan rumah, perahu dan kapal, hingga kerajinan pahat yang bernilai seni tinggi untuk furnitur. Selain itu, kayu jati memiliki tingkat durabilitas yang tinggi sebagai akibat dari sifatnya yang tahan terhadap serangan jamur dan semut putih serta resisten terhadap pembusukan. Oleh karena itu, jati diusahakan oleh banyak pihak seperti badan usaha milik negara (BUMN), swasta maupun masyarakat (Palanisamy et al., 2009; Pudjiono, 2014).

Secara tradisional, jati diproduksi melalui perbanyakan generatif menggunakan semai biji, namun pada banyak kasus, perkecambahan biji sulit dilakukan karena faktor kulit biji yang tebal, kualitas biji yang jelek serta lambatnya produksi biji. Laju perkecambahan yang rendah mengarah pada produksi semai yang rendah pula dan berakibat pada kekurangan bibit untuk penanaman (Mendoza de Tyves et al., 2007). Oleh karena itu, perbanyakan melalui vegetatif khususnya mikropopagasi melalui teknik kultur jaringan menjadi metode alternatif untuk menghasilkan bibit yang berkualitas dalam jumlah besar.

Protokol kultur jaringan jati telah banyak dipublikasikan dan pada umumnya menggunakan media MS (Nursyamsi et al., 2007; Mendoza de Tyves et al., 2007; Srinivasan et al., 2012; Senthilkumar, 2015; Tambarussi et al., 2017). Akan tetapi sering kali muncul nekrosis pucuk pada biak in vitro yang disebabkan karena defisiensi nutrisi kalsium (Ca) dalam media (Srivastava & Joshi, 2013).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatasi nekrosis pucuk ini (Chiruvella et al., 2012; Kishore et al. 2014), namun belum pernah dicobakan pada tanaman jati dalam biak in vitro.

Penelitian terkait kebutuhan jati akan kalsium masih terbatas pada tahap semai yang dilakukan pada media tumbuh di pot (Zhou et al., 2012). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari respon pertumbuhan biak jati terhadap berbagai konsentrasi kalsium di media tumbuh *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Bahan tanaman berupa biak tunas jati dari empat klon, yaitu klon mutan MK10, MK53, dan klon tetraploid mutan MK44-4X, K15-4X berumur 5-6 minggu. Biak tunas dipelihara dalam rak kultur menggunakan sumber cahaya dari lampu fluorescence cool daylight dengan intensitas cahaya sebesar 2000 lux ($46 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) dengan fotoperioda 16 jam di dalam ruang biak dengan temperatur ruang diatur pada suhu $25 \pm 2^\circ\text{C}$ dan kelembaban udara 40%.

Media dasar yang digunakan adalah media MS (Murashige & Skoog, 1962) dengan konsentrasi NH_4NO_3 dan KNO_3 yang telah dimodifikasi (Witjaksono & Litz, 1999; Witjaksono et al. 2009), dan kandungan CaCl_2 sesuai perlakuan dan ditambah 1 mg/L thiamin, 0,1 mg/L BA, 30 g/L gula, 100 mg/L myoinositol. Keasaman media diatur pada pH 5,7-5,8. Media dipadatkan dengan 8 g/L agar. Media dituang pada botol kultur 125 mL sebanyak masing-masing 25 mL dan ditutup dengan plastik bahan dan diamankan dengan karet gelang. Botol media disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C selama 20 menit. Media tumbuh disimpan setidaknya semalam sebelum digunakan.

Respon pertumbuhan biak jati terhadap kalsium dipelajari dengan memodifikasi konsentrasi $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan menambahkan sumber Ca organik Ca-Pantothenate pada medium tumbuh. Modifikasi konsentrasi $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ merujuk pada standar konsentrasi sesuai formulasi MS, yaitu 440 mg/L. Karena itu, perlakuan kalsium yang dicobakan merujuk pada kelipatan formulasi MS, yaitu sebagai berikut: 1) 0 Ca (kontrol negatif tanpa kalsium); 2) 0,375 Ca (165 mg/L $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ditambah 1 mg/L Ca-Panthotenate); 3) 0,75 Ca (330 mg/L $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ditambah 2 mg/L Ca-Panthotenate); 4) 1,125 Ca (495 mg/L $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ditambah 3 mg/L Ca-Panthotenate); 5) 1,5 Ca (660 mg/L Ca $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ditambah 4 mg/L Ca-Panthotenate); 6) 3 Ca (1320 mg/L $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ditambah 8 mg/L Ca-Panthotenate).

Inokulum yang dipakai adalah buku tunas dari biak tunas empat klon mutan tersebut di atas. Buku tunas dipotong dari tunas *in vitro* sepanjang sekitar 0,1-0,3 cm di atas dan 0,5-0,8 cm di bawah buku, dan setengah lembar daun dibuang. Sebanyak 5 buku tunas diinokulasi secara aseptis pada media perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali. Biakan kemudian diinkubasi di ruang biak seperti pada ruang pemeliharaan bahan tanaman.

Parameter pertumbuhan yang meliputi tinggi tunas, jumlah buku daun dan jumlah daun serta pencoklatan pucuk tunas diamati pada umur enam minggu setelah inokulasi. Tinggi tunas diukur dengan mistar, sementara pencoklatan pucuk tunas dipotret dengan kamera digital Sony Cyber-shot DSC-WX500. Data diplot dan dianalisis dengan regresi dengan program *Excel Microsoft Office*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pertumbuhan biak tunas tunas jati dari inokulum buku tunas secara visual sangat dipengaruhi oleh perlakuan kalsium dalam medium tumbuh dan menunjukkan pola parabola. Pada perlakuan tanpa kalsium, tunas baru yang terbentuk berukuran kecil, roset dan dengan ukuran daun kecil tidak membentuk lamina yang terbuka. Selain itu terjadi juga nekrosis pada pucuk. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, tunas tumbuh lebih panjang dengan daun yang lebih lebar dengan ruas yang panjang. Pada konsentrasi kalsium yang lebih tinggi lagi, tunas tumbuh roset dan ukuran daun juga mengecil (Gambar 1).

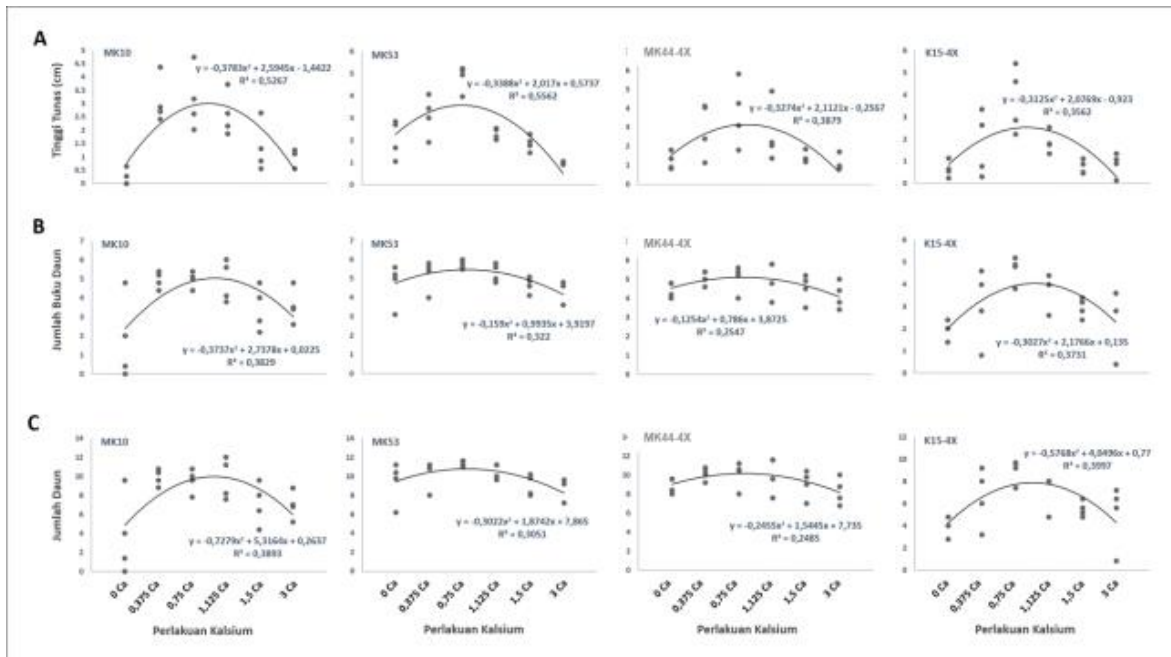


Gambar 1. Keragaan tunas jati MK44-4X yang ditumbuhkan pada media perlakuan kalsium enam minggu setelah inokulasi. Pucuk tunas pada perlakuan 0 Ca mengalami mati pucuk (*shoot tip necrosis*).

Respon tinggi tunas terhadap peningkatan konsentrasi kalsium menghasilkan pola yang cenderung parabola (kuadratik) untuk semua klon yang diuji, dengan nilai $R^2 = 0,35 - 05,5$ (Gambar 2A). Pada perlakuan tanpa kalsium, klon MK10 dan klon teraploid K15-4X menunjukkan pertumbuhan panjang tunas yang sangat rendah, sedangkan pada 2 klon yang lain (MK53 dan tetraploid MK44-4X) tinggi tunas masih mencapai lebih 1 cm. Untuk semua klon yang diuji, tinggi maksimum tunas dicapai pada konsentrasi optimum 0,75 Ca. Pada konsentrasi kalsium yang tertinggi, yaitu 3 Ca, terjadi penghambatan pertumbuhan tinggi mencapai sekitar 67% dibandingkan konsentrasi optimum 0,75 Ca.

Pertumbuhan jumlah buku tunas juga cenderung mengikuti pola parabola dengan nilai $R^2 = 0,25 - 0,38$ (Gambar 2B) seperti halnya respon tinggi tunas. Pada respon jumlah buku tunas ini teramati 2 pola parabola, yaitu pola yang tajam dengan nilai slope yang tinggi yang menunjukkan kerentanan terhadap Ca untuk klon MK10 dan K15-4X dan pola yang kurang tajam yang menunjukkan ketahanan/toleransi terhadap Ca dengan nilai slope yang lebih rendah untuk klon MK53 dan MK44-4X. Pada klon rentan, perlakuan tanpa kalsium mengakibatkan penghambatan pembentukan buku yang sangat nyata dan penghambatan itu mencapai 60% dari konsentrasi optimal. Namun jumlah buku tunas tidak secara nyata terhambat oleh konsentrasi kalsium tinggi yang menghambat panjang tunas. Sebaliknya, pada klon toleran, perlakuan tanpa kalsium tidak terlalu menghambat pembentukan buku tunas. Demikian pula konsentrasi yang tinggi juga tidak mempengaruhi pembentukan buku tunas.

Pengaruh perlakuan kalsium terhadap pertumbuhan jumlah daun juga menghasilkan pola parabola (Gambar 2C), serupa dengan pertumbuhan buku batang karena setiap buku tunas ditumbuhi oleh 2 daun sehadap dengan sudut 90°. Pertumbuhan daun tampak normal, yaitu tiap buku membentuk 2 daun sehingga secara kuantitatif respon jumlah daun 2 x nilai respon jumlah buku. Namun, pada konsentrasi tinggi (1,5-3 x Ca), ukuran daun relatif lebih kecil dibanding ukuran daun dari tunas yang tumbuh pada medium dengan konsentrasi Ca optimal.



Gambar 2. Respon pertumbuhan tunas jati terhadap perlakuan kalsium dalam medium enam minggu setelah inokulasi. A) Tinggi tunas, B) Jumlah buku tunas, C) Jumlah daun.

Pembahasan

Pada sistem perbanyak tanaman secara vegetatif melalui proliferasi tunas samping, indikator kecepatan perbanyakannya adalah banyaknya meristem/mata tunas serta ukuran inokulum yang membawa mata tunas tersebut sehingga inokulum dapat disubkultur dan berproliferasi lagi. Untuk mikropropagasi jati, banyaknya buku tunas dan panjang tunas menjadi penentu kecepatan karena inokulum yang dipakai adalah buku tunas dengan jaringan ruas batang di sekitar buku. Panjang tunas yang pendek walaupun mempunyai banyak buku akan menghasilkan sedikit inokulum yang roset.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pertumbuhan dan perbanyak tunas jati *in vitro* sangat dipengaruhi oleh kandungan kalsium dalam medium tumbuh. Respon pertumbuhan tunas jati berpola parabola yang menunjukkan adanya konsentrasi yang suboptimal, optimal dan supraoptimal. Pada konsentrasi suboptimal pertumbuhan juga suboptimal karena defisiensi, sedangkan pada konsentrasi optimal pertumbuhan maksimal dan pada konsentrasi supraoptimal pertumbuhan telah menurun karena toksisitas. Pada perlakuan tanpa kalsium, terjadi gejala mati pucuk (shoot tip necrosis) dan penghambatan pertumbuhan berupa daun berukuran kecil, tunas pendek dan dengan buku tunas rapat. Pada konsentrasi Ca optimal, morfologi tunas tampak normal dengan ruas 0,5-1,5 cm, daun dengan tangkai dan lamina yang membuka sesuai dengan morfologi daun *in vivo*. Pada konsentrasi Ca supraoptimal, tidak terjadi mati pucuk tetapi pertumbuhan tinggi tunas terhambat, tunas roset dan lamina daun juga mengecil. Penghambatan tunas ini tidak sedrastis pada perlakuan kontrol tanpa Ca.

Nekrosis pucuk merupakan kekacauan fisiologis yang umum teramati pada biak *in vitro*, terkadang berkaitan dengan hyperhydricity, yang gejala awalnya dimulai dari pencoklatan pada bagian pucuk kemudian menyebar secara basipetal (Bairu et al., 2009). Setelah kematian pucuk, tunas sering kali menghasilkan cabang-cabang lateral dan pada kasus ekstrim, pucuk pada cabang lateral tersebut juga ikut mati (George et al., 2008). Nekrosis pucuk ini terjadi akibat defisiensi kalsium (Ca). Pada proses fisiologis dan biosintesis, Ca merupakan unsur makro yang penting untuk perkembangan tanaman (Barker & Pilbeam, 2007; Marry et al., 2006). Mengel & Kirkby (2001) menyatakan bahwa kekurangan Ca menyebabkan terhambatnya pertumbuhan jaringan meristematik yang muncul pada tunas terminal dan daun muda. Pada daun muda jati terjadi distorsi daun dan lengkungan pada permukaan daun serta pertumbuhan daun yang sangat rendah apabila kekurangan kalsium (Silva et al., 2015). Munculnya klorosis pada daun muda dan nekrosis pada ujung daun yang lebih muda juga muncul pada tanaman jati yang kekurangan kalsium (Lestari et al. 2016).

Konsentrasi kalsium optimal ditunjukkan pada konsentrasi 330-495 mg/L $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + 2-3 mg/L Ca-Pantothenate, yaitu pada perlakuan 0,75 Ca dan 1,125 Ca. Konsentrasi ini hanya 75-112%

dari konsentrasi Ca standar MS. Penambahan Ca-Pantothenate 2-3 mg/L hanya berkontribusi sangat sedikit terhadap konsentrasi Ca dalam media, yaitu sebanyak 0.17-0.25 mg/L. Pada medium MS dilaporkan gejala shoot tip necrosis pada tanaman *Portulaca grandiflora* yang disebabkan oleh defisiensi Ca dan dapat dikoreksi dengan penambahan Ca gluconate (Srivastava & Joshi, 2013). Dan shoot tip necrosis pada *Cercis canadensis* var. *alba* terjadi dengan bertambahnya subkultur (Yusnita et al. 1990).

Hasil percobaan menunjukkan adanya perbedaan respon terhadap konsentrasi kalsium pada klon yang berbeda sehingga dapat ditunjukkan adanya klon yang rentan, yaitu klon MK10 dan klon K15-4x dan klon yang toleran terhadap perbedaan konsentrasi kalsium, seperti klon MK44-4X dan klon MK53. Klon MK10 diketahui tumbuh lebih cepat dari MK53. Kecepatan pertumbuhan mungkin berkaitan dengan kebutuhan Ca, mengingat Ca menjadi salah satu komponen struktural utama yang membentuk dinding sel (Grey & Kyanka, 1974). Hasil ini sejalan dengan penelitian Wehr et al. (2017) yang menguji 14 klon jati dengan kombinasi perlakuan kalsium, pH dan aluminium yang menunjukkan bahwa tingkat sensitifitas dan toleransi masing-masing klon berbeda sehingga memberikan respon pertumbuhan yang berbeda pula.

Pada percobaan yang dilakukan, kalsium disediakan dalam bentuk inorganik dan organik. Penambahan 2-3 mg Ca-Pantothenate hanya berkontribusi sangat sedikit terhadap konsentrasi total Ca dalam medium. Karena itu, peran dari Ca-Pantothenate dalam pertumbuhan tunas jati mungkin melalui mekanisme berbeda dari Ca inorganik, seperti CaCl_2 . Ca-Pantothenate adalah vitamin B5 yang esensial untuk sintesis CoA dan Acp (acyl-carrier protein) yang merupakan kofaktor dalam reaksi penghasilan energi, termasuk metabolisme karbohidrat dan sintesis asam lemak (Coxon et al. 2005). Kadar Ca pada 0,75 Ca adalah setara dengan kadar kalsium dalam medium MS namun ditambah Ca-Pantothenate. Konsentrasi 0,75 Ca menghasilkan pertumbuhan tunas jati yang maksimal, tetapi mungkin karena penambahan Ca-Pantothenate. Pada planlet kentang Ca-Pantothenate mampu merangsang proliferasi jaringan serta mencegah shoot tip necrosis (Sha et al., 1985; Ibrahim et al., 2016). Pengurangan Ca inorganik sampai 50% walaupun dikompensasi dengan Ca Pantothenate ternyata berakibat penghambatan pertumbuhan. Tetapi penambahan Ca 100% dari Ca MS telah berpengaruh buruk. Nampaknya ada kisaran konsentrasi kalsium yang standar untuk pertumbuhan normal tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh PNPB Jati Platinum Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi LIPI. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Hasrat Enggal Prayogi atas bantuan teknisnya selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2018). *Statistik Produksi Kehutanan 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bairu, M.W., Jain, N., Stirk, W.A., Dolezal, K., & Van Staden, J. (2009). Solving the problem of shoot-tip necrosis in *Harpagophytum procumbens* by changing the cytokinin types, calcium and boron concentrations in the medium. *South African J Bot.* 75: 122-127.
- Barker A.V & Pilbeam D.J. (2007). *Handbook of Plant Nutrition*. Boca Raton, FL: CRC Press. p. 613.
- Chiruvella, K.K., Mohammed, A., Dampuri, G., & Ghanta, R.G. (2012). In vitro shoot regeneration and control of shoot tip necrosis in tissue cultures of *Soymida febrifuga* (Roxb.) A. Juss. *Plant Tissue Culture and Biotechnology* 21(1): 11-25.
- Coxon, K.M., Chakauya, E., Ottenhof, H.H., Whitney, H.M., Blundell, T.L., Abell, C., & Smith, A.G. (2005). Pantothenate biosynthesis in higher plants. *Biochemical Society Transactions* 33: 743-746.
- George, E.F., Hall, M.A., De Klerk, G.J. 2008. *Plant Propagation by Tissue Culture* 3rd Edition. Chapter 3: The Components of Plant Tissue Culture Media I: Macro- and Micro Nutrients.
- Grey, R., & Kyanka, G. (1974). Potassium fertilization effects on the static bending properties of red pine wood. *For. Prod. J.* 24: 92-96.

- Ibrahim, I.A, Emara, H.A., Nower A.A., & Abodian A. Y. (2016). In vitro Cultivation of Potato Plants. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* 5(12): 858-868.
- Kishore, K., Patnaik, S., & Shukla, A.K. (2014). Optimization of method to alleviate in vitro shoot tip necrosis *Trichosanthes dioica* Roxb. *Indian Journal of Biotechnology* 14: 107-111.
- Lestari, P., Nurjanto, H.H., & Faridah, E. (2016). Preliminary Symptom of Teak (*Tectona grandis* Lf.) as Response of Deficiency and Excessive of Macronutrient. The UGM Annual Scientific Conference Life Sciences 2016. *KnE Life Sciences*. Hlm. 255-261.
- Marry, M., Roberts, K., Jopson, S.J., Huxham, I.M., Jarvis, M.C., Corsar, J., Robertson, J.E., & Mcann, M.C. (2006). Cell-cell adhesion in fresh sugar-beet root parenchyma requires both pectin esters and calcium cross-links. *Physiol Plant* 126: 243-256.
- Mendoza de Tyves, E., Royani, J.I., & Rugini, E. (2007). Efficient method of micropropagation and in vitro rooting of teak (*Tectona grandis* L.) focusing on large-scale industrial plantations. *Annals of Forest Science* 64 (1): 73-78.
- Mengel, K., & Kirkby, E.A. (2001). Principles of plant nutrition. 4th Edition. Bern: International Potash Institute. Pp. 849.
- Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497.
- Nugroho, Y. (2016). Pengaruh kalsium (Ca) terhadap pertumbuhan tanaman jati (*Tectona grandis* L.F) di tropika basah. Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Ilmiah Tahun ke-2 Komunitas Manajemen Hutan Indonesia (KOMHINDO): Pengelolaan Hutan Berbasis KPH untuk Keberlanjutan Produksi, Ekologi dan Sosial Ekonomi Budaya Masyarakat. Banjarbaru, 08-09 Oktober 2016. Hlm 323-328.
- Nursyamsi, Suhartati, & Qudus, A. (2007). Pengaruh zat pengatur tumbuh pada perbanyakan jati muna secara kultur jaringan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 4(4): 385-390.
- Palanisamy, K., Hedge, M., & Yi, J.S. (2009). Teak (*Tectona grandis* Linn. f.): a renowned commercial timber species. *Journal of Forest Science* 25(1): 1-24.
- Pudjiono, S. 2014. *Produksi Bibit Jati Unggul (Tectona grandis L.F) dari Klon dan Budidaya*. Bogor: PT. Penerbit IPB Press.
- Senthilkumar, M. (2015). An improved in vitro micropropagation technique for teak (*Tectona grandis* L.). *International Journal of Advanced Biotechnology and Research* 6(3): 401-411.
- Sha, L., McCown, B.H., & Peterson, L.A. (1985). Occurrence and cause of shoot-tip necrosis in shoot cultures. *J.Am.Soc. Hortic. Sci* 110:631–634.
- Silva, D.A.S., Viegas, I.J.M., Okumura, R.S., Junior, M.L.S., Viegas, S.F.S.S., Freitas, J.M.N., Conceicao, H.E.O., & Neto, C.F.O. (2015). Use of multi-dimensional scaling for analysis of teak plants (*Tectona grandis*) under omission of macronutrients. *AJCS* 9(5):355-362.
- Srinivasan, R., Selvam, G.G., Kasthikeyan, K., Chandran, C., Kulothungan, S., & Govindasamy, C. (2012). In vitro propagation of shoot and callus culture of *Tectona grandis* (L.). *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry* 7(1): 26-29.
- Srivastava, A., & Joshi, A.G. (2013). Control of shoot tip necrosis in shoot cultures of *Portulaca grandiflora* Hook. *Nat. Sci. Biol.* 5(1): 45-49.
- Tambarussi, E.V., Rogalski, M., Galeano, E., Brondani G.E., de Martin, V.F., da Silva, L.A., Carrer, H. (2017). Efficient and new method for *Tectona grandis* in vitro regeneration. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 17: 124-132.
- Wehr, J.B., Blamey, F.P.C., Smith, T.E., & Menzies, N.W. (2017). Growth and physiological responses of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) clones to Ca, H and Al stresses in solution and acid soils. *New Forests* 48: 137-152.
- Witjaksono, Nugraheni, U.K., Hoesen, D.H., & Litz, R.E. (2009). Regeneration from irradiated avocado (*Persea americana* Mill.) embryogenic cultures (IAEA-TECDOC—1615). International Atomic Energy Agency (IAEA).
- Witjaksono & Litz, R.E. (1999). Maturation of avocado somatic embryos and plant recovery. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 58: 141-148.
- Yusnita S, Geneve, R.L., & Kester, S.T. (1990). Micropropagation of white flowering eastern redbud (*Cercis Canadensis* var. alba L.). *J. Environ. Hort.* 8:177–179.

Zhou, Z., Liang, K., Xu, D., Zhang, Y., Huang, G., & Ma, H. (2012). Effect of Calcium, Boron and Nitrogen Fertilization on the Growth of Teak (*Tectona grandis*) Seedlings and chemical property of acidic soil substrate. *New Forests* 43: 231-243.

PENGARUH TEKNIK PEMORDANAN DAN BAHAN PENGUAT WARNA TERHADAP WARNA KAIN OLEH PEWARNA JAMUR CAMPURAN

Suciatmih*¹, Anna², Jesica Sitorus³

¹Kontributor utama, Puslit Biologi LIPI CSS Jl. Jakarta – Bogor KM 46 Cibinong
Telp. (021) 87907636 - 87907604, Fax. 87907612

^{2,3}FMIPA, Universitas Sumatra Utara, Medan 20155

e-mail: *¹suciatmih2008@yahoo.ca, ²Mendrof.anna02@gmail.com, ³jesciasitorus@gmail.com

Abstrak. Variasi warna pada kain katun dapat diperoleh melalui aplikasi teknik pemordanan dan bahan penguat warna. Dalam penelitian ini, kain katun dicelup dengan pewarna dari campuran *Aspergillus* dan *Paecilomyces* menggunakan empat teknik pemordanan berbeda (pemordanan awal, akhir, meta, dan kombinasi awal dan akhir), tiga mordan berbeda (kapur, tawas, dan tunjung), serta dua bahan penguat warna lainnya yang berbeda (*cream of tartar* dan *backing soda*). Jamur campuran ditumbuhkan pada medium glukosa garam mineral dalam kultur statis selama 4 minggu pada kondisi gelap. Warna filtrat dan rentang warna yang muncul pada kain katun yang dicelup diukur dengan bagan warna RHS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik pemordanan, mordan, dan bahan penguat warna lainnya memiliki pengaruh besar pada warna yang muncul. Warna yang terbentuk pada kain katun dapat menambah variasi warna pada pewarnaan tekstil.

Kata Kunci: bahan penguat warna, kain katun, pewarna jamur, teknik pemordanan

PENDAHULUAN

Sekarang ini penggunaan pewarna alami mulai banyak diminati kembali karena penggunaan pewarna sintetis dapat membahayakan kesehatan dan polusi lingkungan. Pewarna alami dapat diperoleh dari tumbuhan, hewan, dan mikroba. Pewarna mikroba memiliki keunggulan dibandingkan pewarna hewan dan tumbuhan, karena mikroba dapat berkembang biak dengan sangat cepat dan mampu tumbuh di media kultur murah, bebas dari kondisi cuaca, dan menghasilkan warna dengan nuansa berbeda (Venil & Lakshmanaperumalsamy, 2009).

Jamur telah dilaporkan sebagai penghasil pewarna potensial (Ebrahim et al., 2016). Berbagai pewarna alami dari jamur telah banyak dilaporkan. *Aspergillus terreus*, *Aspergillus strain-1* and *Aspergillus strain-2* masing-masing menghasilkan pewarna oranye keabu-abuan, merah, dan oranye keabu-abuan (Suciatmih & Hidayat, 2017); *A. glaucus* and *Aspergillus* sp. masing-masing menghasilkan pewarna merah gelap dan oranye-merah (Malik et al, 2012); serta pewarna merah oleh *Paecilomyces farinosus* (*Isaria farinosa*) (Velmurugan et al, 2010).

Pewarna alami memiliki sedikit kekuatan dalam proses pewarnaannya, sehingga pewarna alami membutuhkan mordan untuk memfiksasi pewarna ke dalam serat kain. Sumber pewarna tunggal bilamana ditambah dengan mordan berbeda akan menghasilkan warna dan tingkatan warna yang berbeda (Velmurugan et al, 2010; Suciatmih & Hidayat 2017). Mordan dapat membantu mengikat pewarna ke serat kain atau benang dengan membentuk jembatan kimia antara pewarna dan serat (Satyanarayana & Chandra 2013).

Beberapa zat tambahan seperti garam, asam, alkali atau lainnya juga seringkali ditambahkan ke pewarna untuk mendapatkan warna yang diinginkan. Cuka atau *cream of tartar* yang ditambahkan ke pewarna akan menyebabkan pH pewarna bersifat asam, sedangkan penambahan *backing soda* ke pewarna akan menyebabkan pewarna bersifat basa. Anonim (2011) menginformasikan bahwa pewarna asam digunakan untuk mewarnai serat protein, seperti sutra dan wol, sedangkan pewarna alkali digunakan untuk mewarnai serat selulosa, seperti katun atau kapas.

Penelitian bertujuan untuk mendeteksi pengaruh teknik pemordanan dan penambahan bahan penguat warna, seperti mordan, *cream of tartar*, dan *backing soda* terhadap warna kain katun yang dicelup dengan pewarna campuran *Aspergillus* dan *Paecilomyces*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini meliputi $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, glukosa, H_3BO_3 , kapur (CaCO_3), KCl, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, MnSO_4 , NaH_2PO_4 , NaNO_3 , $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, *Potato Dextrose Agar* (PDA), tawas ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), tunjung ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, sedangkan bahan lain yang digunakan adalah gelas beker, kain katun, deterjen, Erlenmeyer, gelas ukur, kain muslin, cawan Petri, kompor, dan tabung reaksi. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Lingkungan, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong.

Proses inokulasi

Jamur campuran yang terdiri dari *Aspergillus* dan *Paecilomyces* digunakan untuk penelitian ini. Jamur campuran dibiakkan dalam cawan Petri yang mengandung medium PDA dan diinkubasi pada suhu kamar ($27\text{-}28^\circ\text{C}$) selama 5 hari. Biakan jamur campuran kemudian dicetak dengan sedotan *pop ice* (10 mm) untuk inokulasi lebih lanjut. Lima cetakan miselia jamur campuran (Suciati et al. 2018) diinokulasi ke dalam Erlenmeyer yang mengandung 200 ml medium glukosa garam mineral (Baker & Tatum 1998) dan kemudian diinkubasi pada suhu kamar ($27\text{-}28^\circ\text{C}$) dalam kultur statis pada kondisi gelap selama 4 minggu. Setelah masa inkubasi, miselium dipanen dan pewarna disaring dengan kain muslin untuk pengujian lebih lanjut.

Pencelupan

Empat metode pemordanan yang digunakan dalam pencelupan kain adalah 1. Pemordanan awal; 2. Pemordanan meta atau simultan; 3. Pemordanan akhir; dan 4. Kombinasi pemordanan awal dan akhir. Mordan yang digunakan adalah kapur, tawas, dan tunjung dengan masing-masing konsentrasi 1,2%. Penambahan *cream of tartar* dan *backing soda* pada larutan mordan menggunakan konsentrasi yang sama, yaitu 1,2%. Sebagai kontrol, penambahan masing-masing mordan diganti dengan penambahan air. Warna kain katun setelah pewarnaan dari setiap perlakuan ditentukan dengan bagan warna RHS (The Royal Horticultural Society 1966). Setiap perlakuan dilakukan dua kali pengulangan.

Pemordanan Awal

Kain katun ($4\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ or 0,24 g) dicelupkan ke dalam masing-masing larutan mordan 1,2% (kapur, tawas, dan tunjung) dengan perbandingan 1: 30 w/v (bahan: mordan) pada suhu 90°C selama 30 menit. Selanjutnya kain katun diangkat, diperas, dan dikering-anginkan pada suhu ruang. Kain katun kemudian dicelup ke dalam pewarna dengan perbandingan 1: 30 w/v (bahan : pewarna) pada suhu 90°C selama 30 menit dan dibiarkan terendam selama 90 menit. Kain katun yang sudah terwarnai kemudian diangkat dan dikering-anginkan pada suhu ruang, direndam dalam deterjen ringan (sunlight) 1% selama 10 menit sambil dilakukan pengadukan, dibilas dengan air, dan dikeringkan pada suhu ruang.

Pemordanan Meta Atau Simultan

Perbandingan yang digunakan untuk pemordanan meta adalah satu mililiter masing-masing mordan 1,2% (kapur, tawas, dan tunjung) dicampur dengan 30 ml pewarna dan 1 g kain dicelup didalamnya pada suhu 90°C selama 30 menit dan dibiarkan terendam sampai 90 menit. Kain katun kemudian diangkat, dikering-anginkan pada suhu ruang, direndam dalam deterjen ringan (sunlight) 1% selama 10 menit sambil dilakukan pengadukan, dibilas dengan air, dan dikeringkan pada suhu ruang.

Pemordanan Akhir

Kain katun ($4\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ or 0,24 g) dicelup dalam pewarna dengan perbandingan 1 : 30 w/v (bahan : pewarna) pada suhu 90°C selama 30 dan dibiarkan terendam selama 90 menit, diangkat, diperas, dan dikering-anginkan pada suhu ruang. Kain katun yang sudah terwarnai kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing larutan mordan 1,2% (kapur, tawas, dan tunjung) dengan perbandingan 1 : 30 w/v (bahan : mordan) pada suhu 90°C selama 30 menit. Kain katun kemudian

diangkat, dikering-anginkan pada suhu ruang, direndam dalam deterjen ringan (sunlight) 1% selama 10 menit sambil dilakukan pengadukan, dibilas dengan air, dan dikeringkan pada suhu ruang.

Kombinasi Pemordanan Awal Dan Akhir

Kain katun (4 cm × 4 cm or 0,24 g) dicelupkan ke dalam masing-masing larutan mordan 1,2% (kapur, tawas, dan tunjung) dengan perbandingan 1: 30 w/v (bahan: mordan) pada suhu 90°C selama 30 menit. Selanjutnya kain katun diangkat, diperas dan dikering-anginkan pada suhu ruang. Kain katun kemudian dicelup ke dalam pewarna dengan perbandingan 1: 30 w/v (bahan: pewarna) pada suhu 90°C selama 30 menit dan dibiarkan terendam selama 90 menit. Kain katun yang sudah terwarnai kemudian dimasukkan kembali ke dalam masing-masing larutan mordan 1,2% (kapur, tawas, dan tunjung) dengan perbandingan 1: 30 w/v (bahan: mordan) pada suhu 90°C selama 30 menit. Kain katun kemudian diangkat dan dikering-anginkan pada suhu ruang, direndam dalam deterjen ringan (sunlight) 1% selama 10 menit sambil dilakukan pengadukan, dibilas dengan air, dan dikeringkan pada suhu ruang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jamur campuran *Aspergillus* dan *Paecilomyces* yang ditumbuhkan dalam medium glukosa garam mineral menghasilkan pewarna greyed-purple 187A (Gambar 1). Hasil yang sama dilaporkan oleh Suciatmih et al (2018) pada jamur campuran yang sama. Beberapa penelitian lain mengenai pewarna yang diproduksi oleh *Aspergillus* dan *Paecilomyces* secara terpisah melaporkan bahwa *Aspergillus niger* NRC 95 menghasilkan pewarna coklat (Atalla et al. 2011); pewarna merah oleh *Aspergillus* sp. (Anchana devi 2014) dan *Emericella* (tingkat kawin dari *Aspergillus*) (Velmurugan et al. 2010a); dan pewarna melanin oleh *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson (Egorova et al., 2011).



Gambar 1. Pewarna jamur campuran *Aspergillus* and *Paecilomyces*. Pewarna jamur campuran (kiri); dan medium glukosa garam mineral (kanan)

Hasil penelitian teknik pemordanan berbeda (pemordanan awal, akhir, meta, dan kombinasi antara pemordanan awal dan akhir) (mordan diganti air atau kontrol) menunjukkan bahwa pewarna jamur campuran dapat mewarnai kain katun dari putih 155D menjadi purple 76A dan purple-violet 82C (Tabel 1). Dalam proses pewarnaan, serat katun atau kapas yang terendam pewarna jamur akan mengalami penggelembungan yang menyebabkan pori-pori serat akan terbuka sehingga pewarna jamur dapat masuk ke dalam serat. Rosyida & Zulfiya (2013) menginformasikan bahwa pewarna yang telah masuk dan terserap ke dalam serat katun akan terikat oleh kelompok reaktif pada serat katun, yaitu kelompok OH (hidroksil). Ikatan hidrogen yang terbentuk antara serat katun dan pewarna menyebabkan pewarna yang terikat pada serat kapas menjadi sulit untuk keluar lagi dari serat, meskipun telah dicuci dengan sabun 1%. Hal ini berarti pewarna jamur dapat mewarnai kain katun secara permanen sehingga dapat memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai pewarna tekstil.

Kain katun yang dicelup pewarna jamur dengan teknik pemordanan berbeda (pemordanan awal, akhir, meta, dan kombinasi antara pemordanan awal dan akhir) dikombinasikan dengan mordan berbeda (kapur, tawas, dan tunjung) tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; yang ditambah cream of tartar, dan yang ditambah backing soda mempunyai bermacam warna (Tabel 1, 2, & 3). Warna yang terbentuk pada kain katun dapat menambah variasi warna pada pewarnaan tekstil. Teknik pemordanan berbeda yang dikombinasikan dengan mordan berbeda tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda ke pewarna jamur menghasilkan delapan warna pada kain katun, yaitu grey 201A, B, & C, purple 76A & B, purple-violet 80D, purple-violet 82C, dan violet 88D (Tabel 1). Aplikasi teknik pemordanan berbeda yang dikombinasikan dengan mordan berbeda ditambah cream of tartar ke pewarna jamur menghasilkan tujuh warna kain katun (grey 201A, B, & C, purple 76A & B, purple-violet 82C, dan violet 88D) (Tabel 2), sedangkan yang ditambah backing soda menghasilkan enam warna pada kain katun (grey 201B & C, purple 76B & C, purple-violet 82C, dan violet 88D) (Tabel 3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik pemordanan berbeda yang dikombinasikan dengan mordan berbeda tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda menghasilkan warna kain katun lebih bervariasi (delapan warna) daripada yang ditambah dengan cream of tartar (tujuh warna) atau backing soda (enam warna). Dengan kata lain penambahan cream of tartar atau backing soda ke pewarna jamur dengan teknik pemordanan berbeda yang dikombinasikan dengan mordan berbeda tidak menambah jumlah warna pada kain katun.

Kain katun yang dicelup pewarna jamur yang diperlakukan dengan teknik pemordanan berbeda (pemordanan awal, akhir, meta, dan kombinasi antara pemordanan awal dan akhir) (mordan diganti dengan air atau kontrol) tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; dan yang ditambah dengan backing soda masing-masing memiliki dua warna yang sama, yaitu purple 76A dan purple-violet 82C (Tabel 1 & 3), sedangkan yang ditambah cream of tartar pada pemordanan awal dan akhir masing-masing dapat mengubah warna dari purple-violet 82C dan purple 76A (Tabel 1 & 3) menjadi masing-masing violet 88D (Tabel 2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan backing soda ke pewarna jamur dengan teknik pemordanan berbeda (mordan diganti air) tidak mengubah warna kain katun, sedangkan penambahan cream of tartar mengubah warna kain katun pada pemordanan awal dan akhir. Sebagian hasil penelitian ini berbeda dari pernyataan yang diperoleh dari Anonim (www.ingridscience.ca/node/307). Pernyataan tersebut menginformasikan bahwa ketika kondisi asam (cream of tartar ditambahkan ke pewarna), atom hidrogen dari cream of tartar akan banyak menempel pada molekul pewarna, sedangkan ketika kondisinya basa (backing soda ditambahkan ke pewarna), sebagian besar molekul pewarna akan kehilangan atom hidrogen; dan ketika pewarna digunakan untuk mewarnai kain katun akan menghasilkan warna yang berbeda dari warna kain katun yang hanya diwarnai pewarna tanpa ditambah cream of tartar atau backing soda. Hal yang berbeda ini mungkin dapat terjadi karena konsentrasi backing soda yang terlalu rendah (1,2%) sehingga belum cukup untuk merubah arah warna, sedangkan pada konsentrasi yang sama untuk cream of tartar sudah dapat merubah arah warna.

Aplikasi mordan berbeda (kapur, tawas, dan tunjung) yang dikombinasikan dengan pemordanan awal tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; dan yang ditambah dengan cream of tartar ke pewarna jamur masing-masing menghasilkan tiga warna kain katun yang berbeda (grey 201C, purple 76B, dan purple-violet 80D) dan (grey 201C, purple 76B, dan purple-violet 82C) (Tabel 1 & 2), sedangkan yang ditambah dengan backing soda menghasilkan dua warna berbeda pada kain katun (grey 201B dan purple 76B) (Tabel 3). Mordan berbeda yang dikombinasikan dengan pemordanan akhir tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; yang ditambah dengan cream of tartar; dan yang ditambah dengan backing soda ke pewarna jamur masing-masing menghasilkan tiga warna kain katun yang berbeda, yaitu (grey 201A, purple 76A, dan violet 88D); (grey 201A, purple-violet 82C, dan violet 88D); dan (grey 201C, purple 76B & C). Aplikasi mordan berbeda yang dikombinasikan dengan pemordanan meta tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; yang ditambah dengan cream of tartar; dan yang ditambah dengan backing soda ke pewarna jamur masing-masing menghasilkan tiga warna yang sama pada kain katun, yaitu grey 201C, purple 76B, dan purple-violet 82C. Mordan berbeda yang dikombinasikan dengan kombinasi antara pemordanan awal dan akhir tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; yang ditambah dengan cream of tartar; dan yang ditambah dengan backing soda ke pewarna jamur masing-masing menghasilkan tiga warna kain katun, yaitu (grey 201B, purple 76B, dan purple-violet 80D); (grey 201B, purple 76A, dan violet 88D); serta (grey 201C, purple 76C, dan violet 88D). Penelitian ini menunjukkan bahwa teknik pemordanan

















awal yang dikombinasikan dengan mordan berbeda ditambah dengan backing soda menghasilkan warna kain yang lebih sedikit (dua warna) dari teknik pemordanan lainnya yang dikombinasikan dengan mordan berbeda tanpa atau ditambahkan dengan cream of tartar dan backing soda (tiga warna).

Kecuali pemordanan meta (satu warna, yaitu purple-violet 82C), pemordanan awal, pemordanan akhir, dan kombinasi pemordanan awal dan akhir dengan kapur pada tiga kondisi (tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; yang ditambah cream of tartar; dan yang ditambah backing soda) yang aplikasikan ke pewarna jamur masing-masing menghasilkan tiga warna kain katun, yaitu purple 76B, purple-violet 80D, dan purple-violet 82C; purple 76A, purple 76C, dan purple-violet 82C; serta purple 76A, purple 76C, dan purple-violet 80D (Tabel 1, 2, & 3). Pemordanan awal dan meta dengan tawas pada tiga kondisi (tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; yang ditambah cream of tartar; dan yang ditambah backing soda) yang diaplikasikan ke pewarna jamur masing-masing menghasilkan satu warna yang sama pada kain, yaitu purple 76B, sedangkan teknik pemordanan akhir dan kombinasi pemordanan awal dan akhir masing-masing menghasilkan dua warna kain yang sama, yaitu purple 76B dan violet 88D. Kecuali pemordanan meta (satu warna, yaitu grey 201C), pemordanan awal, pemordanan akhir, dan kombinasi pemordanan awal dan akhir dengan tunjung pada tiga kondisi (tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; yang ditambah cream of tartar; dan yang ditambah backing soda) yang aplikasikan pada pewarna jamur masing-masing menghasilkan dua warna kain katun, yaitu masing-masing grey 201C dan grey 201B; grey 201A dan grey 201C; dan grey 201B dan grey 201C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecuali pemordanan meta, pemordanan lainnya dengan kapur pada tiga kondisi (tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; yang ditambah cream of tartar; dan yang ditambah backing soda) menghasilkan warna kain katun yang lebih bervariasi dari mordan tawas dan tunjung.















Teknik pemordanan berbeda (pemordanan awal, akhir, meta, dan kombinasi antara pemordanan awal dan akhir) dengan tunjung tanpa penambahan cream of tartar atau backing soda; yang ditambah dengan cream of tartar; dan yang ditambah dengan backing soda ke pewarna jamur diperoleh warna lebih gelap (grey) pada kain katun daripada yang diberi mordan kapur dan tawas. Hasil yang sama menginformasikan bahwa mordan tunjung menghasilkan warna yang lebih gelap daripada mordan tawas pada kain katun dan wol poliester (Kundal et al. 2016), kain katun (Suciati & Yuliar 2018) dan kain sutra dan wol (Mongkhorrattanasit et al. 2011). Hal ini mungkin disebabkan oleh pengaruh kandungan kimia yang ada pada bahan mordan, yaitu keberadaan Fe^{2+} dari $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (tunjung), Al^{3+} dari $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (tawas), dan Ca^{2+} dari CaCO_3 (kapur). Mordan adalah garam logam yang menghasilkan afinitas antara kain dan pewarna (Satyanarayana & Chandra 2013). Ion logam dari mordan bertindak sebagai akseptor elektron ke donor elektron untuk membentuk ikatan koordinasi dengan molekul pewarna, sehingga tidak hanya menghasilkan warna yang berbeda juga dapat meningkatkan kelarutan pewarna, kedalaman warna, dan sifat tahan luntur warna pada kain.

Jamur campuran *Aspergillus* dan *Paecilomyces* menghasilkan pewarna alami yang dapat mewarnai tekstil. Penambahan cream of tartar atau backing soda ke pewarna jamur dengan teknik pemordanan berbeda (pemordanan awal, akhir, meta, dan kombinasi awal dan akhir) yang dikombinasikan dengan mordan berbeda (kapur, tawas, dan tunjung) tidak menambah jumlah warna pada kain katun. Penambahan backing soda pada pewarna jamur dengan teknik pemordanan berbeda (mordan diganti air atau kontrol) tidak mengubah warna kain katun, sedangkan penambahan cream of tartar mengubah warna kain katun pada pemordanan awal dan akhir. Pemordanan awal yang dikombinasikan dengan mordan berbeda yang ditambah backing soda menghasilkan warna kain katun yang kurang bervariasi daripada teknik pemordanan lainnya yang dikombinasikan dengan mordan berbeda tanpa atau ditambah dengan cream of tartar dan backing soda. Kecuali pemordanan meta, pemordanan lainnya dengan kapur tanpa atau ditambah cream of tartar dan backing soda menghasilkan warna kain katun yang lebih bervariasi dari mordan tawas dan tunjung. Mordan tunjung menghasilkan warna kain katun yang lebih gelap dari mordan lainnya.

Tabel 1. Pengaruh teknik pemordanan yang dikombinasikan dengan mordan pada warna kain katun yang dicelup pewarna jamur

Teknik pemordanan /mordan	Kain katun yang dicelup pewarna jamur			
	Kapur	Tawas	Tunjung	Kontrol
Pemordanan awal				
	Purple-violet 80D	Purple 76B	Grey 201C	Purple-violet 82C
Pemordanan akhir				
	Purple 76A	Violet 88D	Grey 201A	Purple 76A
Pemordanan meta atau simultan				
	Purple-violet 82C	Purple 76B	Grey 201C	Purple-violet 82C
Kombinasi pemordanan awal dan akhir				
	Purple-violet 80D	Purple 76B	Grey 201B	Purple-violet 82C

Tabel 2. Pengaruh teknik pemordanan yang dikombinasikan dengan mordan ditambah *cream of tartar* pada warna kain katun yang dicelup pewarna jamur

Teknik pemordanan /mordan	Kain katun yang dicelup pewarna jamur			
	Kapur	Tawas	Tunjung	Kontrol
Pemordanan awal				
	Purple-violet 82C	Purple 76B	Grey 201C	Violet 88D
Pemordanan akhir				
	Purple-violet 82C	Violet 88D	Grey 201A	Violet 88D
Pemordanan meta atau simultan				
	Purple-violet 82C	Purple 76B	Grey 201C	Purple-violet 82C
Kombinasi pemordanan awal dan akhir				
	Purple 76A	Violet 88D	Grey 201B	Purple-violet 82C

Tabel 3. Pengaruh teknik pemordanan yang dikombinasikan dengan mordan ditambah *backing soda* pada warna kain katun yang dicelup pewarna jamur

Teknik pemordanan /mordan	Kain katun yang dicelup pewarna jamur			
	Kapur	Tawas	Tunjung	Kontrol
Pemordanan awal				
	Purple 76B	Purple 76B	Grey 201B	Purple-violet 82C
Pemordanan akhir				
	Purple 76C	Purple 76B	Grey 201C	Purple 76A
Pemordanan meta atau simultan				
	Purple-violet 82C	Purple 76B	Grey 201C	Purple-violet 82C
Kombinasi pemordanan awal dan akhir				
	Purple 76C	Violet 88D	Grey 201C	Purple-violet 82C

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) melalui Proyek Tematik pada Tahun Anggaran 2018. Terima kasih kepada Pusat Penelitian Biologi - LIPI untuk fasilitas laboratoriumnya; dan Ety Suryati serta Nurma Nurjanah (teknisi Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI) yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anchana, D. A. (2014). Extraction of Natural Dyes from Fungus – An Alternate for Textile Dyeing. *Journal of Natural Sciences Research* 4(7): 1-6.
- Anonymous, What is the Effect of PH in Dyeing? What is the Optimal PH? [Online] from <http://www.pburch.net/dyeing/FAQ/ph.shtml> (2011), [Accessed on April 2nd, 2017].
- Anonymous. Red Cabbage Dye (and PH Indicator). www.ingridscience.ca/node/307 Diakses pada tanggal 21-1-2019.
- Atalla, M. M., El-khrisy, E. A. M., Youssef, Y. A., & Mohamed, A. A. (2011). Production of Textile Reddish Brown Dyes by Fungi. *Malaysian Journal of Microbiology* 7(1): 33-40.
- Baker, R. A. & Tatum, J. H. (1998). Novel Anthraquinones from Stationary Cultures of *Fusarium oxysporum*. *Journal of Fermentation and Bioengineering* 85(4): 359-361. Retrieved from
- Ebrahim, W., El-Neketi, M., Lewald, L. I., Orfali, R. S., Lin, W., Rehberg, N., Kalscheuer, R., Daletos, G., & Proksch, P. (2016). Metabolites from the Fungal Endophyte *Aspergillus austroafricanus* in Axenic Culture and in Fungal-Bacterial Mixed Cultures. *Jurnal of Natural Products* 79(4) : 914-922 doi:10.1021/acs.jnatprod.5b00975
- Egorova, A. S., Gessler, N. N., & Belozerskaya, T. A. (2011). Melanin Pigments in the Fungus *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson. *Doklady Biochemistry and Biophysics* 437: 84-86. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/51144560>
- Kundal, J., Singh, S. V., Purohit, M. C. (2016). Extraction of Natural Dye from *Ficus cunia* and Dyeing of Polyester Cotton and Wool Fabric Using Different Mordants, with Evaluation of Colour Fastness Properties. *Natural Products Chemistry and Research* 4: 214.

- Malik, K., Tokkas, J., & Goyal, S. (2012). Microbial Pigments: A Review. *International Journal of Microbial Resource Technology* 1(4): 361-365.
- Mongkhlorattanasit, R., Kryštůfek, J., Wiener, J., & Víková, M. (2011). Dyeing, Fastness, and UV Protection Properties of Silk and Wool Fabrics Dyed with *Eucalyptus* Leaf Extract by the Exhaustion Process. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 19(3): 94-99.
- Rosyida, A., & Zulfiya, A. (2013). Pewarnaan Bahan Tekstil dengan Menggunakan Ekstrak Kayu Nangka dan Teknik Pewarnaannya untuk Mendapatkan Hasil yang Optimal. *Jurnal Rekayasa Proses* 7(2): 52-58.
- Satyanarayana, D. N. V. & Chandra, K. R. (2013). Dyeing of Cotton Cloth with Natural Dye Extracted from Pomegranate Peel and Its Fastness. *International Journal of Engineering Sciences and Research Technology* 2 : 2664-2669.
- Suciatmih, & Hidayat, I. (2017). Effect of Different Mordants on Cotton Cloth Dyed with *Aspergillus* and *Penicillium* Dyes. *Aceh International Journal of Science and Technology* 6(1): 19-28.
- Suciatmih, & Yuliar. (2018). Effect of Coloring PH and Mordant on Fungal Dyes Quality Using Woolen Yarn. *AIP Conference Proceedings* 2002, 020057 (2018); doi: 10.1063/1.505015
- Suciatmih, Nurfiandi, & Magfirani, S. V. (2018). Coloring Properties Assessment of Dyes Produced by Mixed *Aspergillus* and *Paecilomyces*. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 166 (2018) 012023. The Royal Horticultural Society. 1966. *R.H.S. Colour Chart*. London, The Royal Horticultural Society.
- Velmurugan, P., Kamala-Kannan, S., Balachandar, V., Lakshmanaperumalsamy, P., Chae, J. C. & Oh, B. T. (2010a). Natural Pigment Extraction from Five Filamentous Fungi for Industrial Applications and Dyeing of Leather. *Carbohydrate Polymers* 79: 262-268.
- Velmurugan, P., Kim, M. J., Park, J. S., Karthikeyan, K., Lakshmanaperumalsamy, P., Lee, K. J., Park, Y. J., & Oh, B. T. (2010b). Dyeing of Cotton Yarn with Five Water Soluble Fungal Pigments Obtained from Five Fungi. *Fibers and Polymers* 11: 598-605.
- Venil, C. K., & Lakshmanaperumalsamy, P. (2009). An Insightful Overview on Microbial Pigment, *Prodigiosin Electronic Journal of Biology* 5(3): 49-61.

UJI KUALITATIF BEBERAPA BAKTERI PENAMBAT NITROGEN DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT DI RUMAH KACA

Sri Purwaningsih*¹, Suciati^{mih}

Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi-LIPI, Jl Raya Jakarta-Bogor Km 46 CSC, Cibinong, Jawa Barat,
Telp. (021)87907636/87907604.Fax. (021) 87907612
e-mail: *sipur2005@yahoo.co.id, suciatmih2008@yahoo.ca

Abstrak. Bakteri penambat nitrogen mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui penambatan nitrogen secara simbiotik maupun non simbiotik dikenal sebagai Biological Nitrogen Fixation (BNF) Telah dilakukan penelitian tentang uji kualitatif beberapa bakteri penambat nitrogen dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman tomat di rumah kaca ,yang bertujuan untuk mendapatkan isolat efektif dan potensial terhadap tanaman tomat.Penelitian dilakukan di rumah kaca bidang Mikrobiologi, Puslit biologi-LIPI, Cibinong dengan menggunakan tanah yang telah steril dimasukkan kedalam pot plastik berukuran 0,5 galon. Isolat yang digunakan adalah A, B, C, D, E, F, G, H, I dan M. Biji tomat yang telah berkecambah direndam dalam suspensi bakteri selama 2 jam baru ditanam. Tiap pot ditanam 5 biji, setelah tumbuh disisakan 2 tanaman pada tiap pot. Sebagai kontrol tanaman tanpa diinokulasi dan tanpa dipupuk N (K_1) dan tanaman tanpa diinokulasi dan dipupuk dengan N (urea) setara dengan 100 kg/ha (K_2). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan masing-masing perlakuan 3 kali ulangan. Tanaman dipanen pada umur 30 hari. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun (pada umur 1, 2, 3, dan 4 minggu), bobot kering tanaman bagian atas dan akar. Hasil percobaan menunjukkan ke 10 isolat berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman. Isolat no G (isolat *Azotobacter* dari tanaman *Zea mays* dari Kalampangan, Kalimantan Tengah) dan M (isolat *Rhizobium* dari tanaman kedelai dari Kalampangan, Kalimantan Tengah) memberikan hasil yang tinggi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, kedua isolat tersebut dapat dikembangkan sebagai agen pupuk hayati untuk tanaman tomat.

Kata kunci: bakteri penambat nitrogen, tanaman tomat, tanah

PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) merupakan komoditas sayuran semusim, berbentuk perdu yang termasuk ke dalam famili Solanaceae. Tanaman ini menghasilkan buah yang merupakan sumber vitamin dan mineral. Pada setiap 100 g buah tomat mengandung vitamin A sebesar 1500 SI, vitamin C 40 mg, fosfor 27 mg, dan kalori atau energi 20 kal (Gracia et al., 2011). Buah tomat juga kaya akan berbagai senyawa antioksidan seperti likopen yang dapat mencegah kanker, alfakaroten, betakaroten, lutein, dan flavonoid (Astari et al., 2014), sehingga dengan melihat manfaat yang begitu besar ini membuat permintaan tomat dalam bentuk buah segar ataupun bentuk olahan selalu meningkat, sehingga peningkatan produksi dan luas areal tanam secara nasional perlu ditingkatkan (Thakur et al., 2018). Menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2014), pola perkembangan luas panen tomat di Indonesia selama periode tahun 1990-2013 cenderung meningkat produksinya dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 6,27% per tahun, namun dengan permintaan pasar yang cukup tinggi, harus diimbangi dengan produktivitas tomat yang tinggi pula (Sivaiah et al., 2013). Pada tahun 2013- 2015 produktivitasnya mengalami penurunan. Produksi tomat pada tahun 2015 yaitu 4,15 ton/ha (Kementrian Pertanian, 2016 dalam Mercy et al, 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas tomat agar dapat mengimbangi permintaan pasar yang semakin tinggi.

Salah satu cara dalam meningkatkan produktivitas pada tanaman tomat adalah dengan cara pemupukan. Para petani menggunakan pupuk kimia pada tanaman tomat saat ini lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan pupuk organik. Banyak faktor-faktor yang membuat petani menggunakan pupuk kimia tinggi, salah satunya adalah pupuk kimia dapat memberikan pengaruh

yang cepat pada pertumbuhan tanaman, daun lebih hijau, sehingga dapat menghasilkan produktivitas yang tinggi, akan tetapi penggunaan pupuk kimia dengan dosis yang tinggi dan diberikan secara terus menerus dapat menyebabkan kerusakan pada sifat fisik, kimia tanah dan akan merusak kehidupan mikroorganisme tanah (Visshal & Abhishek, 2014), serta memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Untuk memperbaiki kesuburan tanah yang menurun akibat pemberian pupuk kimia, maka dapat digantikan dengan pemberian pupuk organik hayati (*biofertilizer*) untuk kelangsungan proses produksi (Maharani et al, 2013).

Pupuk organik hayati merupakan sekumpulan organisme hidup, yang aktivitasnya dapat menguraikan atau mengikat unsur hara sehingga unsur hara tersebut dapat tersedia dalam tanah dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 2006; Sumihar, 2012). Secara umum, peningkatan pertumbuhan tanaman dengan pemberian pupuk hayati dapat terjadi melalui satu atau lebih mekanisme yang terkait dengan karakter fungsional dan kepadatan populasi mikroba saat diaplikasikan, serta kecocokan dengan tanaman inang dan kondisi lingkungan rizosfir. Mekanisme kerja dari pupuk organik hayati, yaitu fiksasi nitrogen secara simbiotik dan non simbiotik, melarutkan hara yang terikat di dalam tanah seperti fosfat dan kalium, menghasilkan fithormon, seperti IAA (*Indole Acetic Acid*) dan giberelin, yaitu bermanfaat sebagai biostimulan, menghasilkan metabolit anti mikoba, sebagai agensia hayati pengendali hama dan penyakit tanaman, yaitu sebagai bioprotektan, dan mendekomposisi bahan organik, sehingga nutrisi menjadi tersedia (sebagai dekomposer) dan mineralisasi unsur organik (Saraswati, 2012; Simarmata, 2013).

Salah satu unsur hara makro yang sangat berperan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah Nitrogen (N). Nitrogen adalah salah satu unsur yang banyak melimpah di alam, yang dapat ditemukan di udara, tanah, dan air. Keberadaan nitrogen di atmosfer yang jumlahnya hampir 80% tidak dapat digunakan secara langsung dalam bentuk N_2 , kecuali oleh organisme-organisme tingkat rendah. Sebagian besar organisme hanya dapat menggunakannya, jika dikombinasikan dengan unsur-unsur lain seperti oksigen dan hidrogen dalam mendukung proses pembentukan protein dan molekul-molekul organik esensial (Ramakrishnan & Selvakumar, 2012.). Pada tanaman, unsur nitrogen yang diserap dari lingkungannya adalah dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-) atau amonium (NH_4^+), sehingga untuk menyediakan nitrogen bagi tanaman, maka terdapat bakteri pemfiksasi nitrogen, yang mereduksi N_2 dengan memanfaatkan enzim nitrogenase (Franche et al., 2009)

Fakta yang terdapat di lapangan bahwa Indonesia sebagai negara dengan daerah tropis memiliki ketersediaan N yang tergolong rendah. Pupuk N buatan yang dalam proses pembuatannya menggunakan gas alam sebagai bahan dasarnya, sehingga mempunyai suatu keterbatasan karena gas alam tidak dapat diperbarui (Novriani, 2011). Oleh karena itu, penggunaan pupuk organik hayati saat ini sudah mulai banyak dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan kesuburan tanah. Contoh mikroba penambat N yang bermanfaat sebagai mikroorganisme penyusun pupuk hayati adalah *Rhizobium* sebagai bakteri penambat N secara simbiotik, *Azotobacter* dan *Azospirillum* sebagai bakteri penambat N non simbiotik.

Rhizobium merupakan mikroba simbiotik yang mempunyai prospek di bidang pertanian dan kehutanan yang mempunyai peranan penting sebagai biofertilizer. Bakteri ini mampu mengikat nitrogen bebas di udara menjadi ammonia (NH_3) yang akan diubah menjadi asam amino yang selanjutnya menjadi senyawa nitrogen untuk mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan yang diperlukan tanaman, sementara tanaman inang memberikan karbohidrat sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidup *Rhizobium*. *Rhizobium* mampu menghasilkan hormon pertumbuhan berupa IAA dan giberelin yang dapat memacu pertumbuhan rambut akar, percabangan akar yang memperluas jangkauan akar, dan mampu meningkatkan penyerapan fosfat (Kumar, 2014). Inokulasi *Rhizobium* terhadap tanaman leguminosa mampu menfiksasi 100- 300 kg/ha dalam satu musim tanam dan meningkatkan sejumlah N untuk tanaman berikutnya, selain itu inokulasi *Rhizobium* mampu memacu pertumbuhan tinggi, pertumbuhan diameter, pembentukan bintil akar efektif, dan meningkatkan berat kering semai sengan laut (Prayoga et al., 2018), namun dalam kehidupannya bakteri *Rhizobium* sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, terutama pH tanah, sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Singh et al., 2013) selain itu simbiosis dapat terjadi bila ada kecocokan masing-masing substrat yang dihasilkan oleh salah satu spesies rizobakteria yang telah dikenal sebagai agen biologis penfiksasi dinitrogen, diazotrof, yang mengubah dinitrogen (N_2) menjadi amonium (NH_4^+) melalui reduksi elektron (Adnyana, 2012).

Azotobacter adalah salah satu spesies rizobakteria yang telah dikenal sebagai agen biologis penfiksasi dinitrogen, diazotrof, yang mengubah dinitrogen (N_2) menjadi ammonium (NH_4^+) melalui reduksi elektron dan protonasi gas dinitrogen yang mampu menambat N dalam jumlah yang cukup tinggi (Iswati, 2012). Azotobacter mempunyai kemampuan menfiksasi N berkisar antara 2-15 mg N/g sumber karbon, bakteri ini juga mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh, seperti *Indole Acetic Acid* (IAA) (Pranoto et al., 2015). Adanya zat pengatur tumbuh yang di produksi oleh Azotobacter secara langsung dapat meningkatkan beberapa parameter pertumbuhan tanaman diantaranya meningkatkan berat kering tanaman, perkembangan morfologi akar, peningkatan hasil biomassa, protein, serapan hara, dan kandungan mineral pada tanaman tersebut (Jnawali et al., 2015). Inokulasi Azotobacter spp dalam tanah menguntungkan pada tanaman, tetapi populasi bakteri ini terkait dengan banyak faktor fisik, kimia tanah (misalnya pH, suhu, bahan organik, kelembaban tanah dan sifat mikrobiologis (Kizilkaya, 2009).

Azospirillum adalah bakteri yang non simbiotik, yang hidup bebas di dalam tanah, baik di sekitar akar maupun dekat dengan perakaran, bakteri ini dapat meningkatkan luas permukaan akar, dan meningkatkan serapan hara pada tanaman serta menambah konsentrasi hormone IAA (*Indole Acetic Acid*) di perakaran. Azospirillum mampu meningkatkan hasil panen tanaman pada berbagai jenis tanah dan iklim dan menurunkan kebutuhan pupuk nitrogen sampai 35%, selain itu Azospirillum juga mampu menambat nitrogen dan menghasilkan hormon pertumbuhan, dan juga mampu merombak bahan organik yang ada di dalam tanah yang berasal dari kelompok karbohidrat, seperti selulosa, amilosa, dan bahan organik yang mengandung sejumlah lemak dan protein (Nagoni et al., 2017). Inokulasi Azotobacter dan Azospirillum berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan tanaman tomat (Reddy et al., 2018).

Berlatar belakang dari hal tersebut diatas maka dilakukan perlu dilakukan seleksi isolat tersebut untuk mendapatkan isolat yang efektif, efisien dan sekaligus mampu beradaptasi dengan lingkungan sehingga diperoleh simbiosis yang optimal yang pada akhirnya mampu meningkatkan pertumbuhan sehingga mampu meningkatkan hasil panen.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat yang potensial guna meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen khususnya tanaman tomat.

METODE PENELITIAN

Biak yang digunakan diuji aktivitasnya dalam menambat nitrogen dan memproduksi IAA sebagai mikroba PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) sebagai berikut:

Uji Aktivitas Dalam Menambat Nitrogen

Uji kemampuan dalam menfiksasi nitrogen dengan menggunakan media NFB (Nitrogen Free Medium) dengan komposisi: 5 g asam malat, 4 g KOH, 0.5 g K_2HPO_4 , 0.5 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.01 g $MnSO_4 \cdot H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.1 g NaCl, 0.02 g $CaCl_2$, 0.002 g $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$, 1.64% 4 mL Fe-EDTA, 4 g KOH, 1 mL Vit solution, 2 mL Micro Elemen, 2 mL BTB (0.5% alkohol), 22 g Agar and 1000 mL Aquadest. Isolat bakteri ditumbuhkan dalam media NFB semi solid dalam tabung reaksi kecil, diinkubasikan dalam suhu ruang ($28-30^0$ C) selama 2-7 hari, hasil yang positif ditandai dengan terbentuknya cincin putih diatas permukaan media dan terjadi perubahan media dari kuning kehijauan menjadi hijau kebiruan yang mengindikasikan bahwa isolat tersebut mampu menambat nitrogen (Dobereiner. J. 1991).

Uji aktivitas produksi IAA secara kualitatif

Isolat bakteri yang akan diuji mula-mula ditumbuhkan pada media TSB (Trypton Soya Broth) dengan komposisi: 10 g Pepton, 2,5 g NaCl, 22 g Agar, 1000 mL Aquadest. Koloni yang tumbuh kemudian ditetesin larutan Salkowsky dengan komposisi: 1 mL 0.5 M $FeCl_3$ + 50 mL $HClO_4$ 50%) kira-kira sebanyak 1 mL, diinkubasikan di tempat gelap kira-kira 1jam, hasil yang positif ditandai dengan terjadi perubahan warna menjadi pink yang mengindikasikan bahwa isolat tersebut mampu menghasilkan IAA (Gravel. et.al, 2007).

Uji efektivitas isolat bakteri dilakukan di rumah kaca Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi-LIPI, Cibinong, Jawa Barat. Media tanah yang digunakan adalah dari kebun Cibinong. Tanah diambil dari permukaan sampai kedalaman 5-20 cm, dan di keringanginkan, kemudian di saring dengan

saringan kasar, setelah itu tanah dimasukkan kedalam plastik tahan panas dan disterilkan dengan menggunakan autoclave pada suhu 121°C selama 20 menit, kemudian dimasukkan kedalam ember plastik berukuran 0,5 galon.

Biji yang digunakan dalam percobaan ini adalah biji tomat. Sebelum ditanam terlebih dahulu dikecambahkan dalam keadaan steril. Isolat yang digunakan adalah A = isolat Azospirillum dari tanaman *Lycopersicon esculantum* dari P. Buton, B = isolat Azospirillum dari tanaman *Oryza sativa* dari Bengkulu, C = isolat Azospirillum dari tanaman *Oryza sativa* dari Wonogiri, D = isolat Azotobacter dari tanaman *Carica papaya* dari Bengkulu, E = isolat Azotobacter dari tanaman *Tetrameristra gabra* dari Lahei, Kalteng, F = isolat Rhizobium dari tanaman *Glycine max* L dari Kalampangan, Kalteng, G = isolat Azotobacter dari tanaman *Zea mays* dari Kalampangan, Kalteng, H = isolat Rhizobium dari tanaman *Crotalaria* sp. dari Kalampangan, Kalteng, I = isolat Rhizobium dari tanaman *Arachis hypogaea* dari Nyaru Menteng, Kalteng, M = isolat Azotobacter dari tanaman *Zea mays* dari Lahei, Kalteng. Masing-masing isolat ditumbuhkan dalam media selektif dalam tabung reaksi besar dan diinkubasikan selama 3 hari, kemudian ditambah 25 ml aquadest steril sehingga didapatkan suspensi isolat bakteri, biji tomat yang telah berkecambah direndam dalam suspensi isolat bakteri selama 2 jam baru ditanam. Tiap pot ditanam 5 biji, setelah tumbuh disisakan 2 tanaman pada tiap pot. Sebagai kontrol tanaman tanpa diinokulasi dan tanpa dipupuk N (K₁) dan tanaman tanpa diinokulasi dan dipupuk dengan N (urea) setara dengan 100 kg/ha (K₂). Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan cara penyiraman dengan air hujan setiap hari. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan masing-masing perlakuan 3 kali ulangan. Tanaman dipanen pada umur 30 hari. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun (pada umur 1, 2, 3, dan 4 minggu), bobot kering tanaman bagian atas, akar dan tanaman total.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengujian kualitatif dari 10 isolat yang ditumbuhkan pada media TSB dan ditetesi dengan reagen Salkowsky ada 5 isolat menunjukkan terjadi perubahan warna dari putih menjadi merah muda, hal ini mengindikasikan bahwa ke 5 isolat tersebut mampu memproduksi hormon IAA (Table 1). Kandungan hormon IAA pada setiap bakteri berbeda-beda dan tidak semua bakteri dapat menghasilkan fitohormon tersebut, selain itu waktu dan kondisi yang diperlukan untuk memproduksi hormon IAA juga berbeda. Hasil analisa kuantitatif berwarna merah menunjukkan bahwa bakteri penambat nitrogen (seperti Rhizobium, Azospirillum, Azotobacter) berpotensi memproduksi hormon IAA (Khamna et al., 2010).

Isolat yang diuji pada media NFB semi solid, ke 10 isolat tersebut dalam media membentuk cincin putih diatas permukaan media, dan terjadi perubahan warna media dari warna krem kehijauan menjadi biru kehijauan, hal ini mengindikasikan bahwa isolat tersebut mampu menambat nitrogen (Table 1). Seperti yang dikatakan oleh Kala, et al., 2011 bahwa pelikel yang dihasilkan oleh bakteri pada media NFB disebabkan didalam media tidak ada kelebihan oksigen, laju difusi oksigen sama dengan laju respirasi organisme yang merupakan kondisi yang baik untuk aktivitas enzim nitrogenase yang membantu mereduksi asetilen menjadi etilen yang dapat membantu dalam proses penambatan nitrogen.

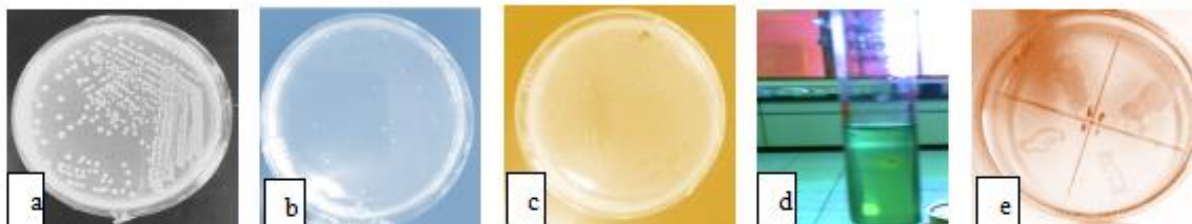
Pada pengamatan tinggi tanaman menunjukkan bahwa hasilnya bervariasi, hal ini menunjukkan bahwa masing-masing isolat mempunyai kemampuan dalam menambat nitrogen yang berbeda-beda, sehingga terjadi perbedaan pertumbuhannya. Pengukuran tinggi tanaman pada umur 1, 2, 3 dan 4 minggu menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat G (Table 2). Seperti yang dikatakan oleh Dashadi et al., 2011 bahwa hasil inokulasi yang bervariasi berhubungan erat dengan kemampuan isolat dalam menambat nitrogen yang dapat menghasilkan kandungan nitrogen di sekitar perakaran, sehingga tanaman dapat memanfaatkannya secara optimal untuk pertumbuhannya.

Pada pengamatan jumlah daun menunjukkan bahwa pada pengukuran minggu ke 1, 2 dan 3 minggu jumlah daun terbanyak pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat M, pada umur 4 minggu pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat B (Table 3).

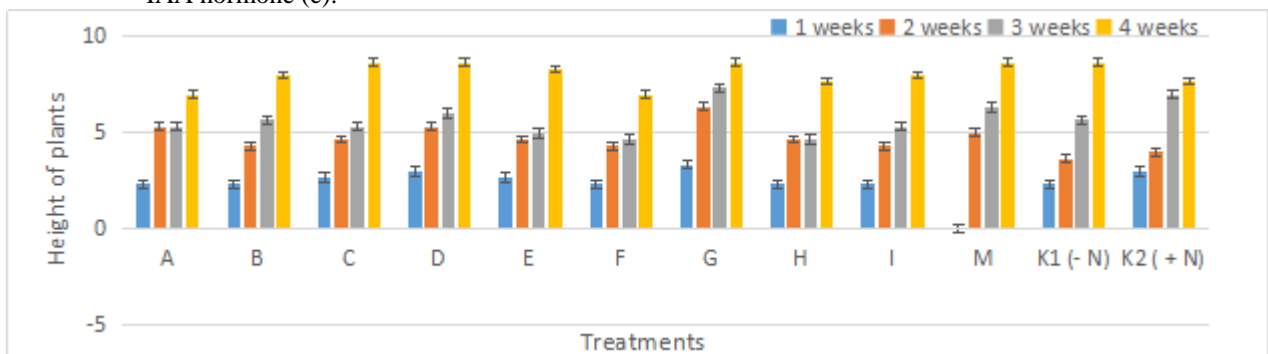
Table 1: Characteization of nitrogen fixing bacteria from several área

Isolates	Host plants	Origin área	medium	
			IAA (kualitatif)	N-fixasi
A	<i>Lycopersicon esculantum</i>	P. Buton	-/white	+
B	<i>Oryza sativa</i> L	Bengkulu, Sumatra	+/pink	+
C	<i>Oryza sativa</i> L	Wonogiri, Central Java	+/pink	+
D	<i>Carica papaya</i>	Bengkulu, Sumatra	-/white	+
E	<i>Tetrameristra gabra</i>	Lahei, Central Kalimantan	-/white	+
F	<i>Glycine max</i> L	Kalampangan, Central Kalimantan	+/pink	+
G	<i>Zea mays</i>	Kalampangan, Central Kalimantan	+/pink	+
H	<i>Crotalaria</i>	Kalampangan, Central Kalimantan	-/white	+
I	<i>Arachis hypogaea</i> L	Menteng, Central Kalimantan	+/pink	+
M	<i>Zea mays</i>	Lahei, Central Kalimantan	-/white	+

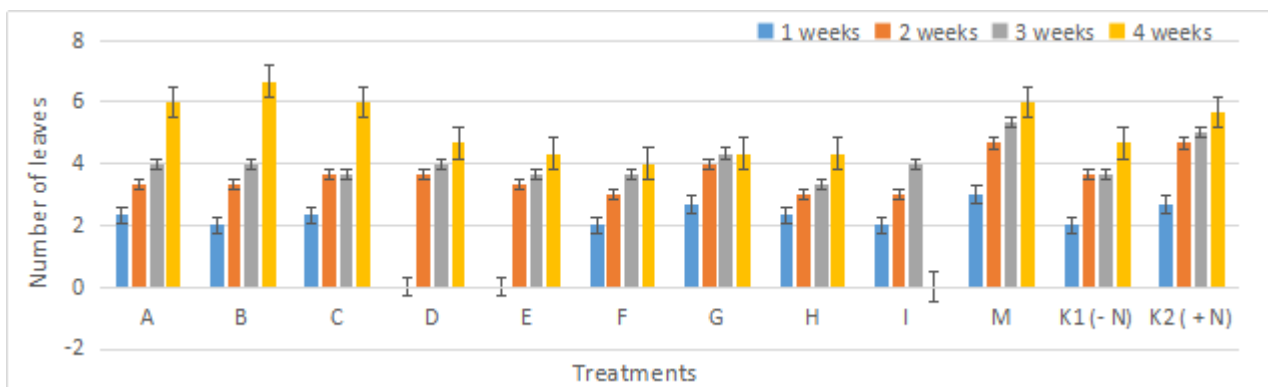
Note: -/white = unable to produce IAA, +/-pink = able to produce IAA, += able to nitrogen fixing.



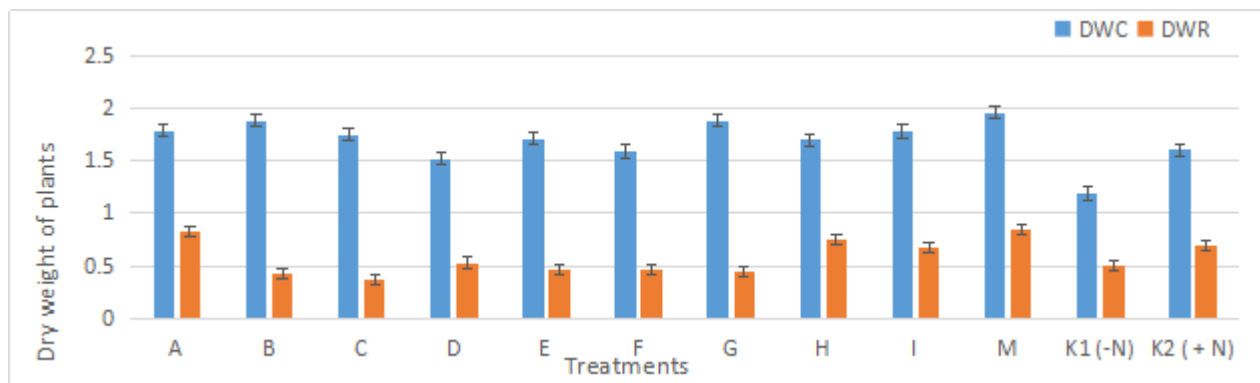
Gambar 1. Rhizobium isolate (a), Azospirillum isolate (b), Azotobacter isolate (c), nitrogen fixing (d), Produce IAA hormone (e).



Gambar 2. The average value of height of plant on the growth of tomato plants inoculated with several nitrogen fixing bacteria isolates (cm).



Gambar 3. The average value of number of leaves on the growth of tomato plants inoculated with several nitrogen fixing bacteria isolates.



Gambar 4. Average value of Dry Weight of Canopy (DWC) and Dry Weight of Root (DWR) on the growth of tomato plants inoculated with several nitrogen fixing bacteria isolates (gram).

Bobot kering tanaman bagian atas dan bobot kering akar nilai tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat M (Table 4), hal ini menunjukkan bahwa terjadi perbedaan pertumbuhan dari masing-masing isolat yang diberikan, inokulasi akan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan apabila ada keserasian dan kecocokan antara isolat yang diberikan dengan tanaman inang, selain itu faktor fisik, kimia, biologi dan lingkungan juga berpengaruh terhadap keberhasilan suatu inokulasi (Nurmas dkk, 2014). Sedangkan Lestari *et al.* (2011) juga melaporkan bahwa selain inokulan yang diberikan, bakteri yang menghasilkan hormon IAA dapat meningkatkan pertumbuhan akar meliputi panjang, jumlah serabut dan bobot kering akar sehingga membantu meningkatkan penyerapan unsur hara bagi tumbuhan, yang pada akhirnya mampu meningkatkan pertumbuhan.

Dari keseluruhan parameter yang diamati menunjukkan bahwa isolat M memberikan pengaruh yang paling tinggi terhadap pertumbuhan. Inokulasi akan berpengaruh nyata apabila isolat yang diinokulasikan merupakan isolat yang efektif dan efisien terhadap tanaman, dan mempunyai kecocokan dan keserasian dengan tanaman inangnya serta waktu inokulasi juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan (Moustaine *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ke 10 isolat yang diinokulasikan pada tanaman tomat berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman. Isolat no G (isolat *Azotobacter* dari tanaman *Zea mays* dari Kalamangan, Kalimantan Tengah) dan M (isolat *Rhizobium* dari tanaman kedelai dari Kalamangan, Kalimantan Tengah) mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, G.M. (2012). Mekanisme Penambatan Nitrogen Udara Oleh Bakteri *Rhizobium* Menginspirasi Perkembangan Teknologi Pemupukan Organik Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Agrotrop*. 2(2): 145-149.
- Astari, W., Purwani, K. I., Anugerahani, W. (2014). Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Var. Tombatu di PT Petrokimia Gresik. *Jurnal Sains dan Seni Pomitis*. 2(1):1-4.
- Dashadi, M., Khosravi, H., Moezzi, A., Nadian, H., Heidari, M & Radjabi R. (2011). Co-Inoculation of *Rhizobium* and *Azotobacter* in Growth of Faba bean under Water Deficit Conditions. *American-Eurasian J.Agric.&Environ.Sci*. 11 (3): 314 – 319.
- Dobereiner, J. (1991). The genera of *Azospirillum* and *Herbaspirillum* in The Prokaryotes. 2nd ed. Vol 3. Springer-Verlag. New York. p, 2236.
- Franché, C., Lindström, K & Elmerich, C. (2009). Nitroge-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants. *Plant Soil*. 321: 35–59.
- Garcia, J. L., Probanza, A., Ramos, B & F. J. G. Manero, F. J. G. 2011. Ecology, genetic diversity and screening strategies of plant growth promoting rhizobacteria. *Journal of Plant Nutrition and Soil Sciences*, 164: 1 - 7.

- Gravel, V., Aunton, H & Tweddell, R.J. (2007). Effect of indole-acetic acid (IAA) on the development of symptoms caused by *Pythium ultimum* on tomato plants. *European Journal of Plant Pathology*. 119: 457-462.
- Iswati, R. (2012). Pengaruh Dosis Formula PGPR Asal Perakaran Bambu terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat. *Jurnal Agro Teknologi Tropika*. 1(1): 9-12.
- Jnawali, A., D., Ojha, R. B & Marahatta, S. 2015. Role of *Azotobacter* in Soil fertility and Sustainable –A Review. *Adv Plants Agric.Res.* 2(6): 069.
- Kala, T. C., Christi, R. M., Bai, N. R. (2011). Effect of *Rhizobium* inoculation on the growth and yield of horsegram (*Dolichos biflorus* Linn). *Plant Archives*, 11(1): 97-99.
- Khamna, S., Yokota, A., Peberdy, J. F & Lumyong, S. (2010). Indole-3-Acetic Acid Production by *Streptomyces* sp. Isolated from some Thai medical Plant Rhizosphere Soils. *Eur. Asian Journal of BioSciences*. 4: 23-32.
- Kizilkaya, R. (2009). Nitrogen fixation capacity of *Azotobacter* spp. strains isolated from soils in different and relationship between them and the microbiological properties of soil. *J. Environ. Biol.* 30(1): 73-82.
- Kumar, A., Biswas, T., Singh, N., & Lal, E. (2014). Effect of gibberellic acid on growth, quality and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(4): 28–30.
- Lestari, P., Susilowati, D.N., dan Riyanti, E.I. (2011). Pengaruh Hormon Asam Indol Asetat yang Dihasilkan *Azospirillum* sp. terhadap Perkembangan Akar Padi. *Jurnal AgroBiogen*. 3(2): 66-72.
- Maharani, B.R., Surtiningsih, T & Utami, E.S.W. (2013). *Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (Biofertilizer) dan Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill.)*. Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Mercy, J. Z., Tatiek, K. S & Muhamad, S. (2019). Studi Karakter Fisik dan Fisiologi Buah dan Benih Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Tora IPB. *Bul. Agrohorti*. 7(1) : 69-75.
- Moustaine, M., Elkahkahi, R., Benbouazza, A., Benkirane, R & Achbani E.H. (2017). Effect of plant growth promoting rhizobacterial (PGPR) inoculation on growth in tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) and characterization for direct PGP abilities in Morocco. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*. 2: 590-596.
- Nagoni, S., Kempegowda, K & Hadora, R. (2017). Effect of Integrated Nutrient Management on Growth and Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *International journal of plant and soil science*. 16(2):1-7.
- Novriani. (2011). Peranan *Rhizobium* dalam Meningkatkan Ketersediaan Nitrogen bagi Tanaman Kedelai. *Jurnal AgronomiS*. 3(5): 35-42
- Nurmas, A., Mofianti, Rahman, A & Khaeruni, A. (2014). Eksplorasi dan Karakterisasi *Azotobacter* Indigenous untuk Pengembangan Pupuk Hayati Tanaman Padi Gogo Lokal Di Lahan. *Jurnal Agroteknos*. 4(2): 127-133.
- Pranoto, E., Pratiwi, S., Wachyuni, H & Anindita, S. (2015). Pola Sebaran Populasi *Azotobacter* sp dan Bahan Organik pada Berbagai Kelas Kemiringan Lereng Perkebunan Teh Dataran Tinggi PPTK Gambung. *Biospecies*. 8(1): 33-41.
- Prayoga, D., Riniarti, M & Duryat. (2018). Aplikasi *Rhizobium* dan Urea pada Pertumbuhan Semai Sengon laut. *Jurnal Sylva Lestari*. 6(1):1-8
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2014). *Outlook Komoditi Tomat*. Jakarta: Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Ramakrishnan, K & Selvakumar, G. (2012). Effect of biofertilizers on enhancement of growth and yield on Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Int J Rsearch Bot*. 2(4): 20-23.
- Reddy, S., Singh, A. K., Masih, H., Benjamin, J. C., Ojha, S. K., Ramteke, P .W & Singla, A. (2018). Effect of *Azotobacter* sp and *Azospirillum* sp . on vegetative growth of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* . 7(4): 2130-2137
- Saraswati, R. (2012). Teknologi Pupuk Hayati untuk Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem Produksi Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan lahan Terdegradasi*. Bogor 29-30 Juni 2012.

- Singh, N. K., Chaushry, F.K & Patel, D.,B. (2013). Effectiveness of Azotobacter bio-inoculant for wheat grown under dryland condition. *J. Env Biology*. 34: 927-932.
- Simarmata, T. (2013). *Biofertilisasi*. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Sumedang.
- Sivaiah, K. N., Swain, S. K., Sandeep, V. V, Raju, B. (2013). Effect of foliar application of macronutrients on growth parameters in tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.). *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences*. 1(10): 146-151.
- Sumihar, S.T.T. (2012). Pengaruh Pupuk Hayati dan Kompos Tandan Kosong Sawit terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Awal. *Lembaga Penelitian. Universitas Hkbp Nommensen*. Medan.
- Thakur, S., Thakur, R & Mehta D. K. (2018). Effect of biofertilizers on horticultural and yield traits in French bean var. Contender under dry temperate conditions of Kinnaur district of Himachal Pradesh. *Journal of Applied and Natural Science*. 10(1): 421-424.
- Vishal, K. D & Abhishek, C. (2014). Isolation and characterization of *Rhizobium leguminosarum* from root nodules of *Pisums sativum* L. *Journal of Academic and Industrial Research*. 2(8):464-467.

KARAKTERISASI DAN PENGUJIAN BAKTERI RHIZOBIUM SEBAGAI BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION (BNF) TERHADAP HASIL PANEN KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L)

Sri Purwaningsih^{*1}, Saefudin²

^{*1}Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi-LIPI, Cibinong, Jawa Barat

²Bidang Botani, Puslit Biologi-LIPI, Cibinong Jawa Barat

Telp. (021)87907636/87907604.Fax. (021) 87907612

email : ^{*1}sipur2005@yahoo.co.id, ²saefudinkahfi@yahoo.com

Abstrak. *Rhizobium* yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui penambatan nitrogen secara simbiotik dikenal sebagai Biological Nitrogen Fixation (BNF). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat *Rhizobium* yang berpotensi sebagai agen pupuk hayati. Telah dilakukan karakterisasi dan pengujian ke tujuh isolat *Rhizobium* terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman kacang tanah. Uji karakterisasi menunjukkan bahwa 7 isolat mampu menambat nitrogen dan menghasilkan enzim protease, 5 isolat mampu menghasilkan hormon IAA dan 4 isolat mempunyai kemampuan melarutkan fosfat. Pengujian isolat *Rhizobium* dilakukan dengan inokulasi *Rhizobium* terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah di kebun Percobaan Cibinong. Isolat yang digunakan adalah A, B, C, D, E, F, G dan H. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap, masing-masing perlakuan 3 kali ulangan, dengan jarak tanam 20 X 20 cm. Tanaman dipanen pada umur 80 hari. Parameter yang diamati meliputi: tinggi tanaman dan jumlah daun pada umur 2, 4, 6, 8, dan 10 minggu, bobot kering tanaman bagian atas, akar, bintil dan polong, jumlah polong dan bobot kering biji. Hasil percobaan menunjukkan bahwa isolat no H (campuran 7 isolat) memberikan hasil yang terbaik terhadap hasil panen kacang tanah, isolat tersebut merupakan kandidat sebagai agen pupuk hayati.

Keywords: *Pupuk hayati, bakteri penambat nitrogen, kacang tanah*

PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L) merupakan tanaman kacang-kacangan sebagai sumber protein dan lemak nabati, yang banyak dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia untuk memenuhi kebutuhan gizi, namun sampai saat ini produksinya masih rendah, sehingga diperlukan penelitian dengan berbagai cara misalnya paket teknologi untuk meningkatkan hasil yang pada akhirnya mampu memenuhi kebutuhan akan kacang tanah, selama ini untuk meningkatkan produksi tanaman tersebut telah banyak dilakukan antara lain dengan intensifikasi budidaya, perluasan areal tanam, mencari bibit unggul, pengendalian hama, selain itu juga dengan pemberian pupuk kimia, namun dengan semakin tingginya biaya produksi pupuk kimia dan dengan pemakaian pupuk tersebut yang berlebihan akan memperburuk kondisi fisik tanah (Harpreet et al., 2012), maka perlu dicari alternatif pupuk yang mudah dan murah harganya. Salah satunya adalah penggunaan pupuk organik hayati yang disebut Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). Pupuk ini banyak jenisnya, salah satunya adalah penggunaan bakteri *Rhizobium* yang dikenal dengan Biological Nitrogen Fixing (BNF) (Gyorgi et al., 2010).

Bakteri *Rhizobium* adalah jasad renik yang bersimbiosis dengan tanaman leguminosa yang dicirikan dengan adanya bintil akar di daerah perakaran, sehingga dapat mengikat nitrogen bebas dari udara. Peran utama bakteri *Rhizobium* adalah menfiksasi nitrogen dengan adanya aktivitas nitrogenase. Tinggi rendahnya aktivitas nitrogenase akan menentukan banyak sedikitnya pasokan ammonium yang diberikan bakteri *Rhizobium* pada tanaman. Semakin aktif nitrogenase makin banyak pasokan nitrogen bagi tanaman, sehingga dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman yang pada akhirnya dapat meningkatkan hasil panen (Souza et al., 2015), selain itu bakteri tersebut juga mampu menghasilkan hormon tumbuh yang disebut dengan Indo Acetic Acid (IAA)(Etesami et al., 2009) dan juga mampu melarutkan fosfat yang tidak tersedia menjadi tersedia sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang (Fitriatin et al., 2009). Selain itu Bakteri *Rhizobium* juga

dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara, tidak menimbulkan efek samping dan tidak adanya bahaya pencemaran lingkungan. Inokulasi bakteri *Rhizobium* pada tanaman kacang tanah dapat meningkatkan jumlah bintil akar yang berfungsi mengfiksasi nitrogen bagi tanaman, sehingga dapat mendukung produktivitas tanaman kacang-kacangan (Gurubasayya & Patil, 2018). Pemberian inokulum *Rhizobium* 10 g kg⁻¹ benih dengan pupuk organik petrogenik 1000 kg/ha mampu meningkatkan jumlah polong/ tanaman sebesar 54,1%, bobot kering polong per tanaman sebesar 52,4% (Umrao et al., 2016), selain itu inokulasi bakteri *Rhizobium* dapat meningkatkan jumlah bintil akar, sehingga akan meningkatkan fiksasi nitrogen, yang pada akhirnya mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil suatu tanaman (Badar et al, 2015). Namun dalam penggunaannya bakteri tersebut harus efektif, efisien, cocok untuk jenis tanaman tertentu, dan mampu bersaing dengan bakteri *Rhizobium* asli yang ada di dalam tanah (indigenous) serta mempunyai sifat kompatibilitas tinggi (Cummings. 2009), selain itu dalam kehidupannya bakteri *Rhizobium* sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, terutama pH tanah, kondisi fisik, kimia tanah dan efektivitas populasi asli di dalam tanah (Ntambo et al., 2017).

Berlatar belakang dari hal tersebut diatas maka dilakukan penelitian ini diharapkan mendapat isolat *Rhizobium* yang efektif, efisien dan potensial dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan isolat bakteri *Rhizobium* yang potensial guna meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman terutama untuk tanaman kacang tanah.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bintil akar dari berbagai tanaman asal dari berbagai daerah.

Isolasi Bintil Akar dari Berbagai Tanaman

Bintil akar dipisahkan dari akar, kemudian dicuci dengan alkohol 70% dan dibilas dengan aquadest 5 kali. Bintil akar kemudian dipindahkan ke petridish dan digerus atau dihaluskan dengan spatula. Bintil akar yang sudah dihancurkan diambil cairannya kemudian digoreskan dan diratakan dengan spatula pada petridish yang mengandung media YEMA (Yeast Ekstrak Mannitol Agar) dengan komposisi: 0,5 g K₂HPO₄, 0,2 g MgSO₄·7H₂O, 0,1 g NaCl, 3 g CaCO₃, 10 g Mannitol, 3 g ekstrak ragi, 20 g Agar, 1000 mL Aquadest, pH 6,8 (Vincent, 1982), kemudian diinkubasikan pada suhu kamar (27-28^o C) selama 2-3 hari. Koloni yang tumbuh tunggal dipindahkan ke media YEMA miring dalam tabung reaksi kecil sebagai isolat murni.

Purifikasi dan Karakterisasi *Rhizobium*

Pemurnian isolat dilakukan dengan mengambil koloni dengan Ose, kemudian dimasukkan ke dalam aquadest 1 mL steril dan divortex. Sekitar 0,1 mL suspensi dituangkan dalam petridish yang mengandung media YEMA, diratakan dengan spatula dan diinkubasi pada suhu kamar (27-28^o C) selama 2-5 hari. Koloni tunggal yang tumbuh dipindahkan dalam media YEMA miring dalam tabung reaksi (sebagai kultur murni).

Uji aktivitas penambatan nitrogen

Kemampuan bakteri dalam mengikat nitrogen diuji dengan menggunakan media semi solid NFB (Nitrogen Free Medium), yang terdiri dari: 5,0 g asam malat, 4,0 g KOH, 0,5 g K₂HPO₄, 0,5 g FeSO₄·7H₂O, 0,01 g MnSO₄·H₂O, 0,01 g MgSO₄·7H₂O, 0,1 g NaCl, 0,02 g CaCl₂, Na₂MoO₄·2H₂O 0,002 g, 4 mL 1,64% Fe-EDTA, 4 g KOH, 1 mL larutan Vit, 2 elemen mikro, 2 ml BTB (0,5% larutan alkohol), 22 g agar-agar dan 1000 mL Aquadest. Isolat bakteri ditanam di media NFB semi padat dalam tabung reaksi kecil, diinkubasi pada suhu kamar (28-30^o C) selama 2-7 hari. Hasil positif ditandai dengan pembentukan cincin putih di permukaan media dan perubahan warna media dari kuning kehijauan menjadi hijau tua yang mengindikasikan bahwa isolat tersebut mampu mengikat nitrogen (Dobereiner, 1991).

Pengujian produksi hormon IAA

Uji aktivitas produksi hormon IAA secara kualitatif dilakukan dengan menggunakan media agar TSB (Tryptone Soya Broth), yang terdiri dari 10 g pepton, 2,5 g NaCl, 22 g Agar, dan 1000 mL

Aquadest. Isolat bakteri yang akan diuji diletakkan di tengah petridish yang telah diisi dengan media tersebut di atas, kemudian diinkubasi pada suhu kamar (28-30⁰ C) selama 2-5 hari, koloni yang tumbuh ditetesi dengan 1 mL larutan Salkowsky (terdiri dari 1 mL 0,5 M FeCl₃ + 50 mL 50% HClO₄) diberikan di atas koloni yang tumbuh dan diinkubasi dalam gelap selama sekitar 1 jam. Hasil positif terjadi perubahan warna menjadi merah muda yang menunjukkan bahwa isolat ini mampu menghasilkan hormon IAA (Gravel *et.al*, 2007).

Uji produksi protease

Aktivitas produksi protein diuji secara kualitatif dengan menggunakan media skim milk agar (SMA) seperti di Chung (2006), yang terdiri dari 10,0 g susu skim, 1,0 g D-glukosa, 2,5 g ekstrak ragi, 22,0 g agar, 1000 ml Aquadest. Isolat bakteri yang akan diuji diletakkan di tengah petridish yang telah diisi dengan media tersebut di atas, kemudian diinkubasi pada suhu kamar (28-30⁰ C) selama 2-5 hari. Hasil positif terdapat zona yang bening di sekitar koloni, yang menunjukkan bahwa isolat tersebut mampu menghasilkan enzim protease.

Uji aktivitas melarutkan fosfat

Aktivitas melarut fosfat diuji secara kualitatif dengan menggunakan media Pycosvkaya seperti yang digunakan dalam Gupta *et. al.*, 1994, yang terdiri dari 10,0 g glukosa, 0,2 g NaCl, 5,0 g Ca₃ (PO₄)₂, 0,5 g (NH₄)₂SO₄, 0,2 g KCl, 0,1 g MgSO₄·7H₂O, 0,25 g MnSO₄, 0,25 g FeSO₄, 0,5 g ekstrak ragi, 28 g agar-agar, dan 1000 mL Aquadest. Isolat bakteri yang akan diuji diletakkan ditengah petridish yang sudah mengandung media tersebut di atas, kemudian diinkubasi pada suhu kamar (28-30⁰ C) selama 2-7 hari. Hasil positif adalah terdapat zona bening disekitar koloni, yang menunjukkan bahwa isolat tersebut dapat melarutkan fosfat.

Penyediaan inokulan

Inokulan yang digunakan dalam percobaan ini berasal dari koleksi Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi-LIPI, Cibinong, Bogor.

Rhizobium ditumbuhkan dalam media YEMA miring dalam tabung reaksi besar dan diinkubasikan selama 3 hari. Masing-masing biak dipindahkan ke Erlenmeyer yang berisi 200 ml media cair dan di kocok (shaker) selama 3 hari. Bakteri pada media cair mempunyai populasi 10⁹/ml larutan (bahan 1). Sebagai bahan pembawa digunakan campuran gambut + tanah + kapur + arang dengan perbandingan (9 : 1 : 0,02 : 0,01 Bahan 1 dan 2 dicampur diinkubasi selama 10 hari sebagai inokulan Rhizobium.

Percobaan lapang

Penelitian dilakukan di kebun percobaan Cibinong, Puslit Biologi-LIPI, Cibinong, Jawa Barat. Lahan dipetak-petak dengan ukuran 1,5 X 2 meter, sebanyak 30 petak. Biji yang digunakan dalam percobaan ini adalah biji kacang tanah var gajah.

Isolat yang digunakan dalam percobaan ini adalah A = RL (isolat Rhizobium dari bintil akar tanaman kedelai (*Glycine max* L) dari Lampung), B = RW (isolat Rhizobium dari bintil akar tanaman kacang uci (*Phaseolus lunatus*) dari Wonogiri, Jawa Tengah), C = RM (isolat Rhizobium dari bintil akar tanaman kedelai (*Glycine max* L) dari Menado, Sulawesi Utara), D = RKP (isolat Rhizobium dari bintil akar tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L) dari KP Cibinong), E = RC (isolat Rhizobium dari bintil akar tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L) dari Citayam, Bogor), F = RK (isolat Rhizobium dari bintil akar tanaman *Leucana leucocephala* dari Kalimantan Tengah), G = RB (isolat Rhizobium dari bintil akar tanaman Turi (*Sesbania saman*) dari Bengkulu), H = campuran dari A-G. Sebagai kontrol tanaman tanpa diinokulasi dan tanpa dipupuk N (K1) dan tanaman tanpa diinokulasi dan dipupuk dengan N (urea) setara dengan 100 kg/ha (K2).

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 10 perlakuan dengan masing-masing perlakuan 3 kali ulangan, dengan jarak tanam 20 X 20 cm. Sebelum ditanam semua petak diberi pupuk kandang setara dengan 1 ton/ha. Inokulan bakteri dicampur dengan biji kacang tanah didiamkan selama 2 jam, baru ditanam. Cara penanaman dengan tugal, sebanyak 2 biji per lubang. Penggunaan pestisida tidak dilakukan untuk menjaga kebersihan panen dari pencemaran pestisida. Pengairan selama percobaan hanya tergantung pada air hujan. Tanaman dipanen pada umur 80 hari. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun (pada umur 2, 4,

6, 8 dan 10 minggu), bobot kering tanaman bagian atas, akar + bintil akar, polong dan bobot kering biji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penghitungan jumlah bakteri sebelum dan sesudah tanam menunjukkan bahwa populasi bakteri sesudah tanam hasilnya lebih tinggi dibandingkan sebelum tanam (Table 1), hal ini mengindikasikan bahwa inokulasi Rhizobium mampu menambat nitrogen sehingga meningkatkan ketersediaan N didalam tanah, karena N merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang, keberadaan populasi Rhizobium indigenous dapat menjadi kendala bagi keberhasilan suatu inokulasi. Tingginya populasi Rhizobium alam dapat menentukan apakah tanaman akan tanggap terhadap inokulasi atau tidak (Pajares & Bohannan. 2016).

Table 1. Microbial population before planting and after harvest.

Treatment	Before planting			After planting		
	Bacterial population (CFU x 10 ⁵ /g soil)			Bacterial population (CFU x 10 ⁵ /g soil)		
	NA	ASHBY	YEMA	NA	ASHBY	YEMA
A	67	35	62	180	72	154
B	43	37	52	160	63	167
C	94	42	55	220	95	174
D	73	32	78	230	85	193
E	51	49	54	204	89	169
F	46	61	48	198	75	173
G	32	37	72	243	69	185
H	66	52	68	279	97	201
K1	29	71	49	81	72	53
K2	41	59	56	79	64	81

Table 2. Characterization of Rhizobium isolates from various plants.

Isolate code	Origin of plants	Origin of area	NFB	IAA	Protease	PK
A	<i>Glycine max</i> L	Lampung	+	+	+	+
B	<i>Paseolus lunatus</i>	Wonogiri, Jawa Tengah	+	-	+	-
C	<i>Glycine max</i> L	Menado, Sulawesi Utara	+	+	+	-
D	<i>Arachis hypogaea</i> L	CSC Cibonong	+	-	+	-
E	<i>Vigna radiata</i> L	Citayam, Bogor	+	+	+	+
F	<i>Leucaena Leucecephala</i>	Kalimantan Tengah	+	+	+	+
G	<i>Sesbania saman</i>	Bengkulu	+	+	+	+

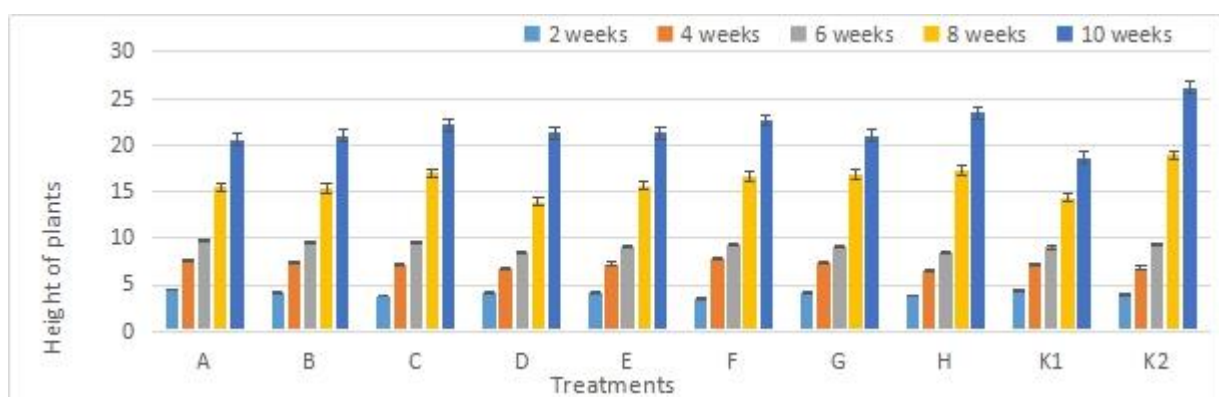
Pengujian karakterisasi menunjukkan bahwa pada media NFB ke tujuh isolat semuanya positif membentuk cincin diatas permukaan media dan terjadi perubahan media dari kuning kehijauan menjadi biru tua (Table 2). Potensi bakteri penambat nitrogen terbaik adalah bakteri tersebut mampu merubah warna media dari kuning kehijauan menjadi biru tua dan mampu membentuk pelikel atau cincin d atas permukaan media, hal ini mengindikasikan bahwa isolat tersebut mampu menambat nitrogen. Media NFB tidak mengandung unsur nitrogen pada komposisi bahannya sehingga isolat yang dapat tumbuh dalam media tersebut adalah isolat yang mampu menambat nitrogen bebas, media NFB semi solid menunjukkan bahwa terdapat aktivitas nitrogenase yang dilakukan oleh bakteri penambat nitrogen, bakteri yang diduga dapat menambat nitrogen bebas juga memiliki kemampuan untuk mengubah pH media menjadi lebih basa, hal ini ditandai dengan perubahan warna, perubahan warna pada media NFB terjadi karena sifat indikator bromthymol blue yang berubah menjadi biru pada pH yang lebih tinggi, hal tersebut karena adanya aktivitas nitrogenase (Santosoet al, 2019).

Uji Kandungan IAA pada ke tujuh isolat dengan menggunakan media TSA yang ditetaskan dengan reagen Salkowski, diperoleh 5 isolat yang positif mampu memproduksi hormon IAA, yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna isolat menjadi pink pudar (Table 2). IAA merupakan fitohormon yang mempunyai peranan penting sebagai pengatur perkembangan suatu tanaman (Soumya & Veena, 2018). Kemampuan produksi IAA dari masing-masing mikroba sangat berbeda, tergantung dari kondisi kultur mikroba, media tanam dan lingkungan (Chaiharn & Lumyong, 2011; Sivasakthivalen & Stella. 2012). Uji aktivitas protease menggunakan media skim milk agar,

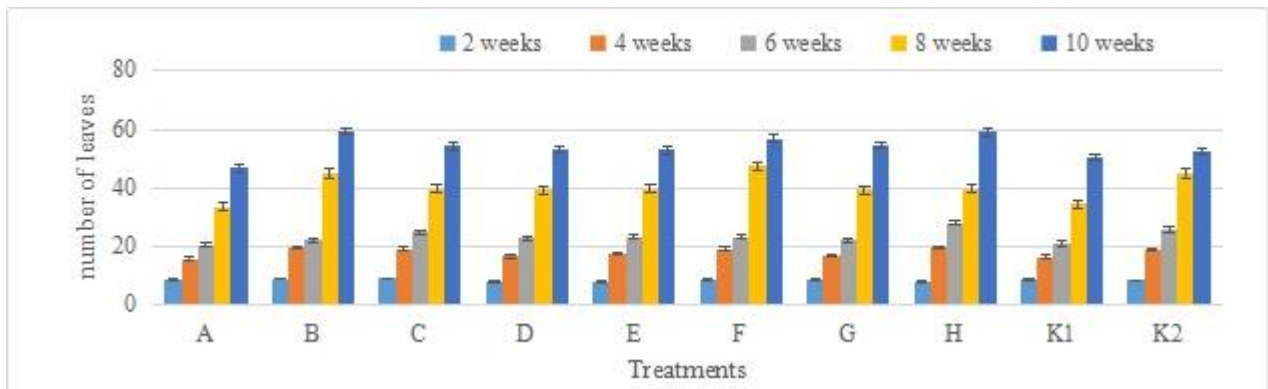
menunjukkan bahwa dari tujuh isolat semua mampu mengurai protein yang ditandai dengan terbentuknya zona bening (Table 2). Adanya protease menyebabkan kandungan protein pada media terhidrolisis menjadi peptida dan asam amino yang ditandai dengan terbentuknya zona bening. Zona bening merupakan indikator bahwa isolat bakteri mampu memanfaatkan protein pada media sebagai sumber nutrisinya (Mahdiyah, 2015). Pengujian kemampuan melarutkan fosfat, menunjukkan bahwa empat isolat memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat yang ditandai dengan terbentuknya zona bening disekitar koloni (Table 2). Karakteristik kemampuan isolat yang mampu melarutkan fosfat ditunjukkan dari kemampuannya dalam memproduksi enzim fosfatase dan produksi jenis-jenis asam organiknya. Kapasitas pelarutan P dari mineral anorganik sangat tergantung dari konsentrasi dan jenis asam organik yang diekskresikannya, sedangkan pelarutan P dari senyawa organik tergantung dari kapasitas katalisa enzim fosfatase yang diproduksi oleh bakteri tersebut. Aktivitas fosfatase sangat dipengaruhi oleh kandungan nitrogen media, peningkatan kandungan nitrogen media dapat meningkatkan aktivitas fosfatase di dalam media (Datta et al., 2011).

Hasil penelitian uji isolat *Rhizobium* menunjukkan bahwa isolat *Rhizobium* yang diinokulasikan terhadap tanaman kacang tanah semuanya mampu membentuk bintil akar, hal ini menunjukkan bahwa isolat tersebut dapat bersimbiose secara efektif dengan tanaman kacang tanah yang ditandai dengan pertumbuhan vegetatif lebih bagus dibandingkan dengan tanaman kontrol tanpa diinokulasi dan tanpa dipupuk N (K1). Seperti yang dilaporkan oleh (Kumar et al., 2018) bahwa kemampuan simbiosis yang efektif diketahui bahwa isolat *Rhizobium* yang diinokulasikan mampu membentuk bintil akar, yang berarti pengikatan nitrogennya berjalan dengan baik, sehingga akan tersedia nitrogen banyak yang dapat digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhannya (Khandelwal, 2012), selain itu keberhasilan suatu inokulasi akan diperoleh bila strain *Rhizobium* yang diinokulasikan mampu berkompetisi dengan *Rhizobium* asli (indigenous) di dalam tanah dan efektif dalam menambat nitrogen. Salah satu sifat *Rhizobium* yang paling menentukan dalam kompetisi adalah masa *Rhizobium* per gram tanah, dan beberapa percobaan inokulasi menunjukkan bahwa keberhasilan strain inokulan dalam membentuk bintil akar sangat tergantung pada jumlah kompetitornya yaitu *Rhizobium* alam didalam tanah (Simon et al., 2014). Tanah yang sering ditanami kacang-kacangan pada umumnya mengandung populasi *Rhizobium* lebih tinggi dibanding yang tidak pernah atau jarang ditanami kacang-kacangan (Abbas et al., 2010).

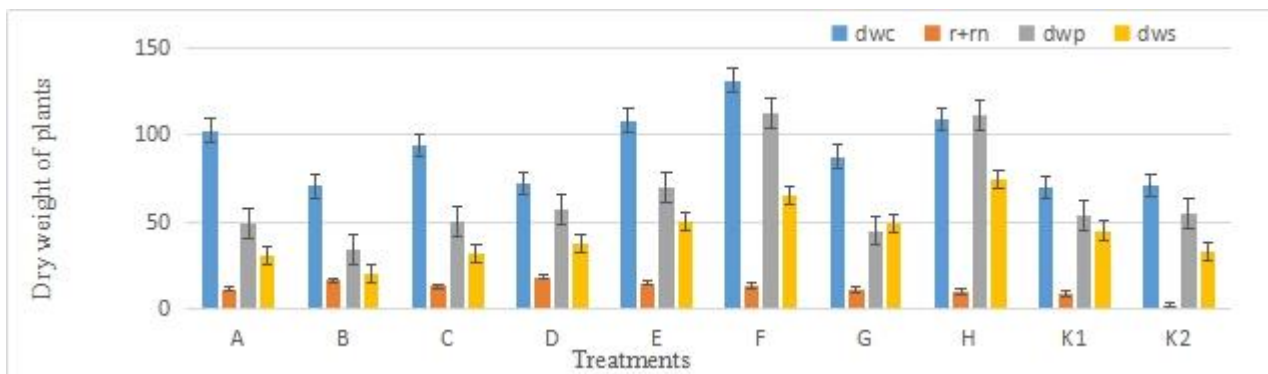
Dilihat dari masing-masing parameter yang diamati menunjukkan bahwa pengukuran tinggi tanaman pada umur 2 dan 6 minggu hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat A, pada umur 4 minggu hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat F dan pada umur 8 dan 10 minggu hasil tertinggi pada tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat C (Gambar 1). Untuk



Gambar 1. The average value height of plant Peanut inoculated with *Rhizobium* bacteria (ages 2, 4, 6, 8 and 10 weeks) (cm).



Gambar 2. The average value number of Leaves Peanut inoculated with Rhizobium bacteria (ages 2, 4, 6, 8 and 10 weeks)



Gambar 3. The average value of dry weight canopy (dwc), root+ root nodules (r+rn), dry weight of pod (dwp) and dry weight of seed (dws) of Peanuts inoculated with Rhizobium bacteria (gram).

Pengukuran jumlah daun pada umur 2 minggu hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat C, pada umur 4 dan 6 minggu hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat H, pada umur 8 minggu hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat no F dan pada umur 10 minggu hasil tertinggi pada tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat C (Gambar 1). Untuk pengukuran jumlah daun pada umur 2 minggu hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat C, pada umur 4 dan 6 minggu hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat H, pada umur 8 minggu hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat no F dan pada umur 10 minggu hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat B (Gambar 2). Untuk pengukuran bobot kering canopi dan bobot kering polong hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat F, bobot kering akar dan bintil akar hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat D, dan bobot kering biji hasil tertinggi pada tanaman yang diinokulasi dengan isolat no H (Gambar 3). Hasil yang bervariasi tersebut diatas menunjukkan bahwa isolat yang diinokulasi mempunyai tingkat kecocokan yang berbeda-beda terhadap tanaman inangnya, apabila terjadi kecocokan akan terjadi simbiosis yang optimum sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan yang pada akhirnya mampu meningkatkan hasil panen (Shetta et al., 2011).

Dari keseluruhan parameter yang diamati menunjukkan bahwa isolat H (campuran dari tujuh isolat) memberikan hasil yang tertinggi, hal ini menunjukkan bahwa ke tujuh isolat tersebut mampu bersimbiose dan saling mendukung satu sama lain untuk melakukan penambatan nitrogen, dan mempunyai kecocokan dengan tanaman inangnya, sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen. Seperti yang dilaporkan oleh Singh et al. (2011) bahwa penggunaan pupuk hayati mampu meningkatkan pembelahan dan pemanjangan sel, meningkatkan kelarutan dan ketersediaan N di rhizosfer, sehingga mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun dan pada akhirnya mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen (Prayoga et al., 2018). Simbiosis antara strain-strain Rhizobium dengan spesies leguminosa terdapat perbedaan dalam keserasian dan kecocokan, bahkan perbedaan dalam hubungan simbiosis itu terdapat antara strain-strain Rhizobium dengan varietas tanaman legumonisa. Hubungan yang serasi akan menghasilkan bintil akar yang sangat efektif dalam

menambat N udara, selain itu teknik dan waktu inokulasi, faktor lingkungan dan fisiologi juga sangat berpengaruh terhadap keberhasilan suatu inokulasi (Jaga and Sharma, 2015).

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa uji karakterisasi menunjukkan bahwa tujuh isolat semuanya mampu menambat nitrogen dan menghasilkan enzim protease, 5 isolat mampu menghasilkan hormon IAA dan 4 isolat mempunyai kemampuan melarutkan fosfat. Inokulasi isolat bakteri tersebut berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman. Isolat no H (campuran dari tujuh isolat) menunjukkan hasil yang terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil panen, isolat tersebut dapat dikembangkan sebagai agen pupuk hayati, khususnya untuk tanaman kacang tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, M. K., Manzoor, M & Tahir, M. M. (2010). Efficiency of Rhizobium inoculation and P fertilization in enhancing nodulation, seed yield, and phosphorus use efficiency by field grown soybean under hilly region of Rawalakot Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *Journal of Plant Nutrition*. 33(7):1080-1102.
- Badar, R., Nisa Z & Ibrahim, S. (2015). Supplementation of P with Rhizobial Inculants to Improve Growth of Peanut Plants. *International Journal of Applied Research*. 1 (4): 19 – 23.
- Chaiharn, M & Lumyong, S. (2011). Screening and Optimization of Indole-3-Acetic Acid Production and Phosphate Solubilization from Rhizobacteria Aimed at Improving Plant Growth. *Curr Microbiol*. vol. 62: 173-181.
- Chung, W. H. (2006). Optimization of extracellular alkaline protease production from species of *Bacillus*. *Journal of Industrial microbiology & Biotechnology*. 34: 241-245.
- Cummings, P. S. (2009). The application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in low input and organic cultivation of graminaceous crops; potential and problems. *Environmental Biotechnology*. (2):43-50.
- Datta, M., Palit, R., Sengupta, C., Pandit, M. K & Banerjee, S. (2011). Plant growth promoting rhizobacteria enhance growth and yield of chilli (*Capsicum annuum* L.) under field condition. *Australian Journal Crop Science*. 5 (5): 531-536.
- Dobereiner, J. (1991). *The genera of Azospirillum and Herbaspirillum in The Prokaryotes*. 2nd ed. vol 3. Springer-Verlag, New York. p: 2236.
- Etesami, H., Alikhani, H. A, & Akbari, A. A. (2009). Evaluation of plant growth hormones production (IAA) ability by iranian soils rhizobial strains and effects of superior strains application on wheat growth indexes. *World Applied Sciences Journal*. 6 (11): 1576-1584.
- Fitriatin, B.N., Y. Anny, O. Mulyani, F. S. Fauziah., & M.D. Tiara. (2009). Pengaruh mikroorganisme pelarut fosfat dan pupuk P terhadap P tersedia, aktivitas fosfatase, populasi mikroorganisme pelarut fosfat, konsentrasi P tanaman dan hasil padi gogo (*Oryza sativa* L.) pada Ultisols. *Jurnal Agrikultura* 20(3): 201–215.
- Gravel, V., Aunton, H & Tweddell, R. J. (2007). Effect of indole-ecetic acid (IAA) on the development of symptoms caused by *Pythium ultimum* on tomato plants. *European Journal of Plant Pathology*. 119: 457-462.
- Gupta, R. S, Rekha, S., Aparna & Kuhad, R. C. (1994). A modified plate assay for screening phosphate solubilizing microorganisms. *Journal of General Applied Microbiology*. 40: 255-260.
- Gurubasayya, K & Patil, C.R. (2018). An Exploration of Rhizobium from Green Gram Root Nodules in the Three Agroclimatic Zones of Karnatak. *Int.J.Curr.Microbiol. App.Sci*. 7(03): 2118-2130.
- Gyorgi, E., Mara, G., Mathe, I., Laslo, M. E., Marialigeti, K., Albert B., Oancea F & Lanyi S. (2010). Characterization and diversity of the nitrogen fixing microbiota from a specific grassland habitat in the Ciuc mountains. *Romanian Biotechnological Letter*, 15 (4): 5474–5481
- Harpreet, K., Sharma P., Kaur, N & Gill, B. (2012). Phenotypic and biochemical characterization of Bradyrhizobium and Ensifer spp. isolated from soybean rhizosphere. *Bioscience Discovery*. 3 (1): 40–46.

- Jaga, P.K & Sharma, S. (2015). Effect of biofertilizer and fertilizers on productivity of soybean. *Annals of Plant and Soil Research*. 17(2):171-174.
- Khandelwal, R. (2012). Response of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] to nitrogen and phosphorus fertilizers and seed inoculations. *Legume Research*. 35: 235-238.
- Kumar, A., Devi, S., Patil, S., Payal, C & Negi, S. (2018). Isolation, Screening and Characterization of Bacteria from Rhizospheric Soils for Different Plant Growth Promotion (PGP) Activities: an in vitro study. *Recent Research in Science and Technology*. 4(1): 01-05.
- Mahdiyah, D. (2015). Isolasi Bakteri Dari Tanah Gambut Penghasil Enzim Protease. *Jurnal Pharmascience*. 2(2): 71 - 79
- Ntambo, M. S., Chilinda, I. S., Taruvinga, A., Hafeez, S., Anwar, T., Sharif, R., Chambi, C & Larry, K. L. (2017). The effect of Rhizobium inoculation with nitrogen fertilizer on growth and yield of soybeans (*Glycine max* L.). *Int. J. Biosci*. 10(3): 163-172.
- Pajares, S., & Bohannan, B.J.M. (2016). Ecology of Nitrogen fixing, nitrifying, and denitrifying microorganisms in tropical forest soils. *Frontiers in Microbiology*, 7(1045): 1-20.
- Prayoga, D., Riniarti, M & Duryat. (2018). Aplikasi Rhizobium dan Urea pada pertumbuhan semai sengon laut. *Jurnal Sylva Lestari*. 6(1): 1-8.
- Santoso, K., Rahmawati., & Rafidina. (2019). Eksplorasi Bakteri Penambat Nitrogen dari Tanah Hutan Mangrove Sungai Peniti, Kabupaten Mempawah. *Protobiont*. 8 (1): 52 – 58.
- Shetta, N. D., Shaharani A.T.S & Abdel, A. M. (2011). Identification and characterization of Rhizobium associated with woody legume trees grown under Saudi Arabia condition. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Sciences*, 10 (3): 410–418.
- Singh, G.P., Singh, P. L & Panwar, A. S. (2011). Response of Groundnut (*Arachis hypogaea*) to Biofertilizer, Organic and Inorganic Sources of Nutrient in North East India. *Legumes Res*. 34 (3): 196 – 121.
- Simon, Z., Mtei, K., Gessesse, A & Ndakidemi, P.A. (2014). Isolation and characterization of nitrogen fixing rhizobia from cultivated and uncultivated soils of Northern Tanzania. *American Journal of Plant Sciences*. 5(26): 4050-4067.
- Sivasakthivalen, P & Stella, D. (2012). Studies on Phytohormon Producing Potential of Agriculturally Beneficial Microbial (ABM) Isolates from Different Rhizospheric Soils of Sunflower in Tamil Nadu. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archives*. 3(5): 1150-1156.
- Soumya, R & Veena, K. (2018). Characterization of Rhizobacteria for Multiple Plant Growth Promoting Traits from Mung Bean Rhizosphere. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 7(1): 2264-2269.
- Souza, R. D., Ambrosini, A & Passaglia, L. M. P. (2015). Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genet. Mol. Biol*. 38(4): 401–419.
- Umrao, R., Chauhan, D. K & Bijalwan, A. (2016). Effect of NPK levels in combination with Rhizobium and PSB Culture on growth and yield of greengram (*Vigna radiata* L. Wilczek) under Subabul (*Leucaena leucocephala*) based agroforestry systems. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol*. 3(2): 54-57.
- Vincent, J. M. (1982). *A manual of the Practical study of the root Nodule Bacteria*. International Biological Programme. London. Handbook. No 15. 164 p.

IDENTIFIKASI TUMBUHAN PAKU EPIFIT DI GUNUNG PESAGI KABUPATEN LAMPUNG BARAT

Sri Lestari, Ovi Prasetya Winandari, Rina Budi Satiyarti

¹Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Jalan Letkol Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung, 35131
e-mail: rinabudisatiyarti@radenintan.ac.id

Abstrak. Gunung Pesagi merupakan Gunung tertinggi di Lampung yang berfungsi sebagai kawasan hutan lindung. Namun, oleh masyarakat gunung Pesagi lebih dikenal sebagai daerah sakral, sehingga membuat kawasan ini tetap asri dan relatif belum terjamah. Kondisi georafis hutan lindung gunung Pesagi menyediakan lingkungan yang tepat bagi tumbuhan paku tumbuh. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi mengenai identifikasi tumbuhan paku sejati (*Filicinae*) yang tumbuh di sekitar hutan lindung gunung Pesagi. Tujuan dari penelitian ini adalah Identifikasi Tumbuhan Paku Sejati (*Filicinae*) Epifit di Gunung Pesagi Kabupaten Lampung Barat. Metoda penelitian ini adalah metode jelajah alam atau menjelajah lokasi yang dijadikan tempat penelitian. Hasil dari penelitian ini telah diperoleh sebanyak 8 jenis tumbuhan paku sejati (*Filicinae*) epifit yaitu sarang burung (*Asplenium nidus* L.), paku tertutup (*Davallia denticulata* (Burm. F)), paku kepala tupai (*Drynaria quercifolia* L, *Drynaria parishii*, *Drynaria Microsorium fortunei* (Moore) Ching, paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl), paku panjang (*Vittaria graminifolia*, *Vittaria ensiformis*). Yang terdiri dari 5 genus yaitu *Asplenium*, *Davallia*, *Drynaria*, *Drymoglossum*, *Vittaria* kedalam 3 famili *Aspleniaceae*, *Polypodiaceae*, *Vittariaceae*.

Kata Kunci: Gunung Pesagi, hutan lindung, Tumbuhan Paku Epifit(*Filicinae*).

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan tropis yang cukup luas dengan keanekaragaman jenis tumbuhan terbesar keempat di dunia. Keanekaragaman jenis tumbuhan tersebut terlihat pada hutan-hutan yang tersebar di Indonesia.

Kabupaten Lampung Barat merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Lampung yang terletak pada titik koordinat 103° 50' 13" - 104° 33' 49" BT dan 4° 51' 26" -5° 20' 26" LS (Muhammad Imam S, 2017). Ketinggian wilayahnya terbagi atas dataran rendah dengan ketinggian 0-200 mdpl, daerah perbukitan ketinggian 200-1000 mdpl, dan daerah pegunungan ketinggian 1000-2000 mdpl, dengan luas kurang lebih sekitar 39.231,27 ha.

Gunung Pesagi merupakan salah satu gunung yang dijadikan sebagai kawasan hutan lindung yang terletak di Kecamatan Balik Bukit, Lampung Barat, Lampung. Gunung Pesagi merupakan gunung tertinggi di Lampung, dengan ketinggian mencapai 2.262 meter (Efendi, 2016). Keasrian yang ada di Gunung Pesagi membuat kawasan ini ditumbuhi beranekaragam tumbuhan dari tumbuhan tingkat rendah hingga tingkat tinggi, salah satunya tumbuhan paku-pakuan (*Pteridophyta*) yang bebas tumbuh dikawasan ini.

Ada sekitar kurang lebih 10.000 spesies tumbuhan paku yang ada di dunia dan sekitar 3.000 spesies yang terdapat di Indonesia. Hal ini tentunya menarik untuk dilakukan penelitian tentang tumbuhan paku karena mengingat pentingnya peran tumbuhan paku dalam ekosistem hutan tetapi keberadaan tumbuhan paku ini seringkali terabaikan. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi tumbuhan paku epifit yang terdapat di Gunung Pesagi di Kabupaten Lampung Barat.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode jelajah alam atau menjelajahi suatu lokasi penelitian (Weri Febri Lindasari, 2015). Mulai dari pintu hutan Desa Hujung hingga posko 1 atau sekitar 1500 m dpl. Pengamatan dilakukan secara langsung kemudian dilakukan pengambilan sampel untuk pembuatan awetan (herbarium).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Tumbuhan Paku Epifit di Gunung Pesagi Kabupaten Lampung Barat

Hasil penelitian telah diperoleh sebanyak 8 jenis tumbuhan paku epifit, yang kemudian dikelompokkan dalam 3 famili dan 5 genus. Identifikasi 8 jenis epifit tersebut antara lain paku sarang burung (*Asplenium nidus* L.), paku tertutup (*Davallia denticulata* (Burm. F)), paku kepala tupai (*Drynaria quercifolia* L., *Drynaria parishii*, *Drynaria **Microsorium fortunei** (Moore) Ching.*) paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl), paku panjang (*Vittaria graminifolia*, *Vittaria ensiformis*). Terdiri dari 5 genus yaitu *Asplenium*, *Davallia*, *Drynaria*, *Drymoglossum*, *Vittaria*, yang termasuk 3 famili Aspleniaceae, Polypodiaceae, Vittariaceae. Pada penelitian ini dominan ditemukan famili Polypodiaceae hal ini dikarenakan famili Polypodiaceae mudah atau dapat tumbuh pada kelembaban rendah maupun tinggi.

Asplenium nidus L.

Tumbuhan paku ini memiliki perakaran rimpang, daun makrofil, ujung daun meruncing daun berbentuk lanset, tepi daun berombak, daun muda menggulung, daun berwarna hijau muda dengan panjang sekitar 0-45 cm dan lebar antara 0-2 cm. Daun tunggal tersusun pada batang yang sangat pendek melingkar berbentuk seperti keranjang. Panjang daun berukuran 7-150 cm, lebar 5-10 cm. *Sorus* terletak di permukaan bawah daun, tersusun mengikuti pertulangan daun (Fuad Bahrul Ulum & Dwi Setyati, 2015) (Gambar 1).



Gambar 1. *Asplenium nidus* L.

Davallia denticulata (Burm.F)

Paku ini memiliki perakaran rimpang yang panjang dan berdaging, memiliki diameter 2 cm. Rimpang yang tua tertutup oleh sisik berwarna cokelat tua, sedangkan yang muda berwarna cokelat muda. Daun majemuk berbentuk segitiga dengan tepi bergerigi, panjang daun antara 0-6 cm dan lebar 0,10 cm, anak daun berbentuk bulat telur memanjang, warna pada daun ketika muda berwarna hijau muda dan ketika tua berwarna hijau tua. Tangkai daun berwarna coklat gelap mengkilap dengan batangnya berwarna coklat (Chie Tsutsumi, 2016) (Gambar 2).



Gambar 2. *Davallia denticulata* (Burm.F)

Drynaria quercifolia L.

Paku ini memiliki pertulangan daun menyirip kaku dan keras, merupakan daun tunggal, permukaan daun halus, ujung daun runcing, tepi daun rata, warna daun hijau, lebar daun 2 cm dan

panjang daun 8 cm. Akar rimpang ditumbuhi serabut akar. Daun paku ini memiliki perbedaan dengan daun tumbuhan paku lain yaitu mempunyai daun penyanggah yang panjangnya mencapai 40 cm dan bentuknya melebar dengan tepi daun berlekuk-lekuk. (Prasanna G, 2016) (Gambar 3).



Gambar 3. *Dryanaria quercifolia* L.

Drynaria parishii

Paku ini memiliki akarnya rimpang agak panjang merayap. Daun tunggal dengan pertulangan daun menyirip, lebar daun 2 cm dan panjang daun sekitar 15 cm, pada daun terdapat sorus dengan bentuk paralel (2 garis), jumlah sorus berbeda pada setiap helai daun, tepi daun rata dan ujung daun meruncing. Permukaan daun kasar dengan pertulangan daun kaku dan keras, warna daun hijau tua. *Drynaria parishii* masih satu marga dengan *Dryanaria quercifolia* sehingga masih memiliki banyak kesamaan hanya yang membedakan adalah tidak terdapat daun penyanggah pada *Drynaria parishii* (Zhang Xianchun, 2013) (Gambar 4).



Gambar 4. *Drynaria parishii*

***Drynaria microsorium fortunei* (Moore) Ching.**

Paku ini memiliki perakaran rimpang berwarna hitam. Batang berwarna coklat dengan panjang sekitar 9 cm. Daun tunggal, berseling, warna hijau tua, permukaan daun licin, tepi daun rata, panjang daun antara 0-40 cm dan lebar 3 cm (Gambar 5).



Gambar 5. *Drynaria microsorium fortunei* (Moore) Ching

***Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl.**

Paku ini memiliki akar rimpang yang kecil dan panjang merayap, panjangnya sekitar 0-6 cm. Batangnya menjalar dan melekat kuat pada inangnya. Daun agak tebal berdaging, berwarna hijau, jarak antara daun sangat dekat, tangkainya sangat pendek, ujung daun tumpul membulat dengan tepi daun rata, dan permukaan daun licin. Lebar daun sekitar 2-3 cm dan panjang daun sekitar 5-22 cm. Memiliki sorus sepanjang tepi bawah dan atas permukaan daun dan berjumlah banyak (Jubaidah Nasution, 2018) (Gambar 6).



Gambar 6. *Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl.

Vittaria graminifolia

Paku ini menyukai tempat lembab dan tumbuh menempel pada pohon yang berlumut. Pada saat pengamatan ditemukan pada pohon yang tumbang. Akar rimpang dan pendek, daun tunggal, tepi daun rata, pertulangan daun sejajar, warna daun hijau, permukaan daun halus, lebar daun sekitar 1 cm dan panjang daun sekitar 9 cm (Gambar 7).



Gambar 7. *Vittaria graminifolia*

Vittaria ensiformis

Paku ini memiliki perakaran rimpang. Daun tunggal dengan pertulangan daun sejajar, tepi daun rata, permukaan daun halus, warna daun hijau muda, dan tidak berspora. Lebar daun 1 cm dan panjang daun kurang lebih 0-35 cm (Gambar 8).



Gambar 8. *Vittaria ensiformis*

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa terdapat 4 jenis tumbuhan yang menjadi inang paku epifit antara lain *Castanopsis argentea* (Blume) A.D.C atau Berangan, *Alstonia scholaris* (L.) R.Br. atau pohon pulai, *Shorea sp.* atau pohon meranti dan *Dacrycarpus imbricatus* (Blume) de Laub. atau pohon jamuju. Tumbuhan inang ini memiliki permukaan batang yang tidak rata sehingga memudahkan paku epifit menempel dan berkembang pada tumbuhan-tumbuhan tersebut.

Setiap pertumbuhan paku memerlukan kondisi lingkungan yang sesuai dan faktor tumbuh berbeda-beda. Dimana salah satunya dipengaruhi oleh faktor abiotik dari lingkungan tempat hidupnya (Dwi swastanti ridianingsih, 2017) (Tabel 1). Pada penelitian ini telah diamati juga faktor abiotik selama penelitian di Gunung Pesagi Kabupaten Lampung Barat.

Tabel 1. Kondisi tempat paku hidup.

No	Parameter	Kisaran
1	Ketinggian tempat	1100 mdpl – 1500mdpl
2	Suhu lingkungan	18,3 ^o C - 23,5 ^o C
3	Kelembaban udara	60% - 93%

KESIMPULAN

Pada penelitian ini diperoleh sebanyak 8 jenis tumbuhan paku epifit yang terdiri atas paku sarang burung (*Asplenium nidus* L.), paku tertutup (*Davallia denticulata* (Burm. F)), paku kepala tupai (*Drynaria quercifolia* L, *Drynaria parishii*, *Drynaria Microsorium fortunei* (Moore) Ching), paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides* (L.) Presl), dan paku panjang (*Vittaria graminifolia*, *Vittaria ensiformis*). Terdiri dari 5 genus yaitu *Asplenium*, *Davallia*, *Drynaria*, *Drymoglossum*, *Vittaria* dan termasuk ke dalam 3 famili yaitu Aspleniaceae, Polypodiaceae, Vittariaceae.

DAFTAR PUSTAKA

- Tsutsumi, C. (2016). *Phylogeny and Classification of Davalliaceae on the basis of Chloroplast and Nuclear markers*. TAXON. 65(6):1236–1248
- Ridianingsih, D. S. (2017). Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Pos Rowobendongagelan Taman Nasional Alas Purwo Kabupaten Banyuwangi. *Jember: Bioeksperimen LIPI*.ISSN 2460-1365.3(2):21
- Efend.i, M, Lailaty I. Q, Rustandi, U., Samsudin, A. D. (2016). *Komposisi dan keanekaragaman flora digunung pesagi Sumatera*. (Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon, 2(2):198-207.
- Ulum, F. B. & Setyati, D. (2015) *Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Epifit di Gunung Raung, Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia*. Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Jember. 16(1):7-12
- Nasution, J. (2018). *Inventarisasi Tumbuhan Paku di Kampus I Universitas Medan Area*. KLOOROFIL.1(2):105-110
- Imam, M. S. (2017). *Keanekaragaman dan Potensi Tumbuhan di Kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi Lampung Barat*. (PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON. 3(2):211-215.
- Prasanna, G. (2016). *A Comprehensive Review on Phytopharmacological Activities of Drynaria quercifolia L*. International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research. 8(8): 1304-1313
- Lindasari, W. F. (2015). *Jenis-Jenis Paku Epifit di Hutan Desa Beginjan Kecamatan Tayan Hilir Kabupaten Sanggau*. Protobiont: Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura. 4(3):66
- Xianchun, Z. (2013). *POLYPODIACEAE (shui long gu ke)*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press. 2(3):758-850

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL HANJELI (*COIX LACRYMA-JOBI*)
TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus* DAN *Pseudomonas aeruginosa***

Diky Setya Diningrat*¹, Ayu Nirmala Sari², Kusdianti³, Grace Santa Mentari⁴

^{1,4}Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Negeri Medan Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan 20221,
Sumatera Utara – Indonesia

²Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, JL. Ibnu Sina, No.
2, Darussalam, Syiah Kuala, Kopelma Darussalam, Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Aceh

³Jurusan Biologi, FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola,
Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154

e-mail: *¹dikysd@unimed.ac.id, ²ayunirmala79@gmail.com, ³kusdianti@upi.edu

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akumulasi aktivitas senyawa antibakteri pada ekstrak etanol dari batang, daun muda, dan biji tumbuhan hanjeli (*Coix lacryma-Jobi* L). Pembuatan ekstrak etanol dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96% dan di anginkan hingga menjadi pasta. Pasta yang diperoleh dilakukan uji aktivitas antibakteri dengan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus* menggunakan metode difusi cakram. Data yang diperoleh dari hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa biji hanjeli memiliki potensi anti bakteri yang ditunjukkan dengan adanya zona bening dengan ukuran 35 mm pada *P. aeruginosa* dan 25 mm pada *S. aureus*. Batang hanjeli menghasilkan zona bening dengan ukuran 30 mm pada *P. aeruginosa* dan 20 mm pada *S. aureus*. Demikian juga dengan daun muda hanjeli zona bening dengan ukuran 20 mm pada *P. aeruginosa* dan 15 mm pada *S. aureus*. Penelitian ini menunjukkan bahwa baik batang, daun muda, dan biji tumbuhan hanjeli memiliki potensi antibakteri yang ditunjukkan dengan adanya zona bening pada *P. Aeruginosa* dan *S. Aureus*.

PENDAHULUAN

Tanaman hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) atau yang disebut dengan nama jali-jali atau ringki-ringki merupakan tanaman yang masih sangat minim dalam eksplorasi manfaatnya. Beberapa daerah seperti di daerah Sumatera hanya memanfaatkan biji tumbuhan hanjeli ini sebagai mainan untuk anak-anak. Sementara di daerah Jawa biji hanjeli sudah mulai dieksplor kegunaannya. Di sini hanjeli digunakan sebagai pengganti beras untuk dijadikan bahan pangan yang utama (Nurmala, 2003).

Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) merupakan tumbuhan serelia dari family poaceae (Nurmala & Irwan, 2007). Hanjeli digunakan dalam pengobatan gejala gastrointestinal umum termasuk diare dan disentri. Biji merupakan bagian yang paling sering digunakan. Biji yang diberikan untuk disentri dan diare pada anak-anak. Biji hanjeli ini juga telah dianjurkan dalam pengobatan usus buntu akut (Ling Koh et al., 2009). Air rebusan dari biji hanjeli diyakini bermanfaat untuk pernafasan. Biji hanjeli tersebut berfungsi untuk berbagai kondisi penyakit paru-paru diantaranya termasuk bronkitis, radang selaput dada, pneumonia, abses paru, hydrothorax dan kanker paru-paru (Ling Koh et al., 2009)

Penelitian sebelumnya mendapati bahwa hanjeli memiliki potensi sebagai antiinflamasi Dua dari enam benzoxazinoids diisolasi dari akar hanjeli ditemukan menunjukkan aktivitas anti-inflamasi. Hal ini mengamati bahwa kelompok hidroksil bebas di 2- posisi dalam kerangka benzoxazone penting untuk ekspresi dari aktivitas penghambatan (Otsuka et al., 1988). Menurut Ramon Ramo et al., (1992) menunjukkan bahwa tanaman hanjeli memang memiliki efek hipoglikemik. Yeh (2006) menegaskan hal ini ketika mereka menemukan bahwa benih dari hanjeli bisa mengurangi tingkat glukosa darah pada tikus yang diabetes.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat senyawa antiinflamasi pada bagian akar hanjeli. Belum dilaporkan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui potensi lain dari bagian tanaman hanjeli khususnya sebagai senyawa antibakteri. Maka dari itu untuk melengkapi informasi yang ada. Penelitian untuk melihat aktivitas senyawa antibakteri pada bagian daun muda, biji, dan batang hanjeli.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Sel Molekuler Universitas Negeri Medan (UNIMED) yaitu pembuatan ekstrak etanol hanjeli, Laboratorium Mikrobiologi Universitas Sumatera Utara (USU) yaitu proses pengerjaan penelitian uji aktivitas antibakteri. Penelitian ini dilakukan padabulan Januari 2019 – Maret 2019.

Prosedur pembuatan ekstrak etanol buas buas yakni dengan cara ekstraksi metode maserasi dengan pelarut etanol 96% (Senja et al., 2014). Sampel segar (daun muda, batang, dan biji hanjeli) ditimbang masing 100 gr menggunakan neraca analitik, kemudian dibersihkan dan ditiriskan. Sampel ini dipotong kecil-kecil menggunakan gunting (untuk daun muda dan batang), dan dihaluskan dengan blender hingga berbentuk simplisia. Masing-masing simplisia daun muda, batang, dan biji hanjeli ditambahkan pelarut etanol 96% di dalam erlenmeyer dengan perbandingan jumlah simplisia dan etanol yakni untuk 100 gr simplisia ditambahkan etanol sebanyak 1 L. Perendaman simplisia selama lima hari dan diaduk sesekali dengan batang pengaduk. Rendaman disaring menggunakan corong dan kertas saring dan ampas simplisia ditambahkan pelarut etanol 96% kembali, kemudian didiamkan selama lima hari lagi dan kembali disaring dengan corong dan kertas saring. Hasil penyaringan ditampung oleh erlenmeyer. Ekstrak yang diperoleh dipekatkan dengan menggunakan pengering untuk mendapatkan ekstrak etanol berupa pasta.

Pengujian antibakteri untuk mengetahui ekstrak dari tumbuhan hanjeli dapat menghambat pertumbuhan bakteri, baik bakteri gram positif dan gram negatif. Dengan menggunakan sampel bakteri gram positif adalah *Staphylococcus aureus* dan sampel bakteri gram negatif adalah *Pseudomonas aeruginosa*. Sampel bakteri gram positif dan negatif didapatkan dari Laboratorium Mikrobiologi Universitas Sumatera Utara (USU). Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan metode difusi cakram, dengan hasil yang diharapkan adalah membentuk zona bening.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi diperoleh pasta dari hanjeli yang berasal dari bagian daun muda, batang, dan biji. Ekstrak dari setiap bagian hanjeli berwarna hitam pekat dan kental. Dalam pengujian aktivitas antibakteri digunakan akuades sebagai kontrol negatif dan kloramfenikol sebagai kontrol positif. Penggunaan akuades ini juga berfungsi sebagai pelarut untuk membuat variasi konsentrasi pada uji aktivitas anti bakteri. Alasan digunakan pelarut ini adalah agar daya hambat pertumbuhan bakteri yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh pelarut. Penggunaan etanol dikhawatirkan dapat membunuh karena dimungkinkan bersifat toksik terhadap bakteri tersebut. Kontrol positif yang digunakan adalah antibiotik kloramfenikol 30 mg/L sebagai pembanding untuk mengetahui kekuatan antibakteri dari ekstrak batang, daun muda, dan biji hanjeli.

Kontrol negatif berfungsi untuk memastikan apakah pelarut juga memiliki potensi menghambat atau membunuh bakteri. Hasil uji menunjukkan bahwa akuades yang digunakan sebagai kontrol negatif tidak memiliki sifat sebagai antibakteri terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*. Hal tersebut karena tidak terbentuk zona bening disekitar kertas cakram, menunjukkan tidak ada zona hambat yang terbentuk pada variasi konsentrasi pada ekstrak batang, daun muda, dan biji hanjeli.

Proses ekstraksi senyawa kimia yang terkandung dalam tumbuhan hanjeli, dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut organik. Dalam hal pelarut organik yang digunakan adalah etanol 96%. Pemilihan etanol sebagai pelarut didasarkan pada sifat selektifnya dan dapat bercampur dengan air dengan segala perbandingan. Pemilihan etanol sebagai pelarut dikarenakan kemampuannya dalam mengestrak sebagian besar senyawa kimia dalam simplisia. Penggunaan metode maserasi didasarkan pada kepraktisan dalam pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan. Proses maserasi pada hanjeli dilakukan selama 120 jam dan selama perendaman dilakukan pengadukan beberapa kali agar senyawa yang terdapat pada simplisia dapat larut dengan baik. Ekstrak cair yang diperoleh kemudian diuapkan pelarutnya dengan menggunakan *vacum rotary evaporator* sampai diperoleh ekstrak kental.

Hasil uji aktivitas antibakteri dari ekstrak etanol tanaman hanjeli (Tabel 1) menunjukkan bahwa ekstrak tumbuhan hanjeli dari setiap bagian yang digunakan terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (gram negatif) uji aktivitasnya lebih besar dari pada bakteri *Staphylococcus aureus* (gram

positif). Hal ini menunjukkan ekstrak tersebut memberikan sifat bakteristatik. Sifat antibakteri yang terkandung pada ekstrak hanjeli hanya bersifat sementara dan hanya bersifat menghambat pertumbuhan bakteri yang ada.

Tabel 1. Hasil uji aktivitas anti bakteri ekstrak etanol tanaman hanjeli

Ekstrak	Bakteri	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Batang Hanjeli	20 mm	30 mm
Biji Hanjeli	25 mm	35 mm
Daun Muda Hanjeli	15 mm	20 mm
Kontrol + (Kloramfenikol)	25 mm	40 mm
Kontrol - (Aquades)	0 mm	0 mm

Dari ketiga ekstrak yang diujikan, ekstrak biji hanjeli memiliki aktivitas antibakteri paling besar pada *Staphylococcus aureus* dengan nilai sama (25 mm) dengan Kloramfenikol (kontrol positif). Begitu juga aktivitas antibakteri ekstrak biji (35 mm) pada *Pseudomonas aeruginosa* tetapi lebih kecil dibanding kontrol positif. Aktivitas antibakteri paling kecil baik pada *Staphylococcus aureus* maupun *Pseudomonas aeruginosa* adalah ekstrak daun muda (Tabel 1).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kemenristekdikti Republik Indonesia melalui hibah penelitian dasar dengan no kontrak 36/UN33.8/PL-DRPM/2019 dan Kerjasama dengan Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh serta Jurusan Biologi FPMIPA UPI.

DAFTAR PUSTAKA

- Kuo, C.C., Chiang, W., Liu, G.P., Chien, Y.L., Chang, J.Y., Lee, C.K., Lo, J.M., Huang, S.L., Shih, M.C., & Kuo, Y.H. (2002). 2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical-scavenging active components from adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. ma-yuen Stapf) hulls. *J. Agric Food Chem.* 9:50(21):5850-5
- Nurmala, T. & Irwan, A.W. (2007). *Pangan Alternatif Berbasis Serealia Minor*. Giratuna: Bandung
- Nurmala, T. S.W. (2003). *Serealia Sumber Karbohidrat Utama*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Otsuka, H., Hirai, Y., Nagao, T.h & Yamasaki, K. (1988). Anti-inflammatory activity of benzoxazinoids from roots of *Coix lachryma-jobi* var. ma-yuen. *J. Nat Prod.* 51(1):74-9.
- Román, Ramos R, Alarcón-Aguilar, F., Lara-Lemus, A., Flores-Saenz, J.L. Hypoglycemic effect of plants used in Mexico as antidiabetics. (1992). *Arch Med Res.* 23(1):59-64.
- Senja, R.Y., Issusilaningtyas, E., Nugroho, K.A. & Setyowati, E.P. (2014). Perbandingan metode ekstraksi dan variasi pelarut terhadap rendemen dan aktivitas antioksidan ekstrak kubis. *Traditional Medicine Journal.* 4348.
- Yeh, P.H., Chiang, W. & Chiang, M.T. (2006). Effects of dehulled adlay on plasma glucose and lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats fed a diet enriched in cholesterol. *Int J. Vitam Nutr Res.* 76(5): 299-305.

**PENINGKATAN PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN CABAI KERITING
MENGUNAKAN ZAT PENGANTUR TUMBUH ASAL *Bacillus vallismortis***

Dwi Ningsih Susilowati*¹, Reo Vebria Ningsih², Rafika Yuniawati³, Dasumiati⁴, Mastur⁵

^{1,3,5}Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Jawa Barat

^{2,4}Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta,
Ciputat 15412, Banten

e-mail : *¹d_nengsusi@yahoo.com, ²reo.vebriani@gmail.com, ³rafikayuniawati15@gmail.com,
⁴dasumiati@uinjkt.ac.id, ⁵mastur002@yahoo.com

Abstrak. Penurunan jumlah produksi cabai dapat diatasi dengan melakukan perbaikan teknis budidaya. Perbaikan tersebut dapat dilakukan menggunakan zat pengatur tumbuh eksogen dari *B. vallismortis* untuk mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi zat pengatur tumbuh dari *B. vallismortis* dan memperoleh konsentrasi yang sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah keriting. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Rumah Kaca Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen) Bogor. Penelitian ini dilakukan dari bulan Maret sampai dengan September 2018, menggunakan metode eksperimen yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan yaitu kontrol air, kontrol sintetik berupa Hormonik dan zat pengatur tumbuh dari *B. vallismortis* dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ml/L. Aplikasi dilakukan dengan cara penyemprotan ke tajuk tanaman pada sore hari. Hasil menunjukkan bahwa pemberian zat pengatur tumbuh asal *Bacillus vallismortis* pada konsentrasi 4 ml/L dapat meningkatkan tinggi, jumlah buah, bobot buah, berat basah dan kering berangkas serta berat basah dan berat kering akar cabai keriting varietas Lembang 1. Zat pengatur tumbuh dari *B. vallismortis* memiliki potensi yang nyata untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah keriting varietas Lembang 1. Konsentrasi zat pengatur tumbuh sebesar 4 ml/L mampu untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah keriting.

Kata kunci: *Bacillus vallismortis*; cabai keriting; zat pengatur tumbuh

PENDAHULUAN

Cabai merah termasuk salah satu komoditas sayuran penting yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Hal ini disebabkan karena buah cabai banyak dimanfaatkan sebagai bumbu masakan dan bahan baku industri. Berdasarkan pusat data dan informasi pertanian (2016), kebutuhan cabai di kota besar yang berpenduduk satu juta jiwa atau lebih mencapai sekitar 800.000 ton/tahun atau 66.000 ton/bulan. Pada musim hari besar keagamaan atau hajatan, kebutuhan cabai mengalami peningkatan sebesar 10-20% dari kebutuhan normal, sehingga diperlukan pasokan cabai yang mencukupi untuk memenuhi seluruh kebutuhan tersebut.

Produksi dan produktivitas cabai merah pada tahun 2012-2016 berfluktuatif, namun cenderung mengalami peningkatan (Pusat Data dan Informasi Pertanian, 2016). Produksi pada tahun 2016 sebesar 1.045.591 ton dan rata-rata produktivitas 8,47 ton/ha. Produksi tersebut menurun dari tahun 2015 yang mencapai 1.915.120 ton dan rata-rata produktivitas 8,65 ton/ha. Meskipun produksi dan produktivitas cabai cenderung meningkat, produktivitas cabai merah masih dibawah potensial jika dibandingkan potensi hasilnya yang dapat mencapai 20 ton/ha (Rosidah et al, 2014). Selain itu, masalah yang dihadapi dalam pengembangan cabai merah yaitu fluktuasi produksi sepanjang tahun yang tidak stabil. Produksi terendah terjadi pada musim hujan yang menyebabkan berkurangnya pasokan cabai, sedangkan permintaan mengalami peningkatan. Hal tersebut berdampak pada terjadinya peningkatan harga (Setiawati et al., 2016). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan produksi tanaman cabai.

Upaya peningkatan produksi cabai dapat dilakukan melalui ekstensifikasi dan intensifikasi (Hasan, 2010). Upaya ekstensifikasi sulit untuk dilakukan karena keberadaan lahan kosong mulai

terbatas. Menurut Zuhra (2017) luas areal panen cabai tidak mendukung tingkat produktivitas tinggi. Luas areal panen cabai di Indonesia pada tahun 2016 sebesar 123.040 hektar (Badan Pusat Statistik, 2016), namun produktivitas tanaman cabai masih dibawah potensial. Sehingga salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu secara intensifikasi dengan pemberian fitohormon.

Fitohormon merupakan zat-zat yang dapat merangsang pertumbuhan dan mengatur proses fisiologi tanaman. Secara alami tanaman memiliki kemampuan sendiri untuk memproduksi fitohormon, namun untuk mempercepat pertumbuhan tanaman dapat diberikan fitohormon dari luar sistem tanaman yang disebut fitohormon eksogen. Fitohormon eksogen dapat berfungsi dan berperan seperti halnya fitohormon endogen (Chaniago, 2014). Salah satu fitohormon eksogen dapat diekstrak dari mikoba.

Beberapa mikroba yang telah diketahui kemampuannya dalam memproduksi fitohormon diantaranya yaitu bakteri dari genus *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Flavobacterium* dan *Bacillus*. Bakteri tersebut terbukti mampu memproduksi fitohormon jenis auksin, sitokinin dan giberelin (Zainudin et al., 2014; Patel, et al., 2015). Salah satu spesies bakteri dari genus *Bacillus* yang dapat menghasilkan fitohormon adalah *Bacillus vallismortis*. Berdasarkan penelitian Ortuno et al., (2014), *Bacillus vallismortis* yang diisolasi dari daun tanaman Quinoa, mengandung fitohormon jenis IAA. Penelitian Susilowati (2017) *Bacillus vallismortis* yang berhasil diisolasi dari akar tanaman cabai merah besar mampu menghasilkan fitohormon jenis indole Acetic Acid (IAA) dan Giberelic Acid (GA). Fitohormon tersebut telah teruji mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah besar dengan konsentrasi 3 ml/L. Oleh karena itu, *Bacillus vallismortis* memiliki potensi untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai, sehingga dilakukan penelitian terhadap cabai keriting varietas Lembang 1 untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman secara optimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk (1) meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai keriting varietas Lembang 1 menggunakan zat pengatur tumbuh asal *Bacillus vallismortis*; dan (2) mendapatkan konsentrasi zat pengatur tumbuh asal *Bacillus vallismortis* yang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai keriting varietas Lembang 1.

BAHAN DAN METODE

Persiapan Media Semai

Tanah, sekam dan pupuk kandang berupa kotoran sapi dicampur dengan perbandingan komposisi 1:1:1. Selanjutnya, campuran tanah, sekam dan pupuk kandang dimasukkan ke dalam tray semai dan polibag semai ukuran 30 x 40 cm dengan bobot 4 kg. Polibag disusun di rumah kaca yang dinaungi oleh paranet. Berdasarkan penelitian Zuhra (2017), Polibag diatur dengan jarak 60 x 40 cm, jarak polibag antar baris 60 cm dan jarak dalam baris 40 cm.

Penyemaian Bibit

Benih cabai direndam dalam air hangat dengan suhu sekitar 50°C selama 1 jam yang bertujuan untuk mempercepat perkecambahan dan menghilangkan hama dan penyakit. Selanjutnya, benih ditiriskan dan ditanam ke dalam tray semai yang telah disiapkan. Bibit disiram setiap hari pada waktu pagi atau sore hari agar media tetap lembab. Persemaian bibit berlangsung selama 25 hari (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2016).

Pemindahan Bibit Semai

Bibit cabai dipindahkan ke media semai setelah berumur 25 hari. Pemindahan bibit dilakukan pada sore hari agar bibit tidak cepat layu terkena sinar matahari. Bibit yang telah memiliki 5 helai daun dan tinggi ±15 cm dikeluarkan dari tray semai. Selanjutnya, bibit ditanam ke dalam media polibag dengan kedalaman ±5 cm. Masing-masing polibag berisi 1 bibit. Setelah tanaman berumur 2 minggu, tanaman di pasang ajir berupa bambu. Pemasangan ajir bertujuan untuk menopang tanaman sehingga dapat tumbuh tegak (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2016).

Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman cabai keriting varietas Lembang 1 meliputi penyiraman, penyiangan, pemberian pupuk dan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT). Penyiraman tanaman cabai dilakukan sebanyak 2 kali sehari setiap pagi dan sore hari. Penyiangan dilakukan dengan cara

mencabut gulma yang tumbuh di sekitar tanaman. Pupuk yang diberikan berupa pupuk NPK sebanyak 10 gram per tanaman. Pupuk diberikan pada saat tanaman berumur 2 minggu dan 8 minggu setelah tanam (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2016).

Produksi Senyawa ZPT Asal *Bacillus vallismortis*

1. Peremajaan Isolat Bakteri *Bacillus vallismortis*

Isolat bakteri dari stok kultur diinokulasikan ke dalam media *Nutrient Agar* (NA) miring secara aseptis di dalam *laminar air flow*, kemudian diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C.

2. Produksi *Indole Acetic Acid* (IAA)

Metode produksi IAA merujuk pada penelitian Maheswari *et al.*, (2013). Kultur bakteri *Bacillus vallismortis* diinokulasikan ke dalam empat buah tabung yang berisi 10 ml media NB steril, kemudian dishaker selama 24 jam. Empat buah tabung Erlenmeyer yang berisi 500 ml media NB, ditambahkan 0,2% (w/v) L-Tryptofan sebanyak 10 ml. Kemudian, Kultur bakteri *Bacillus vallismortis* masing-masing di masukkan ke dalam empat tabung erlenmeyer berisi 500 ml media NB dengan 0,2% (w/v) L-Tryptofan, selanjutnya, dishaker selama 7 hari dengan kecepatan 150 rpm.

Setelah 7 hari inkubasi, kultur disentrifuse pada kecepatan 6000 rpm selama 10 menit dan supernatan hasil sentrifues diambil. Selanjutnya, pH supernatan diatur hingga 2,8 dengan penambahan HCl 1 N. Pelarut dietil eter ditambahkan dengan perbandingan 1:1, kemudian diinkubasi dalam ruang gelap selama 4 jam, lalu didiamkan pada suhu 4°C selama semalam. Selanjutnya, fase dietil eter yang berwarna bening dipisahkan menggunakan corong pemisah untuk diuapkan hingga diperoleh 1 ml residu, kemudian methanol ditambahkan sebanyak 2 ml jika fase dietil eter sebelum dievaporasi sebanyak 100 ml. Setelah itu, kadar fitohormon IAA diukur menggunakan HPLC.

3. Produksi *Giberelic Acid* (GA)

Prosedur produksi hormon Giberelin dilakukan dengan mengacu pada penelitian Tien *et al.*, (1979). Bakteri *Bacillus vallismortis* ditumbuhkan dalam empat buah tabung yang berisi 10 ml nutrient broth (NB), kemudian dishaker selama 24 jam. Kultur tersebut masing-masing dimasukkan ke dalam empat tabung erlenmeyer berisi 500 ml media NB, kemudian dishaker selama 7 hari pada suhu ruang dengan kecepatan 150 rpm. Selanjutnya, kultur disentrifusi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm. Supernatan diambil dan diatur pHnya hingga menjadi 2,0 dengan menambahkan HCL 5 N.

Ekstraksi dilakukan dengan menambahkan etil asetat dengan perbandingan 1 : 1. Fase etil asetat yang berwarna bening dipisahkan menggunakan corong pemisah, kemudian, dievaporasi pada suhu 32°C hingga diperoleh 1 ml residu. Selanjutnya residu tersebut ditambahkan akuades yang mengandung 0,05 % larutan *Tween 80* sebanyak 2 ml jika fase etil asetat sebelum dievaporasi sebanyak 100 ml, selanjutnya kadar GA diukur menggunakan HPLC.

Aplikasi ZPT Asal *Bacillus vallismortis*

Prosedur aplikasi ZPT merujuk pada penelitian Susilowati (2017). Fitohormon asal *Bacillus vallismortis* berupa IAA dan GA dicampurkan dengan perbandingan 2:1. Konsentrasi senyawa bioaktif asal *Bacillus vallismortis* yang diaplikasikan yaitu 1 ml/L, 2 ml/L, 3 ml/L, 4 ml/L, dan 5 ml/L. Konsentrasi ZPT sintetis yang digunakan sesuai dengan rekomendasi yaitu sebesar 2 ml/L.

Pemberian perlakuan dilakukan dengan cara disemprotkan pada bagian tajuk tanaman dan dilakukan pada sore hari. Dosis masing-masing perlakuan yang diberikan sebesar 50 ml pertanaman. Penyemprotan dilakukan sebanyak 3 kali yaitu 1 bulan setelah pindah tanam, 15 hari setelah penyemprotan pertama dan 15 hari setelah penyemprotan ke dua.

Pemanenan Buah

Pemanenan dilakukan pada usia 95 hari setelah tanam sebanyak tujuh kali dengan interval waktu satu minggu. Buah yang dipanen merupakan buah yang telah berwarna merah. Panen dilakukan pada pagi hari dengan cara buah dipetik beserta tangkainya dan dijaga agar ranting tanaman cabai tidak rusak. Buah cabai yang rusak karena serangan hama atau penyakit tetap dipanen agar tidak menjadi sumber penyakit (Nurfalach, 2010).

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati terdiri dari tinggi tanaman, jumlah buah, bobot buah, panjang buah, diameter buah, berat basah dan berat kering tajuk, serta berat basah dan berat kering akar.

1. Tinggi Tanaman (cm), diukur dari pangkal akar sampai ke titik tumbuh tanaman cabai menggunakan meteran. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap dua minggu, mulai dari umur 6 minggu setelah tanam (MST) hingga panen pertama.
2. Jumlah Buah, dihitung sejak panen pertama hingga panen terakhir di setiap tanaman yang telah matang dan siap dipanen.
3. Bobot Buah (g), diperoleh dengan cara menimbang buah cabai per tanaman mulai dari panen pertama hingga panen terakhir, kemudian hasil panen pertama hingga terakhir ditotalkan.
4. Kualitas buah, diperoleh dengan cara menentukan kualitas berdasarkan panjang buah (cm) dan diameter buah (cm). panjang buah diukur menggunakan penggaris mulai dari bagian pangkal sampai ujung buah. Diameter Buah (cm), diukur menggunakan jangka sorong.
5. Berat basah dan berat kering tajuk, diamati pada saat panen terakhir dengan cara memisahkan bagian tajuk setiap tanaman. dan masing-masing ditimbang menggunakan timbangan. Selanjutnya, masing-masing tajuk tanaman dimasukkan ke dalam amplop dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 80°C selama 2x24 jam, kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat kering (Zuhra, 2017).
6. Berat basah dan berat kering akar, diamati pada saat panen terakhir dengan cara memisahkan bagian akar. Batas pangkal batang tanaman dipotong dan akar dibersihkan, kemudian ditimbang menggunakan timbangan. Bagian akar tanaman dimasukkan ke dalam amplop untuk dikeringkan di dalam oven pada suhu 80°C selama 2x24 jam, kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat keringnya (Zuhra, 2017).

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap, terdiri atas 7 perlakuan yaitu pemberian ZPT asal *Bacillus vallismortis* dengan konsentrasi 1 ml/L, 2 ml/L, 3 ml/L, 4 ml/L, 5 ml/L, ZPT sintetis dan kontrol. Setiap unit perlakuan diulang sebanyak 10 kali.

Tabel 1. Rancangan perlakuan pada tanaman cabai keriting varietas Lembang 1

Kode Perlakuan	Perlakuan	Konsentrasi (ml/L)
F0	Air (IAA 0 ppm + GA 0 ppm)	0
FS	ZPT Sintetik (IAA 1,12 ppm + GA 2,41 ppm)	2
F1	ZPT asal <i>B. vallismortis</i> (IAA 0,49 ppm + GA 64,53 ppm)	1
F2	ZPT asal <i>B. vallismortis</i> (IAA 0,49 ppm + GA 64,53 ppm)	2
F3	ZPT asal <i>B. vallismortis</i> (IAA 0,49 ppm + GA 64,53 ppm)	3
F4	ZPT asal <i>B. vallismortis</i> (IAA 0,49 ppm + GA 64,53 ppm)	4
F5	ZPT asal <i>B. vallismortis</i> (IAA 0,49 ppm + GA 64,53 ppm)	5

Analisis Data

Data diolah menggunakan program SPSS versi 20 dengan *one way ANOVA*. Jika terdapat beda nyata maka dilakukan uji lanjutan dengan *Duncan Multiple Range Test (DMRT)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di rumah kaca Cimanggu pada bulan Maret hingga bulan September 2018. Suhu udara bulanan (Maret-September) di daerah Cimanggu berkisar antara 26,3°-27,2°C. Suhu tersebut mampu mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman cabai keriting varietas Lembang 1. Suhu udara yang baik untuk pertumbuhan tanaman cabai merah berkisar antara 25°-27°C pada siang hari dan 18-20°C pada malam hari (Zulkarnain, 2013).

Kelembaban udara bulanan berkisar antara 71,1-83,1%. Kelembaban udara berpengaruh terhadap transpirasi tanaman cabai. Kelembaban udara yang rendah dapat meningkatkan laju transpirasi tanaman, sedangkan kelembaban udara yang tinggi dapat menciptakan kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan hama dan penyakit (Setiawan et al., 2012).

Curah hujan selama penelitian berkisar antara 53-422 mm dengan rata-rata 186,5 mm. Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan termasuk dalam kategori menengah (100-300 mm). Curah hujan dapat mempengaruhi kondisi intensitas cahaya. Penutupan awan pada musim hujan menyebabkan

penyinaran matahari berkurang (Setiawan, 2009). Oleh karena itu, kondisi curah hujan selama penelitian dapat menunjukkan bahwa kondisi intensitas cahaya sedang. Berdasarkan tipe fotosintesisnya tanaman cabai termasuk ke dalam tipe C3. Tanaman C3 lebih adaptif pada kondisi intensitas cahaya yang tidak terlalu terik (Gunandri & Sulastrini, 2013).

Tinggi Tanaman

Hasil uji pada parameter tinggi menunjukkan hasil yang berbeda nyata dari umur tanaman 6 MST hingga 10 MST. Rata-rata tinggi tanaman tertinggi setelah aplikasi 1, 2 dan 3 terdapat pada perlakuan FS dan terendah pada perlakuan F0.

Tabel 2. Pengaruh berbagai konsentrasi fitohormon terhadap tinggi tanaman cabai keriting varietas Lembang 1

Perlakuan	6 MST	8 MST	10 MST
	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$
F0	68,1 ^a ± 3,83	78,45 ^a ± 5,54	86,4a ± 7,53
FS	78 ^d ± 3,64	94,85 ^c ± 7,99	102c ± 10,83
F1	74,3 ^{bc} ± 1,72	84,5 ^b ± 5,61	92,6ab ± 7,98
F2	77,4 ^{cd} ± 4,20	88,43 ^b ± 6,73	93,35ab ± 6,17
F3	70,95 ^{ab} ± 4,78	84,48 ^b ± 5,24	89,7ab ± 6,48
F4	72 ^b ± 2,43	89,45 ^b ± 4,67	97,15bc ± 5,37
F5	73,2 ^b ± 4,08	86,15 ^b ± 5,83	94,65b ± 7,23

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Efek fisiologis pada tanaman yang diperlakukan dengan fitohormon jenis IAA dan GA3 adalah terjadinya pemanjangan batang, akibat adanya aktivitas kambium di internodus, sehingga tanaman yang diperlakukan menjadi lebih tinggi daripada tanaman normal. Pemanjangan batang selain dipengaruhi oleh aktivitas kambium juga disebabkan oleh peningkatan mitosis di daerah meristem sub apikal batang, sehingga jumlah sel pada masing-masing internodus meningkat. Peningkatan jumlah sel menyebabkan pertumbuhan batang lebih cepat, sehingga dihasilkan batang yang lebih panjang. Respon ini pada batang biasanya berupa peningkatan panjang internodus, dan umumnya tidak meningkatkan jumlah internodus yang terbentuk, hal ini yang menyebabkan tanaman menjadi lebih tinggi (Salisbury & Rose, 1995).

Rata-rata Jumlah dan Berat Buah

Pemberian ZPT asal *Bacillus vallismortis* terhadap rata-rata jumlah dan berat buah berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Rata-rata jumlah dan bobot buah tertinggi terdapat pada perlakuan F4 yaitu 55,3 dan 86,82 g. Sedangkan rata-rata jumlah dan berat buah terendah terdapat pada perlakuan F0 yaitu 29,3 dan 43,62 g (Tabel 3). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa tanaman cabai keriting varietas Lembang 1 merespon ZPT asal *Bacillus vallismortis* dalam peningkatan jumlah dan bobot buah. Hal ini diduga karena ZPT endogen pada tanaman tidak tercukupi, sehingga tanaman menggunakan ZPT eksogen untuk membantu pembentukan buah.

Menurut Yennita (2003) menyatakan bahwa pemberian fitohormon eksogen jenis GA3 pada tanaman cabai diduga dapat meningkatkan kandungan IAA. Peningkatan kandungan auksin dapat menghambat proses absisi bunga sehingga mencegah bunga gugur sebelum waktunya dan mengakibatkan jumlah bunga meningkat. Akibat peningkatan jumlah bunga yang terbentuk maka jumlah buah dapat meningkat. Berdasarkan penelitian Zainal et al. (2012), membuktikan bahwa penyemprotan GA3 sebesar 20 ppm dapat meningkatkan jumlah bunga pertanaman sebesar 23.76% sehingga jumlah buah pertanaman bertambah sebesar 36.64%.

Tabel 3. Pengaruh berbagai konsentrasi fitohormon terhadap jumlah buah dan bobot buah

Perlakuan	Jumlah Buah	Bobot Buah (g)
	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$
F0	29,3 ^a ± 10,55	43,62 ^a ± 12,81
FS	37,9 ^{ab} ± 17,19	53,30 ^a ± 21,38
F1	43,3 ^{abc} ± 13,72	62,13 ^{ab} ± 26,04
F2	46,5 ^{bc} ± 13,74	65,10 ^{ab} ± 20,44
F3	52,1 ^{bc} ± 22,96	80,03 ^b ± 35,24
F4	55,3 ^c ± 16,76	86,82 ^b ± 40,26
F5	37,4 ^{ab} ± 14,98	46,97 ^a ± 24,10

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan hasil uji DMRT bahwa jumlah buah pada perlakuan F4 berbeda nyata terhadap perlakuan FS. Pada parameter bobot buah, perlakuan F3 dan F4 berbeda nyata terhadap perlakuan FS. Pada perlakuan F4, dapat menaikkan jumlah dan berat buah sebesar 45,91 % dan 56,99 % dibandingkan dengan perlakuan FS. Hal ini diduga karena adanya perbedaan konsentrasi ZPT yang diberikan. Konsentrasi sebesar 4 ml/L pada perlakuan F4 merupakan konsentrasi yang optimal untuk meningkatkan jumlah dan berat buah. Zat pengatur tumbuh dapat memacu jika konsentrasinya optimum dan pemberian ZPT secara eksogen dengan konsentrasi tinggi akan mengganggu metabolisme sel, sehingga menghambat proses pembentukan bunga dan mengakibatkan jumlah buah yang dihasilkan sedikit (Salisbury & Ross, 1995). Oleh karena itu, pada perlakuan F5 terjadi penurunan jumlah dan berat buah.

Konsentrasi ZPT asal *Bacillus vallismortis* yang dapat direkomendasikan untuk digunakan oleh petani sebesar 1 ml/L (F1). Berdasarkan hasil, perlakuan F1 tidak menunjukkan beda nyata terhadap perlakuan FS maupun antar perlakuan ZPT asal *Bacillus vallismortis*. Namun, perlakuan F1 sudah mampu meningkatkan jumlah dan berat buah sebesar 14,24 % dan 16,57 % dibandingkan dengan FS. Oleh karena itu, pemberian 1 ml/L ZPT asal *Bacillus vallismortis* lebih efektif digunakan sehingga dapat mengurangi biaya produksi petani.

Kualitas Buah Cabai Merah Varietas Lembang 1 Berdasarkan SNI No.1-4408-1998

Kualitas cabai keriting varietas Lembang 1 yang diperoleh terbagi menjadi dua kategori mutu yaitu, mutu 2 dan mutu 3. Pemberian fitohormon asal *Bacillus vallismortis* berpengaruh nyata pada rata-rata mutu 2 ($p < 0,05$) sedangkan pada mutu 3 tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$). Rata-rata mutu 2 berkisar antara 4,30-22,1. Perlakuan F4 menghasilkan kualitas buah cabai mutu 2 tertinggi, sebesar 22,1 dan terendah pada perlakuan F0 yaitu sebesar 4,30. Sedangkan pada mutu 3, rata-rata berkisar antara 25,10-33,40. Kualitas buah tertinggi pada mutu 3 diberikan oleh perlakuan F4 sebesar 33,40 dan terendah pada F0 sebesar 25,10 (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian ZPT asal *B. vallismortis* berpotensi memperbaiki kualitas buah cabai keriting varietas Lembang 1.

Tabel 4. Pengaruh berbagai konsentrasi ZPT asal *Bacillus vallismortis* terhadap kualitas buah

Perlakuan	Mutu 2	Mutu 3
	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$
F0	4,30a ± 4,00	25,00a ± 14,01
FS	9,70ab ± 4,19	28,20a ± 21,38
F1	13,10bc ± 11,28	30,20a ± 12,92
F2	13,30bc ± 7,96	33,2a ± 20,69
F3	20,10cd ± 15,10	32a ± 18,35
F4	22,1d ± 8,68	33,20a ± 16,17
F5	9,30ab ± 4,92	28,10a ± 17,56

Berdasarkan hasil uji DMRT menunjukkan bahwa pada mutu 2 perlakuan F3 dan F4 berbeda nyata terhadap perlakuan FS, sedangkan pada mutu 3, semua perlakuan pemberian ZPT asal *B. vallismortis* tidak berbeda nyata terhadap perlakuan FS. Perlakuan F4 dengan konsentrasi sebesar 4

ml/L merupakan konsentrasi yang optimal untuk meningkatkan kualitas buah cabai dibandingkan perlakuan ZPT sintetik (FS).

Menurut Zain et al., (2015) ketersediaan ZPT dalam jumlah optimal pada fase pembentukan buah menjamin keberlangsungan pertumbuhan dan perkembangan pembentukan buah yang sempurna. Keberadaan giberelin dapat memacu terjadinya pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga dengan penambahan giberelin dapat menambah ukuran buah, umbi dan batang (Wulandari et al., 2014). Menurut Yasmin et al. (2014) penambahan giberelin pada saat awal terbentuknya buah dapat meningkatkan pembesaran dan pembelahan sel, sehingga bertambahnya ukuran buah.

Berat Basah dan Kering Tajuk

Pengukuran terhadap parameter berat basah dan kering tajuk bertujuan untuk Perlakuan pemberian ZPT asal *Bacillus vallismortis* terhadap rata-rata berat basah dan kering tajuk berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Berat basah merupakan salah satu parameter yang digunakan sebagai petunjuk ciri pertumbuhan. Berat basah menunjukkan besarnya kandungan air dan bahan organik di dalam jaringan atau organ tanaman. Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata berat basah dan berat kering tajuk berkisar antara 63,24-72,49 g dan 18,29-24,36 g. Rata-rata berat basah dan kering tertinggi terdapat pada perlakuan F4 sebesar 72,49 g dan 24,36 g. Rata-rata berat basah dan kering terendah pada perlakuan kontrol sebesar 63,24 g dan 18,29 g. Hal ini disebabkan karena energi penyinaran matahari dipergunakan untuk proses fotosintesis yang akhirnya akan berpengaruh pada biomassa tanaman dan dapat meningkatkan bobot kering secara nyata (Fauzi et al., 2016).

Tabel 5. Pengaruh berbagai konsentrasi fitohormon terhadap berat basah dan kering tajuk

Perlakuan	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)
	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$
F0	63,24 ^a ± 2,60	18,29 ^a ± 2,55
FS	65,75 ^a ± 3,65	22,82 ^b ± 3,74
F1	66,03 ^a ± 2,68	22,84 ^b ± 4,61
F2	66,44 ^a ± 2,44	22,93 ^b ± 3,83
F3	66,62 ^a ± 2,49	23,16 ^b ± 4,18
F4	72,49 ^b ± 10,16	24,36 ^b ± 4,89
F5	65,26 ^a ± 2,82	22,51 ^b ± 3,93

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan hasil uji DMRT, pada parameter berat basah tajuk perlakuan F1, F2, F3 dan F5 tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan FS, sedangkan perlakuan F4 memberikan pengaruh yang nyata terhadap FS. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian ZPT asal *Bacillus vallismortis* sebesar 4 ml/L menyebabkan pertumbuhan tanaman cabai optimal. Berat kering tajuk pada perlakuan F1 hingga F5 tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan FS. Hal ini mengindikasikan bahwa ZPT asal *Bacillus vallismortis* memiliki kemampuan yang sama dengan ZPT sintetik.

Menurut Salisbury & Rose (1995). Fitohormon Giberelin mempengaruhi pembesaran sel dan pembelahan sel. Adanya pembesaran sel mengakibatkan ukuran sel yang baru lebih besar dari sel induk. Pertambahan ukuran sel menghasilkan pertambahan ukuran jaringan, organ, dan meningkatkan ukuran tubuh tanaman maupun berat tanaman. Peningkatan pembelahan sel menghasilkan jumlah sel yang lebih banyak. Jumlah sel yang meningkat pada jaringan daun memungkinkan terjadinya peningkatan fotosintesis penghasil karbohidrat yang dapat mempengaruhi bobot tanaman.

Berat Basah dan Kering Akar

Perlakuan pemberian ZPT asal *Bacillus vallismortis* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap berat basah dan berat kering akar. Rata-rata berat basah dan berat kering akar berkisar antar 9,32-15,33 g dan 1,91-3,02 g. Rata-rata berat basah dan kering tertinggi terdapat pada perlakuan F4 sebesar 15,33 g dan 3,02 g, sedangkan rata-rata berat basah dan kering akar terendah terdapat pada perlakuan F0 sebesar 9,32 g dan 1,91 g (tabel 6). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa ZPT asal *Bacillus vallismortis* berpotensi dalam meningkatkan pertumbuhan akar.

Tabel 6. Pengaruh berbagai konsentrasi fitohormon terhadap berat basah dan kering akar

Perlakuan	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)
	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$
F0	9,32 ^a ± 3,75	1,91 ^a ± 0,53
FS	12,99 ^b ± 3,41	2,69 ^b ± 0,93
F1	13,39 ^b ± 2,93	2,71 ^b ± 0,65
F2	13,87 ^b ± 3,96	2,77 ^b ± 0,83
F3	14,12 ^b ± 4,04	2,93 ^b ± 0,83
F4	15,33 ^b ± 4,06	3,02 ^b ± 0,82
F5	12,95 ^b ± 4,73	2,67 ^b ± 0,70

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan uji DMRT, berat basah dan kering pada perlakuan F1, F2, F3, F4, dan F5 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan FS. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian ZPT asal *Bacillus vallismortis* memiliki kemampuan yang sama dengan ZPT sintetik untuk meningkatkan pertumbuhan akar. Hal ini diduga karena

Pemberian ZPT asal *Bacillus vallismortis* memiliki kemampuan yang sama dengan perlakuan ZPT sintetik (FS) dalam meningkatkan berat basah dan berat kering akar. Hal ini disebabkan karena fitohormon jenis IAA secara teknis sangat aktif dalam mempercepat dan memperbanyak tumbuhnya akar pada perbanyakan tanaman (Puttuleihakat, 2001). Tingginya berat basah dan berat kering akar pada perlakuan F4 dengan konsentrasi 4ml/L, diduga karena penyerapan IAA pada akar tanaman cabai terjadi secara optimal. Hal ini memicu pertumbuhan sel-sel meristem akar secara optimal. Menurut Hidayat (2007), mengemukakan bahwa IAA dalam budidaya jaringan berperan dalam mempengaruhi perkembangan dan pembesaran sel, sehingga tekanan dinding sel terhadap protoplasma berkurang. Hal ini dapat menyebabkan fotoplasma dapat mengabsorpsi air di sekitar sel, sehingga sel menjadi panjang terutama sel-sel di meristem akar.

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian ZPT asal *Bacillus vallismortis* pada konsentrasi 4 ml/L dapat meningkatkan tinggi, jumlah buah, bobot buah, berat basah dan kering berangkasan serta berat basah dan berat kering akar cabai keriting varietas lembang 1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian dapat terlaksana dengan dana DIPA TA 2018 Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB. Biogen). Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Siti Aminah, Pak Jajang Kosasih, dan Pak Ugi yang membantu mempersiapkan ekstrak fitohormon untuk diaplikasikan pada tanaman cabai di rumah kaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2016). *Statistik tanaman buah-buahan dan sayur Indonesia*. Diakses pada 24 Juli 2018.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. (2016). *Petunjuk Teknis Cabai Merah*. Aceh: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Chaniago, N. (2016). Teknik pembuatan zat pengatur tumbuh (ZPT) dari beberapa mollusca dan aplikasinya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman selada dengan hidroponik FHS (*Floating Hydroponic System*). *Agrica Ekstensia* 10 (1), 74-82.
- Fauzi, Rizki., Meiriani., Barus Aslil. (2016). Pengaruh Persentasi Naungan Terhadap Pertumbuhan Bibit *Mucuna bracteata D.C.* Asal Stek dengan Konsentrasi IAA yang Berbeda. *Jurnal Agroekoteknologi* 4 (3): 2114-2126.
- Hasan, F. (2010). Peran luas panen dan produktivitas terhadap pertumbuhan produksi tanaman pangan di Jawa Timur. *Embryo* 7(1), 15-20.
- Hidayat, S. 2007. Uji Kombinasi Pemberian Beberapa Konsentrasi IAA dan IBA dengan Teknik Perendaman pada Stek Batang Melati Gambir (*Jasminum officinale*L.). Fakultas Pertanian. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Hal 1.

- Nurfalach, R.V. (2010). *Budidaya tanaman cabai merah (Capsicum annum L.) di UPTD perbibitan tanaman hortikultura Desa Pakopen Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang*. Tugas Akhir. Program Diploma III Agribisnis Minat dan Arsitektur Pertanian Fakultas pertanian. Universitas Sebelas Maret.
- Ortuno, N., Angulo, Marlene., Castillo, Jose., Claros, Mayran., & Gutierrez, Claudia. (2014). Bacteria associated with the cultivation of quinoa in the Bolivian Altiplano and their biotechnological potencial. *Revista de Agricultura* (53), 53-61.
- Patel, K., Dhandhuki, Pinakin., Goswami, Dweipayan., & Thakker, Janki. 2015. Techniques to study microbial phytohormones. *Researchgate*, doi: 10.1007/978-3-319-24654-3_1.
- Pusat Data dan Informasi Pertanian. (2016). *Outlook: komoditas pertanian sub sektor hortikultural cabai merah*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral Kementrian Pertanian.
- Rosidah, S., Syukur, M & Widodo. (2014). Pendugaan parameter genetika ketahanan tanaman cabai terhadap penyakit antraknosa. *J Fitopatologi Indones* 10 (6), 202-209.
- Salisbury, F.B. & C.W. Ross. (1995). *Fisiologi tumbuhan: biokimia tumbuhan*, Jilid 2. Penerjemah: Lukman D.R dan Sumaryono. Bandung: Penerbit ITB.
- Setiawan, A.B., Purwanti. S., Toekidjo. 2012. Pertumbuhan dan hasil benih lima varietas cabai merah di dataran menengah. *Research gate*.
- Setiawan, E. (2009). Kajian hubungan unsur iklim terhadap produktivitas cabe jamu (*Piperretrofractum Vahl*) di Kabupaten Sumenep. *Agrovogor* 2(1), 1-11, ISSN 19975777.
- Setiawati, W., Koesandriani, Yenni & Hasyim, A. (2016). Sumbangsih cabai keriting varietas kencana dalam menghadapi kebijakan swasembada cabai. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Susilowati., D.N. (2017). Laporan hasil peneitian DIPA APBN. Balai Besar PPBSDA. Bogor.
- Tien, T.M., M.H. Gasking, & Hubbel, D.H. (1979). Plant growth substances produced by *A.brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum L.*). *Environ Microbiol* 37, 1016-1024.
- Maheswari, T.U., Anbukkarasi, K., Hemalatha, T., & Chendrayan. (2013). Studies on phytohormone producing ability of indigenous endophylitic bacteria isolated from tropical legume crops. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 2 (26), 127-136.
- Wulandarai, Dwi, E., Rahayu, Yuni, S., & Ratnasari, E. (2014). Pengaruh pemberian hormone giberelin terhadap pembentukan buah partenokarpi pada tanaman mentimun varietas Mercy lenteraBIO 3(1), 27-32.
- Yasmin, S., Wardiyati, T., & Koesriharti. (2014). Pengaruh perbedaan waktu aplikasi dan konsentrasi gibereli terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai besar (*Capsicum annum L.*)
- Yennita, 2003. Pengaruh Hormon Tanaman Terhadap Kedelai (*Glycine max*) Pada Fase Generatif. *Jurnal UNIB*, Vol IX No 2 :81-84.
- Zainal, Arifin., Yudono, Prapto & Toekidjo. (2012). Pengaruh konsentrasi GA3 terhadap pembungaan dan kualitas benih cabai merah keriting (*Capsicum annuum L.*). *Jurnal UGM*.
- Zainudin, Zainudin., Abadi, A.L., Lukman, Q.A. 2014. Pengaruh pemberian plant growth promoting rhizobacteria (*Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescense*) terhadap penyakit bulai pada tanaman jagung. *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan* 2(1), 11-18.
- Zuhra, R., Hasanuddin., & Lisnawati. (2017). efektivitas bakteri endofit sebagai pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi cabai. *Jurnal Pertanian Tropik* 4 (7), 65-74.
- Zulkarnain. (2013). *Budidaya sayuran tropis*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

PENGOLEKSIAN BIJI PINANG JAWA (*Pinanga javana* Blume) DAN UJI GERMINASINYA

Musyarofah Zuhri*, Ikhsan Noviady

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas - LIPI
PO Box 19 SDL, Cipanas, Cianjur, Jawa Barat
email: *musyarofahzuhri@mail.lipi.go.id

Abstrak. Bank biji memiliki peran yang sangat penting dalam konservasi tumbuhan. Keberadaan bank biji yang tersebar diberbagai kebun raya di dunia dinilai mampu untuk melawan berbagai ancaman yang disebabkan oleh degradasi habitat, tumbuhan jenis asing, over eksploitasi, polusi, penyakit dan perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengoleksi biji *Pinanga javana* dari kawasan hutan untuk tujuan penyimpanan di bank biji Kebun Raya Cibodas; dan (2) melakukan uji perkecambahan dan uji viabilitas pada kondisi optimum. Pengoleksian biji dilakukan pada Oktober 2017 di hutan Cibogo di dalam kawasan Kebun Raya Cibodas dengan mengikuti Standar Konservasi Biji yang ditetapkan oleh Millenium Seed Bank Partnership. Uji germinasi dilakukan pada November 2017 sampai dengan Juli 2018 dengan rancangan acak kelompok dengan perlakuan dikupas. Tiap perlakuan menggunakan 24 biji dengan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 827 biji *P. javana* berhasil dikoleksi dan hanya 20% yang ditemui dalam fase di sekitar penyebaran alaminya. *P. javana* memiliki tipe perkecambahan hipogeal dan mulai berkecambah pada minggu ke-10 setelah tanam. Data perkecambahan menunjukkan biji yang dikupas memiliki jumlah biji berkecambah yang lebih tinggi daripada biji yang tidak dikupas. Cut-test dilakukan terhadap biji yang tidak berkecambah dan menunjukkan hasil bahwa sebagian besar biji masih segar meskipun ada beberapa yang terserang jamur. Tingkat viabilitas menunjukkan hasil yang lebih tinggi daripada tingkat perkecambahannya pada kedua perlakuan. Hal menunjukkan bahwa terdapat kondisi lingkungan yang menghambat biji untuk berkecambah padahal biji tersebut viabel.

Kata kunci: Pengoleksian biji; Penyimpanan biji; *Pinanga javana*; Uji perkecambahan

PENDAHULUAN

Bank biji memiliki peran yang sangat penting dalam konservasi tumbuhan. Sebagai upaya mendukung Target 8 dari Global Strategy for Plant Conservation (GSPC) yang menyatakan bahwa paling tidak 75% dari jenis tanaman langka dapat dikoleksi secara ex-situ maka perlu adanya pengoleksian biji dari habitat alaminya untuk disimpan di bank biji (Hurka dan Neuffer, 2004; Schoen dan Brown, 2001). Keberadaan bank biji yang tersebar diberbagai kebun raya di dunia dinilai mampu untuk melawan berbagai ancaman yang disebabkan oleh degradasi habitat, tumbuhan jenis asing, over eksploitasi, polusi, penyakit dan perubahan iklim (Heywood, 2017; O'Donnell dan Sharrock, 2017). Proses dalam bank biji meliputi pengoleksian biji, pengeringan dan penyimpanan jangka panjang pada kondisi dibawah 0°C. Lebih lanjut perlu dilakukan pengujian perkecambahan dan viabilitas terhadap biji yang disimpan untuk tujuan evaluasi (Hay & Probert, 2013).

Pengoleksian biji dilakukan dalam jumlah yang besar dalam sebuah populasi untuk menjamin keterwakilan keanekaragaman genetik yang ada (Peres, 2016). Pengoleksian dilakukan terhadap biji yang masak dan memiliki viabilitas yang tinggi (O'Donnell dan Sharrock, 2015; Oldfield dan Newton, 2012). Penyimpanan dalam jangka panjang di bank biji bertujuan untuk memelihara viabilitas biji di atas 85% dan pemanfaatan biji di masa yang akan datang untuk tujuan restorasi dan penelitian (MSBP, 2018). Untuk mendukung upaya konservasi tumbuhan, maka Bank Biji Kebun Raya Cibodas - LIPI memiliki komitmen untuk meningkatkan koleksi tumbuhan ex-situ melalui penyimpanan biji.

Pinang jawa atau *Pinanga javana* Blume merupakan tumbuhan asli Jawa yang masuk dalam kategori jenis langka berdasarkan World Conservation Monitoring Unit (WCMC) dan tumbuhan yang dilindungi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/6/2018 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018). *P. javana* merupakan jenis palem dengan habitus pohon kecil, tinggi mencapai 8 m, batang tunggal dan tidak merumpun, daun majemuk menyirip, anak daun 18-20, buah menjorong, perbungaan bulir tidak

bercabang, dan buah tua berwarna merah. Di Pulau Jawa tersebar di Jawa Barat di lereng Gunung Gede dan Pangrango pada ketinggian 1.400-1.700 m dpl (Sunarno dan Rugayah, 1992).

Pengoleksian dan penyimpanan biji *P. javana* belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengoleksi biji *P. javana* dari kawasan hutan untuk tujuan penyimpanan di bank biji Kebun Raya Cibodas; dan (2) melakukan uji perkecambahan dan uji viabilitas pada kondisi optimum.

BAHAN DAN METODE

Pengoleksian biji dilakukan pada Oktober 2017 di hutan Cibogo di dalam kawasan Kebun Raya Cibodas. Biji yang dikoleksi merupakan tanaman asli kawasan tersebut. Lokasi pengoleksian terletak pada koordinat S 6.739750, E 107.006420 dengan ketinggian 1.345 m dpl. Pengoleksian biji mengikuti Standar Konservasi Biji yang ditetapkan oleh Millenium Seed Bank Partnership (MSBP, 2018). Penilaian pra-koleksi dilakukan untuk mendapatkan estimasi jumlah biji viabel tanpa mengganggu ketersediaan di alam. Ketersediaan biji dihitung dengan menggunakan rumus (Way dan Gold, 2014):

$Total\ populasi = Perkiraan\ jumlah\ tumbuhan\ pada\ penyebaran\ alami \times Rata-rata\ jumlah\ biji\ per\ buah \times Rata-rata\ jumlah\ buah\ per\ tanaman$

$Ketersediaan\ populasi = Total\ populasi \times Biji\ penuh\ hasil\ cut-test$

$Jumlah\ biji\ yang\ bisa\ dipanen = Ketersediaan\ populasi \times 20\%$

$Jumlah\ biji\ viabel = Jumlah\ biji\ yang\ bisa\ dipanen \times Biji\ penuh\ hasil\ cut-test$

Biji yang dikoleksi dari alam kemudian dibawa ke Bank Biji Kebun Raya Cibodas untuk dibersihkan dari kotoran, dikeringkan di blue drum dan disimpan pada suhu -20oC. Uji germinasi dan viabilitas dilakukan sebelum biji disimpan di freezer.

Uji germinasi dilakukan pada November 2017 sampai dengan Juli 2018 di Rumah Kaca Pembibitan Kebun Raya Cibodas dengan rata-rata suhu udara 19,3 oC dan kelembaban udara 85,6 %. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak kelompok dengan perlakuan dikupas. Tiap perlakuan menggunakan 24 biji dengan empat ulangan. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang memiliki porositas yang tinggi. Perlakuan dilakukan dengan mengupas bagian mesokarp buah *P. javana*. Biji ditanam dengan posisi vertikal dengan bagian pangkal menghadap ke bawah. Tray semai ditutup dengan kaca untuk mengurangi penguapan. Penyiraman dilakukan seminggu sekali atau jika media mulai tampak kering.

Pengamatan dilakukan setiap minggu dengan mencatat jumlah biji yang tumbuh, yaitu keluar radikula lebih dari 2 mm. Biji yang berkecambah dipindahkan ke media tanah untuk selanjutnya menjadi tanaman baru. Dilakukan *cut test* terhadap biji yang tidak tumbuh setelah selesai waktu pengamatan untuk mengetahui penyebab biji gagal tumbuh. Persen germinasi dan persen viabilitas dihitung dengan menggunakan rumus (Way dan Gold, 2014):

$X = Biji\ ditanam - Biji\ kosong - Biji\ terinfeksi\ serangga$

$\% Germinasi = Biji\ berkecambah \div X \times 100$

$\% Viabilitas = (Biji\ berkecambah + Biji\ segar + Pertumbuhan\ abnormal) \div X \times 100$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pinanga javana dikoleksi dari kawasan Hutan Cibogo yang merupakan hutan sisa di dalam kawasan Kebun Raya Cibodas. Biji dikoleksi untuk tujuan penyimpanan di bank biji Kebun Raya Cibodas. Pengujian germinasi dan viabilitas dilakukan setelah biji dibersihkan dan dikeringkan kurang lebih satu bulan setelah pengoleksian *P. javana*.

Pengoleksian Biji

Sebanyak 827 biji dikoleksi dari empat buah individu *P. javana* pada kawasan Hutan Cibogo yang terletak di dalam kawasan Kebun Raya Cibodas dan dengan kemiringan lahan mencapai 45° ke arah timur. Kurang lebih 80% individu yang ditemui dalam fase menghasilkan biji. *P. javana* ditemui

pada habitat hutan dengan jenis tumbuhan yang berasosiasi antara lain *Ficus fistulosa*, *Plectocomia elongata*, *Cyathea contaminans*, *Persea rimosa*, *F. macrophylla* dan *Cinnamomum burmanii*. Keberadaan *P. javana* di alam mudah dibedakan dengan *P. coronata* yang banyak ditemui di hutan pegunungan sebab memiliki batang yang soliter dan tidak merumpun. Biji *P. javana* berguna sebagai pakan hewan (mamalia) dan memiliki potensi sebagai tanaman ornamental.

Hasil dari penilaian pra-koleksi *P. javana* dapat dilihat pada Tabel 1 yang meliputi penilaian populasi, kesiapan populasi untuk pengoleksian biji, kualitas fisik biji dan ketersediaan biji. Penilaian populasi memberikan gambaran populasi *P. javana* pada kawasan tersebut yaitu diperkirakan terdapat 1-10 individu *P. javana* pada luas kawasan mencapai 4 hektar. Hasil pengamatan secara visual menunjukkan sebagian besar yaitu 80% biji *P. javana* yang ditemui dalam kondisi masih muda. Hanya 20% dari individu *P. javana* yang ditemui dalam kondisi masak pohon atau berada dalam fase di sekitar penyebaran alaminya yaitu diperkirakan sebanyak delapan individu.

Tabel 1. Penilaian pra-koleksi *P. javana*

Penilaian populasi	
Perkiraan luas kawasan	: 4 ha
Perkiraan jumlah individu	: 1-10
Kerusakan kawasan	: -
Kesiapan populasi untuk pengoleksian biji	
Fase vegetatif	: -
Fase bunga	: -
Fase buah siap panen	: 20 %
Fase kuncup	: -
Fase biji muda	: 80 %
Fase pasca penyebaran	: -
Perkiraan jumlah tanaman pada fase buah siap panen	: 8
Kualitas fisik biji (n=10)	
Biji penuh	: 100 %
Biji terinfeksi serangga	: -
Biji kosong	: -
Biji muda	: -
Ketersediaan biji	
Rata-rata jumlah biji/buah	: 1
Rata-rata jumlah buah/individu tanaman	: 1.980
Total populasi	: 15.840
Populasi tersedia	: 15.840
Maksimum biji yang dapat dikoleksi	: 3.168
Perkiraan jumlah biji viabel	: 3.168

Kualitas fisik biji diketahui dari hasil *cut-test* di lapangan terhadap sepuluh biji yang dilakukan secara acak dan menunjukkan bahwa seluruh biji penuh dan tidak terdapat biji yang terinfeksi serangga, biji kosong dan biji muda. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah biji viabel yang dapat dipanen kurang dari 5.000 buah biji. Menurut Way & Gold (2014) minimal 5.000-10.000 biji yang sehat dikoleksi pada fase buah siap panen dan tidak lebih dari 20% ketersediaan biji yang ada di alam. Berdasarkan pertimbangan bahwa *P. javana* merupakan jenis terancam punah maka meskipun jumlah jumlah biji viabel kurang dari 5.000 maka tetap dilakukan pengoleksian biji dan direncanakan akan dilakukan pengoleksian biji kembali di masa panen berikutnya.

Berdasarkan *Seed Information Database* (data.kew.org) marga *Pinanga* memiliki karakteristik sebagai jenis ortodoks (33,3 %) dan sisanya tidak pasti (66,6 %) serta tidak ada informasi yang spesifik mengenai jenis *P. javana*. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai karakteristik penyimpanan *P. javana* melalui penurunan RH biji terhadap tingkat perkecambahan.

Uji Germinasi dan Viabilitas

P. javana memiliki tipe perkecambahan hipogeal yang terlihat dari kotiledon yang tetap berada di tanah dan epikotil yang tumbuh memanjang. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1(a). *P. javana* mulai berkecambah pada minggu ke-10 setelah tanam. Lamanya waktu berkecambah *P. javana* dapat dimungkinkan oleh beberapa hal diantaranya (1) ketebalan kulit biji yang memungkinkan biji mengalami dormansi dan atau air sulit untuk menembus ke embrio; (2) kondisi lingkungan yang kurang mendukung perkecambahan seperti kadar air, intensitas cahaya, porositas media tanam, suhu udara; atau (3) biji yang belum mencapai tingkat kematangan fisiologis.

Data perkecambahan menunjukkan biji yang dikupas memiliki jumlah biji berkecambah yang lebih tinggi daripada biji yang tidak dikupas (Tabel 2). Sebanyak rata-rata $15,25 \pm 3,1$ biji yang dikupas mampu berkecambah. *Cut-test* dilakukan terhadap biji yang tidak berkecambah dan menunjukkan hasil bahwa sebagian besar biji masih segar meskipun ada beberapa yang terserang jamur yang dapat dilihat pada Gambar 1(d) dan 1(e). *Cut-test* terhadap biji yang tidak berkecambah perlu dilakukan untuk mengetahui penyebab biji gagal berkecambah (Kotelo, 1997).

Tabel 2. Data Perkecambahan *P. javana* (n=24)

Perlakuan	Ulangan	Biji berkecambah	Rata-rata	Hasil <i>cut test</i> biji tidak berkecambah				
				Segar	Berjamur	Kosong	Terinfeksi serangga	Pertumbuhan abnormal
Dikupas	1	17	15,25±3,1	7	-	-	-	-
	2	18		5	1	-	-	-
	3	15		6	3	-	-	-
	4	11		11	2	-	-	-
Tidak dikupas	1	13	14,5±6,5	8	3	-	-	-
	2	19		3	2	-	-	-
	3	20		2	2	-	-	-
	4	6		14	4	-	-	-

Biji *P. javana* yang tidak berkecambah dengan hasil *cut-test* biji terlihat segar menunjukkan kemungkinan kondisi lingkungan tidak sesuai untuk uji perkecambahan atau biji mengalami dormansi. Kedua hal tersebut memungkinkan dalam penelitian ini sebab media tanam yang digunakan dalam pengujian ini hanya menggunakan pasir dan tidak membandingkan dengan media tanam lainnya yang menyerupai kondisi tanah di habitatnya. Sementara itu dormansi dapat terjadi karena biji *P. javana* memiliki seed coat yang keras sehingga tidak terjadi kontak antara air dan udara dengan biji. Biji yang mengalami dormansi dapat terlihat pada saat *cut-test* biji terlihat kering.

Sementara itu biji *P. javana* yang tidak berkecambah dengan hasil *cut-test* biji terserang jamur menunjukkan bahwa biji tersebut viabel namun kemudian mati. Secara visual biji yang terserang jamur terlihat dari hasil *cut-test* yang memperlihatkan adanya jaringan nekrotik dan biasanya berwarna cokelat yang menunjukkan bahwa jaringan tersebut mati.



Gambar 1(a) Perkecambahan *P. javana*, (b) Biji *P. javana* yang tidak dikupas dan tidak berkecambah, (c) Biji *P. javana* yang dikupas dan tidak berkecambah, (d) Hasil *cut-test* yang menunjukkan biji masih segar, dan € Hasil *cut-test* yang menunjukkan biji terserang jamur.

Hasil perhitungan tingkat perkecambahan dan tingkat viabilitas terhadap biji *P. javana* menunjukkan bahwa pada kedua perlakuan biji dikupas maupun tidak dikupas memiliki tingkat viabilitas yang lebih tinggi daripada tingkat perkecambahannya (Tabel 3). Tingkat viabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat perkecambahan menunjukkan bahwa terdapat kondisi lingkungan yang menghambat biji untuk berkecambah padahal biji tersebut viabel. Media tanam yang digunakan (pasir) dan kondisi rumah kaca kurang optimum dalam mendukung perkecambahan biji. Selain itu adanya dormansi memungkinkan biji *P. javana* memiliki tingkat perkecambahan yang rendah.

Tabel 3. Tingkat perkecambahan dan viabilitas *P. javana* (n=24)

Perlakuan	Ulangan	% germinasi	Rata-rata	% viabilitas	Rata-rata
Dikupas	1	70,83	63,54±12,9	100	93,75±5,4
	2	75		95,83	
	3	62,5		87,5	
	4	45,83		91,67	
Tidak dikupas	1	54,17	60,42±26,9	87,5	88,54±4
	2	79,17		91,67	
	3	83,33		91,67	
	4	25		83,33	

Biji viabel merupakan biji yang memiliki potensi untuk berkecambah. Berdasarkan protokol perkecambahan di bank biji (MSBP, 2018) bahwa tingkat perkecambahan yang dapat diterima adalah >85 % dan tingkat perkecambahan yang nilainya tidak berbeda jauh dengan tingkat viabilitas. Oleh karena itu, meskipun tingkat viabilitas *P. javana* mencapai 88,54% untuk biji tidak dikupas dan 93,75% untuk biji yang dikupas namun tingkat perkecambahannya tidak mencapai 85% maka uji perkecambahan ini perlu diulang dengan menggunakan media tanam yang berbeda, kondisi lingkungan yang optimum dan perlakuan pemecahan dormansi agar memenuhi persyaratan protokol perkecambahan di bank biji.

KESIMPULAN

Sebanyak 827 biji *Pinanga javana* dikoleksi dari kawasan Hutan Cibogo yang terletak di dalam kawasan Kebun Raya Cibodas. Hanya 20% dari individu *P. javana* yang ditemui dalam kondisi

masak pohon atau berada dalam fase di sekitar penyebaran alaminya. Hasil *cut-test* di lapangan menunjukkan bahwa seluruh biji penuh dan tidak terdapat biji yang terinfeksi serangga, biji kosong dan biji muda. *P. javana* memiliki tipe perkecambahan hipogeal dan mulai berkecambah pada minggu ke-10 setelah tanam. Data perkecambahan menunjukkan biji yang dikupas memiliki jumlah biji berkecambah yang lebih tinggi daripada biji yang tidak dikupas. *Cut-test* dilakukan terhadap biji yang tidak berkecambah dan menunjukkan hasil bahwa sebagian besar biji masih segar meskipun ada beberapa yang terserang jamur. Tingkat viabilitas menunjukkan hasil yang lebih tinggi daripada tingkat perkecambahannya pada kedua perlakuan biji dikupas maupun tidak dikupas. Hal menunjukkan bahwa terdapat kondisi lingkungan yang menghambat biji untuk berkecambah padahal biji tersebut viabel.

DAFTAR PUSTAKA

- Hay, F.R. & Probert, R.J. (2013) Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research. *Conservation Physiology* 1: 1-11.
- Heywood, V.H. (2017) The future of plant conservation and the role of botanic gardens. *Plant Diversit*, 39: 309-313.
- Hurka, H. & Neuffer, B. (2004) Plant genetic resources in botanical gardens. In: *Proc 21st IS on Breeding Ornamentals, Part II*. Eds: Forkmann, G. dan Michaelis, S. *Acta Hort* 651: 35-44.
- Kotelo, D. (1997) Anatomy and Morphology of Conifer Tree Seed. *Forest Nursery Technical Series 1.1*. British Columbia.
- MSB (The Millenium Seed Bank). (2015) The Millenium Seed Bank Partnership Seed Conservation Standards for MSB Partnership Collections. Royal Botanic Gardens, Kew. UK.
- MSBP (The Millenium Seed Bank Partenership). (2018) Seed Conservation Standards for "MSB Partnership Collections". Royal Botanic Gardens, Kew. UK.
- O'Donnell, K. & Sharrock, S. (2017) The contribution of botanic gardens to ex situ conservation through seed banking. *Plant Diversity* 39: 373-378.
- O'Donnell, K. & Sharrock, S. (2015) Seed banking in botanic gardens can botanic garden achieve GSPC target 8 by 2020? *BG Journal* 12(1): 3-8.
- Oldfield, S. & Newton, A.C. (2012) Integrated conservation of tree species by botanic gardens: a reference manual. UK: Botanic Gardens Conservation International.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/6/2018 Tentang Penetapan Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Peres, S. (2016) Saving the gene pool for the future: Seed banks as archieves. *Studies in History and Phylosophy of Biological and Biomedical Sciences* 55: 96-104.
- Schoen, D.J. & Brown, A.H.D. (2001) The conservation of wild plant species in seed banks. *BioScience* 51(11): 960-966.
- Sunanrno, B. & Rugayah. (1992) Flora Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Herbarium Bogoriense Puslitbang Biologi - LIPI, Bogor.
- Way, M.J. & Gold, K. (2014) Assessing a population for seed collection. Technical Information Sheet_02. UK: Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew.

ISOLASI ALFA SELULOSA DARI SISA MEDIA PERTUMBUHAN JAMUR TIRAM BERBAHAN BAKU TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Firda Dimawarnita*¹, Yora Faramitha¹

¹Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia; Jl. Taman Kencana No.1 Bogor 16151
e-mail: *¹firda.dimawarnita@gmail.com, ¹yora.faramitha@gmail.com

Abstrak. Perkembangan alfa selulosa sebagai polimer alami dan terbarukan semakin mengalami peningkatan. Alfa selulosa merupakan selulosa yang memiliki kristalinitas yang tinggi, sehingga memiliki struktur yang stabil. Sisa media (baglog) jamur tiram memiliki kandungan alfa selulosa sebesar 36,08%; hemiselulosa sebesar 16,11%; dan lignin sebesar 24,82%. Alfa selulosa yang masih tinggi pada sisa baglog dapat diisolasi dan menjadi material maju bernilai ekonomi tinggi. Penelitian ini bertujuan mengisolasi alfa selulosa dari sisa baglog jamur tiram berbahan baku TKKS. Proses isolasi alfa selulosa melalui beberapa tahapan, diantaranya bleaching menggunakan NaOCl₂ dan delignifikasi menggunakan NaOH 17,5%. Alfa selulosa yang didapatkan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan SEM. Hasil isolasi alfa selulosa dari sisa baglog jamur tiram menghasilkan alfa selulosa dengan kemurnian 84,54%; hemiselulosa 14,85%; dan lignin tidak terdeteksi.

Kata Kunci: alfa selulosa, tandan kosong kelapa sawit, sisa baglog, jamur tiram, polimer alami

Abstrak. The development of alpha cellulose as a natural and renewable polymer is growing interest. Alpha cellulose is a cellulose that has high crystallinity, so it has stable structure. Ex- media (baglog) from oyster mushrooms contain alpha cellulose of 36.08%; hemicellulose 16.11%; and lignin 24.82%. Alpha cellulose from ex-baglog can be isolated and become an advanced material of high economic value. This study aims to isolate alpha cellulose from the remaining baglog of oyster mushrooms made from empty fruit bunches. The process of alpha cellulose isolation through several stages, there are bleaching using NaOCl₂ and delignification using NaOH 17.5%. The alpha cellulose obtained was characterized using FTIR and SEM. The quality of alpha cellulose from ex-baglog of oyster mushrooms has result: purity 84.54%; hemicellulose 14.85%; and lignin content is not detected.

Kata Kunci: alpha cellulose, empty fruit bunches, ex-baglog, oyster mushroom, natural polymer

PENDAHULUAN

Polimer alami dan terbarukan memiliki sifat yang *ecofriendly* karena memiliki sifat *biodegradable* yang tinggi. Salah satu polimer alami yang penggunaannya sangat luas adalah selulosa. Berdasarkan kelarutannya dalam alkali, selulosa dapat dibagi menjadi tiga. Alfa selulosa, beta selulosa dan gamma selulosa. Alfa selulosa adalah bentuk yang digunakan untuk mendefinisikan kandungan “true” cellulose dari material tumbuhan dalam bentuk kelarutan dalam alkali. Semakin tinggi kandungan alfa selulosa maka semakin baik kualitas selulosa tersebut.

Selulosa sudah lama digunakan sebagai sumber serat dalam industri kertas. Akhir-akhir ini selulosa juga digunakan untuk banyak aplikasi, diantaranya: sebagai bahan baku untuk biofuel, bioethanol (Singhania et al. 2013), bioplastik (Shen et al. 2010), dan komposit (Lalia et al. 2013). Limbah biomassa dari agroindustri merupakan sumber selulosa tertinggi, salah satunya tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Indonesia adalah produsen kelapa sawit terbesar di dunia, di mana produksinya diperkirakan sekitar 31 juta metrik ton kelapa sawit pada tahun 2015 (Dirjenbun, 2015). Kelapa sawit mentah (CPO) diekstraksi dari sisa buah sawit dan lignoselulosa terkandung dalam TKKS. Limbah TKKS di pabrik mencapai sekitar 28,65 juta metrik ton per tahun. TKKS memiliki nilai komersial yang rendah dan bermasalah pada saat akan membuangnya karena jumlahnya yang besar. Oleh karena itu, penting untuk memanfaatkan secara optimal limbah TKKS menjadi produk yang berharga.

TKKS terdiri dari 40,37% selulosa, 20,06% hemiselulosa, dan 23,89% lignin (Dimawarnita & Perwitasari, 2017). Kandungan TKKS yang masih kaya akan unsur hara dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan jamur konsumsi (*Pleurotus ostreatus*) atau yang lebih dikenal sebagai jamur tiram. Jamur tiram tergolong dalam jamur pelapuk putih yang memiliki kemampuan mendegradasi

lignin (Bari et al., 2015). Penggunaan TKKS sebagai media tumbuh jamur ini akan memiliki dua keuntungan, pertama menghasilkan jamur konsumsi yang memiliki nilai jual dan kedua mendegradasi lignin secara alami sehingga penggunaan bahan kimia dalam proses degradasi lignin dapat berkurang. Penelitian dan pengembangan pemanfaatan TKKS telah banyak dilakukan, diantaranya nanoselulosa (Fahma et al., 2010; Mok et al., 2017; Asad et al., 2018), selulosa serat (Razak & Kalam et al., 2012), xylose (Duangwang et al., 2016), glukosa (Huang et al., 2013) etanol (Isroi et al., 2014). Namun, produksi selulosa dan turunan selulosa seringkali mengalami proses yang rumit karena selulosa secara alami direndam dengan matriks lain (lignin dan hemiselulosa) dan memiliki reaktivitas rendah karena jumlah besar. Isolasi alfa selulosa yang umumnya terjadi adalah penggunaan bahan kimia yang tidak sedikit untuk proses penghilangan lignin. Jamur tiram yang merupakan jamur penghasil enzim ekstraseluler mampu mendegradasi lignin secara alami (Singh et al., 2013).

Proses biodelinifikasi akan berlangsung selama masa inkubasi jamur tiram dengan menggunakan TKKS sebagai substrat tumbuhnya. Selama 5 bulan (merupakan siklus pertumbuhan jamur tiram) akan didapatkan dua produk yaitu biomassa jamur tiram dan alfa selulosa dengan kemurnian yang cukup tinggi. TKKS yang telah mengalami pengomposan secara alami tergolong lebih lunak dan hancur sehingga proses isolasi alfa selulosa lebih mudah. Kandungan selulosa pada sisa baglog adalah 36,08%, hemiselulosa 16,11%, dan lignin 24,82%. Melalui proses biodelignifikasi maka alfa selulosa akan mudah diisolasi dan dapat meningkatkan kemurniannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengisolasi alfa selulosa dari sisa baglog jamur tiram. Alfa selulosa yang didapatkan dikarakterisasi dengan FTIR dan SEM.

BAHAN DAN METODE

TKKS yang digunakan sebagai media pertumbuhan jamur tiram (baglog) dalam penelitian ini didapat dari Perkebunan Kelapa Sawit PTPN VIII Kertajaya, Banten. Dalam proses isolasi alfa selulosa melewati tahap *bleaching* dan delignifikasi berdasarkan metode (Nisa & Putri, 2013) dengan modifikasi. Sebanyak 25 gram sisa baglog direndam dalam larutan alkohol : benzena 1: 2 v/v selama 24 jam. Kemudian dicuci menggunakan air sampai bersih dan dikeringkan. Setelah itu ditambahkan air 700 ml, NaOCl 7,5 gr, dan asam asetat 3 ml. Larutan diaduk pada suhu 60-80°C selama 1 jam. Sisa baglog yang mulai memutih disaring dan dicuci menggunakan alkohol sampai bersih. Kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 24 jam. Proses *bleaching* berakhir pada tahap ini.

Kemudian masuk ke tahap delignifikasi dengan ditambahkan NaOH 17,5 % sebanyak 300 ml pada suhu 20°C. Selulosa didiamkan selama 45 menit, kemudian dicuci menggunakan air aquades dan air panas sampai bersih lalu dikeringkan. Berikutnya ditambahkan NaOH 8,3% sebanyak 400 ml dan dicuci dengan 1 L air serta 10% asam asetat. Tahap terakhir adalah pencucian selulosa yang didapatkan menggunakan air panas hingga bebas asam. Selulosa hasil pencucian terakhir dioven dengan suhu 60°C selama 24 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Delignifikasi dan *Bleaching* Lignoselulosa TKKS Sisa Baglog

Penanaman jamur tiram pada limbah TKKS membantu dalam proses pelapukan TKKS. TKKS yang telah terkomposkan selama lima bulan dalam media pertumbuhan jamur tiram membuat struktur karakteristik fisik TKKS lebih lunak dan lebih mudah untuk didelignifikasi. Struktur lignin yang melindungi selulosa sudah mulai rusak secara alami. Lignin yang merupakan struktur kuat dan kokoh dalam TKKS telah digunakan oleh jamur tiram sebagai sumber karbon (karbohidrat) dan sumber hara lainnya (Andayanie, 2013) Dalam siklus hidupnya, jamur memerlukan mikronutrien seperti C, K, Ca, N, dan P dalam memenuhi kebutuhan nutrisinya (Piryadi, 2013) Kandungan nutrisi tersebut sebagian besar terdapat dalam TKKS. Aplikasi teknologi penanaman jamur tiram pada limbah TKKS memberikan keuntungan ganda, yaitu (1) dapat memperoleh biomassa jamur tiram yang merupakan salah satu jamur konsumsi dan (2) mendapatkan sisa baglog yang dapat diekstraksi selulosanya sebagai material terbarukan.

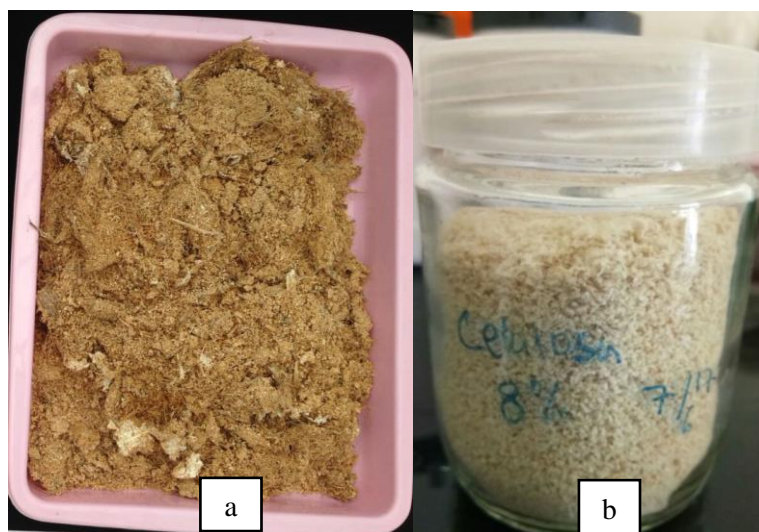
Lignoselulosa pada sisa baglog pertumbuhan jamur tiram yang mengandung TKKS memiliki kadar yang cukup tinggi. Kandungan selulosa sebesar 36,08%, hemiselulosa 16,11%, dan lignin 24,82% (Tabel 1). Kandungan lignoselulosa dalam TKKS bervariasi, tergantung sumber bahan baku,

varietas tanaman, dan pengolahan TKKS selama di pabrik. Rentang kandungan komponen lignoselulosa pada TKKS berkisar 32,7-65% selulosa, 17,1-33,5% hemiselulosa, dan 13,2-25,31 lignin (Shinoj et al. 2011). TKKS memiliki komposisi selulosa tertinggi daibandingkan sumber lignoselulosa yang lain yang ada di alam seperti: jerami padi (de Assis Castro et al. 2017); bagas tebu (Chadijah et al. 2018); fiber kenaf (Alavudeen et al. 2015). Memiliki kandungan selulosa yang tinggi membuat TKKS menjadi sumber bahan alam yang potensial untuk ekstraksi selulosa dan bahan turunan dari selulosa. Kandungan selulosa pada sisa baglog yang masih cukup tinggi yaitu sebesar 36,08 % (Tabel 1) akan melalui proses pulping sehingga didapat selulosa dengan kemurnian yang lebih tinggi.

Tabel 1. Komponen kandungan lignoselulosa sisa baglog

Komponen	Sebelum delignifikasi dan <i>bleaching</i> (%)	Setelah delignifikasi dan <i>bleaching</i> (%)
Selulosa	36,08	84,54
Hemiselulosa	16,11	14,85
Lignin	24,82	ttd

Proses *bleaching* pada sisa baglog menggunakan NaOCl_2 kan mengubah kandungan lignoselulosa. Dari kandungan selulosa awal 36,08% menjadi 84,54% dan hemiselulosa dari 16,11% menjadi 14,85%, dapat dilihat pada Tabel 1. Penambahan persentase selulosa disebabkan berkurangnya komponen yang lainnya seperti lignin dan hemiselulosa. Lignin telah terdegradasi secara kimiawi. NaOCl_2 merupakan oksidator yang kuat dan biasa digunakan secara komersial pada proses pulping di industri pul dan kertas, serta tekstile *bleaching* (Taylor et al., 1940). NaOCl_2 merusak struktur lignin dan hemiselulosa sebelum selulosa. Pada Gambar 1 dapat dilihat perbedaan sisa baglog yang mengandung TKKS (1a) dan selulosa yang telah didelignifikasi (1b).



Gambar 1. Sisa baglog yang mengandung TKKS (a) dan selulosa dengan kemurnian 84,54% (b)

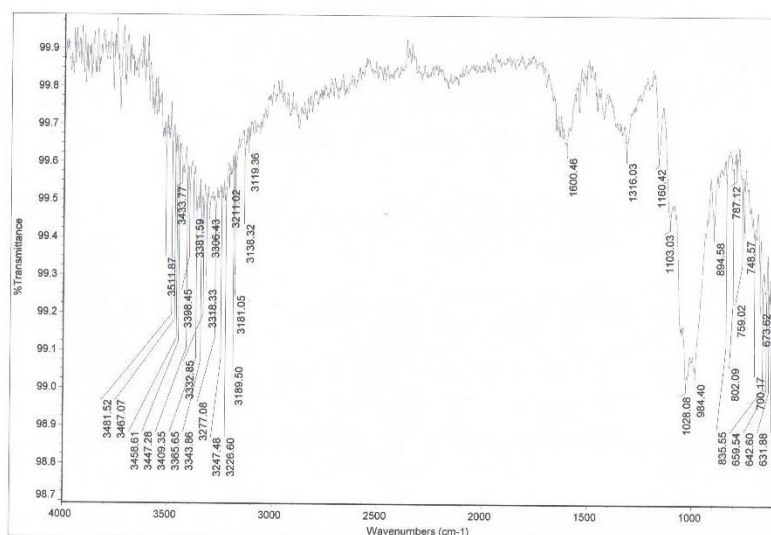
Proses pulping membuat kandungan selulosa bertambah menjadi 84,54%, hemiselulosa 14,85%, dan lignin tidak terdeteksi. Lignin berkurang secara signifikan melalui proses pulping menggunakan NaOH 17,5% dan *bleaching* dengan NaOCl_2 . Lignin larut dalam larutan basa kuat seperti NaOH , suhu yang tinggi, dan tekanan yang tinggi. Namun, disisi lain selulosa dan hemiselulosa lebih stabil pada larutan basa kuat. Sodium hidroksida juga telah dilaporkan sebagai chemical yang baik untuk melarutkan TKKS dibandingkan larutan kimia lainnya (Naseeruddin et al. 2013). Menggunakan basa kuat dalam proses pulping merupakan metode paling banyak digunakan untuk saat ini untuk proses delignifikasi pada industri pulp dan kertas (Zhao et al. 2011).

Karakterisasi TKKS Sisa Baglog

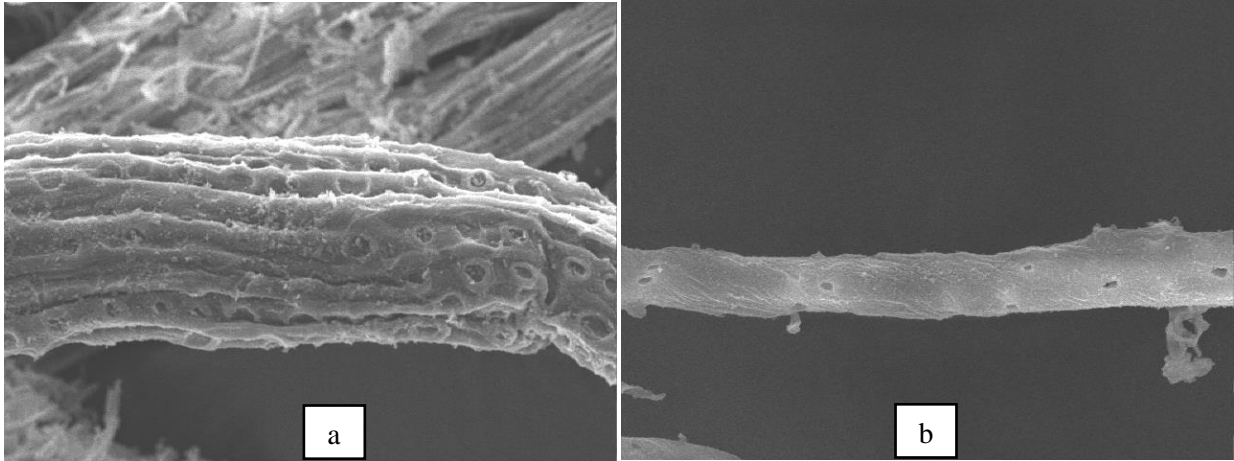
Perubahan gugus fungsional pada sisa baglog yang mengandung TKKS dikarakterisasi menggunakan FTIR dan SEM. Analisa gugus fungsional berdasarkan hasil FTIR (Gambar 2) menunjukkan bahwa masih terdapat banyak pengotor pada puncak-puncak gugus fungsional yang terbaca oleh FTIR. Hal tersebut menandakan sisa baglog masih mengandung banyak senyawa pengotor, yang seharusnya hilang setelah proses delignifikasi dan *bleaching*. Tabel 4 oleh Moran et al. (2008) menunjukkan pita absorpsi gugus fungsional selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Pada Gambar 2 terdapat *peak* 1600,48 cm^{-1} yang menunjukkan selulosa dalam bentuk fiber-OH dan juga banyak *peak* 3119-3400 cm^{-1} yang merupakan puncak dari lignin, hemiselulosa dalam bentuk -OH.

Tabel 2. Pita absorpsi untuk gugus fungsional selulosa, hemiselulosa, dan lignin

Komponen fiber/ <i>Fiber Component</i>	Panjang gelombang (cm^{-1})/ <i>Wave number (cm^{-1})</i>	Gugus fungsional/ <i>Functional group</i>	Ikatan/ <i>Compounds</i>
Selulosa <i>Cellulose</i>	4000-2995	OH	Acid, methanol
	2890	H-C-H	Alkyl, aliphatic
	1780	C=O	Carboxylic Acid/ester
	1640	Fiber-OH	Adsorbed water
Hemiselulosa <i>Hemicellulose</i>	4000-2995	OH	Acid, methanol
	2890	H-C-H	Alkyl, aliphatic
	1765-1715	C=O	Ketone and carbonyl
Lignin <i>Lignin</i>	4000-2995	OH	Acid, methanol
	2890	H-C-H	Alkyl, aliphatic
	1730-1700		Aromatic
	1632	C=C	Benzene
	1613-1450	C=C	Stretching ring Aromatic skeletal mode



Gambar 2. Hasil analisis gugus fungsi sisa baglog



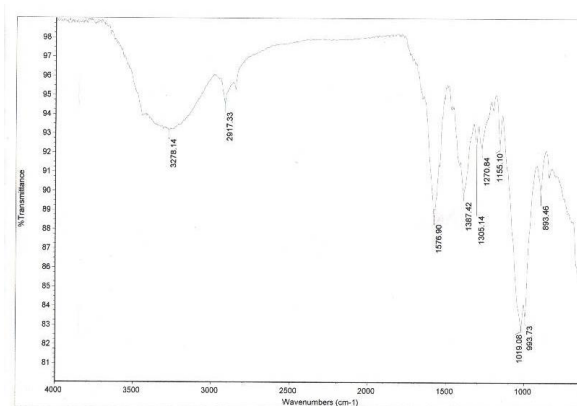
Gambar 3. Hasil analisis SEM pada sisa baglog yang mengandung TKKS yang telah didelignifikasi (a) perbesaran 2000x dan (b) perbesaran 500x

Berdasarkan hasil analisa SEM menunjukkan bahwa lubang-lubang yang terdapat pada serat selulosa merupakan lignin yang telah terdegradasi. Lignin merupakan komponen penyusun utama dari dinding sel tanaman yang berikatan erat dengan selulosa dan hemiselulosa. Lignin seperti tonjolan yang terdapat pada serat selulosa sudah tidak ada lagi setelah proses delignifikasi dan *bleaching* (Harianja & Nora, 2015). Hal tersebut membuktikan proses delignifikasi berjalan efektif.

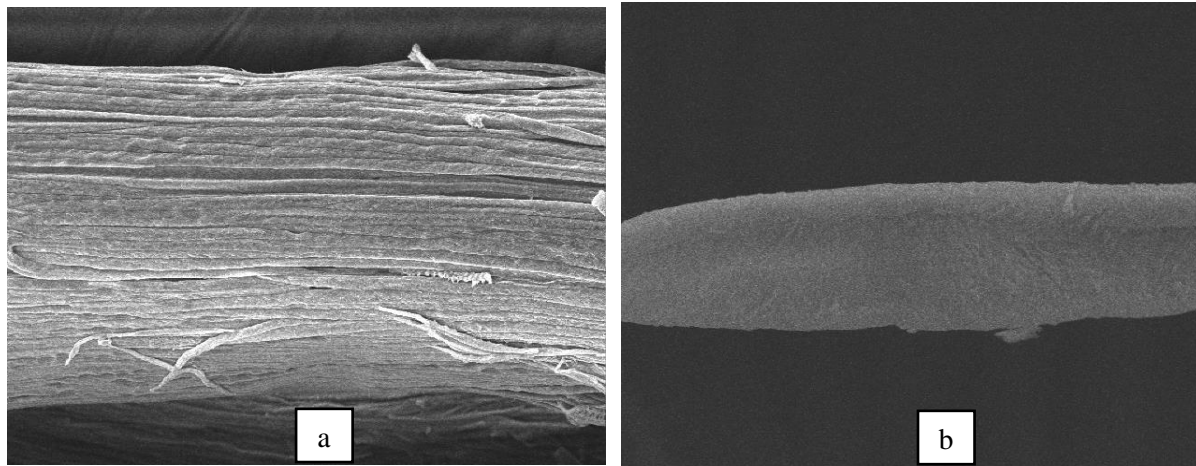
Karakterisasi Alfa Selulosa dari Sisa Baglog

Sisa baglog yang telah melalui proses *bleaching* dan delignifikasi memiliki kandungan alfa selulosa yang tinggi dibandingkan sebelumnya. Selulosa terbagi dalam tiga jenis, yaitu alfa selulosa, beta selulosa, dan gamma selulosa. Alfa selulosa merupakan selulosa tanaman yang tidak dapat larut dalam NaOH 17,5% pada suhu 20°C. Beta selulosa adalah fraksi selulosa yang terlarut dalam NaOH 17,5%, namun terpresipitasi ketika diasamkan. Umumnya beta selulosa tidak terdapat dalam kayu, namun merupakan bentuk turunan dari produk alfa selulosa selama proses pulping (Zhu & Pan, 2010). Gamma selulosa adalah fraksi yang larut dalam alkali dengan kepekatan 17,5% dan tidak terpresipitasi melalui netralisasi. Dalam istilah proses pulping dari kayu secara proses kimia, alfa selulosa mengindikasikan jumlah dari normal selulosa, beta selulosa menunjukkan ukuran alfa cellulose yang terdegradasi, dan gamma selulosa mengindikasikan jumlah hemiselulosa.

Berdasarkan hasil analisa FTIR (Gambar 4) menunjukkan bahwa selulosa sisa baglog sudah hilang dari pengotor-pengotor yang tidak diperlukan. Hal ini terbukti dari *peak-peak* yang terbaca pada hasil FTIR tidak sebanyak *peak* pada sisa baglog. *Peak* pada 1576,90 cm⁻¹ menunjukkan selulosa dalam bentuk gugus fungsi fiber-OH, kemudian *peak* 2917,33 cm⁻¹ dan 3278,14 cm⁻¹ menunjukkan gugus fungsi selulosa dalam bentuk OH dan H-C-H.



Gambar 4. Hasil analisis gugus fungsi selulosa yang diekstraksi dari sisa baglog



Gambar 5. Hasil analisis SEM pada sisa baglog yang mengandung TKKS yang telah didelignifikasi (a) perbesaran 200x dan (b) perbesaran 1500x

Berdasarkan hasil analisa menggunakan SEM (Gambar 5) dapat dilihat bahwa struktur selulosa memiliki permukaan yang halus. Pada Gambar 5a terlihat bahwa lembaran serat selulosa tertata rapi dan sudah tidak nampak lagi tonjolan-tonjolan pada permukannya, yang artinya lignin sudah terdegradasi pada selulosa tersebut. Selulosa inilah yang dapat diproses lebih lanjut menjadi material maju yang memiliki nilai jual yang tinggi. Seperti *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dan *Crystalline Nanocellulose* (CNC). Penelitian ini prospektif untuk dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Sdri Yusdiana Putri Maulidya dan Ibu Ida Farida atas sumbangsuhnya dalam penelitian ini. Bpk Suharyanto atas dukungannya dan arahnya pada penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Juga kepada Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) tahun 2016 No: PRJ 40/DPKS/2016 yang telah mendanai penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan lancar sesuai output yang dijanjikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alavudeen, A., Rajini, N., Karthikeyan, S., Thiruchitrambalam, M., & Venkateshwari, N. (2015). Mechanical properties of banana/kenaf fiber-reinforced hybrid polyester composites: Effect of woven fabric and random orientation. *Materials & Design (1980-2015)*, *66*, 246-257.
- Andayanie, W. R. (2013). Penambahan Em4 Dan Lama Pengomposan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Tiram Putih. *Pleurotus florida*, *jurnal Agri-tek*, *14*, 33-41.
- Asad, M., Saba, N., Asiri, A. M., Jawaid, M., Indarti, E., & Wanrosli, W. D. (2018). Preparation and characterization of nanocomposite films from oil palm pulp nanocellulose/poly (Vinyl alcohol) by casting method. *Carbohydrate polymers*, *191*, 103-111.
- Bari, E., Nazarnezhad, N., Kazemi, S. M., Ghanbary, M. A. T., Mohebbi, B., Schmidt, O., & Clausen, C. A. (2015). Comparison between degradation capabilities of the white rot fungi *Pleurotus ostreatus* and *Trametes versicolor* in beech wood. *International Biodeterioration & Biodegradation*, *104*, 231-237.
- Chadjah, S., Rustiah, W. O., & Munir, M. I. D. (2018, March). Determination of the optimum concentration cellulose baggase in making film bioplastic. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 979, No. 1, p. 012026). IOP Publishing.
- De Assis Castro, R. C., Fonseca, B. G., dos Santos, H. T. L., Ferreira, I. S., Mussatto, S. I., & Roberto, I. C. (2017). Alkaline deacetylation as a strategy to improve sugars recovery and ethanol production from rice straw hemicellulose and cellulose. *Industrial Crops and Products*, *106*, 65-73.

- Dimawarnita, F., & Perwitasari, U. (2017). Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Produksi Jamur Tiram (*Pleurotus* sp.) dan Enzim Ligninase. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 1(2), 100-108.
- Dirjenbun, 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia: Kelapa sawit 2014-2015*, Available at: [http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcepuk/gambar/file/statistik/2016/SAWIT 2014-2016.pdf](http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcepuk/gambar/file/statistik/2016/SAWIT%202014-2016.pdf).
- Duangwang, S., Ruengpeerakul, T., Cheirsilp, B., Yamsaengsung, R., & Sangwichien, C. (2016). Pilot-scale steam explosion for xylose production from oil palm empty fruit bunches and the use of xylose for ethanol production. *Bioresource technology*, 203, 252-258.
- Fahma, F., Iwamoto, S., Hori, N., Iwata, T., & Takemura, A. (2010). Isolation, preparation, and characterization of nanofibers from oil palm empty-fruit-bunch (OPEFB). *Cellulose*, 17(5), 977-985.
- Harianja JW & Nora IR (2015). Optimasi jenis dan konsentrasi asam pada hidrolisis selulosa dalam tongkol jagung. *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 4(4), 66-71.
- Huang, Y. B., & Fu, Y. (2013). Hydrolysis of cellulose to glucose by solid acid catalysts. *Green Chemistry*, 15(5), 1095-1111.
- Isroi, Mofoluwake, I. & Taherzadeh, M.J., 2014. Effect of fungal and phosphoric acid pretreatment on ethanol production from oil palm empty fruit bunches (OPEFB). *Bioresource Technology*.
- Lalia, B. S., Samad, Y. A., & Hashaikeh, R. (2013). Nanocrystalline cellulose-reinforced composite mats for lithium-ion batteries: electrochemical and thermomechanical performance. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 17(3), 575-581.
- Mok, C. F., Ching, Y. C., Muhamad, F., Abu Osman, N. A., & Singh, R. (2017). Poly (vinyl alcohol)- α -chitin composites reinforced by oil palm empty fruit bunch fiber-derived nanocellulose. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, 22(4), 294-304.
- Naseeruddin, S., Yadav, K. S., Sateesh, L., Manikyam, A., Desai, S., & Rao, L. V. (2013). Selection of the best chemical pretreatment for lignocellulosic substrate *Prosopis juliflora*. *Bioresource Technology*, 136, 542-549.
- Nisa, D & Putri, WDR. (2014). Pemanfaatan selulosa dari kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai bahan baku pembuatan CMC (Carboxymethyl Cellulose). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(3), 34-42.
- Piryadi, T. U. (2013). *Bisnis Jamur Tiram: Investasi Sekali, Untung Berkali-Kali*. AgroMedia.
- Razak, N. W. A., & Kalam, A. (2012). Effect of OPEFB size on the mechanical properties and water absorption behaviour of OPEFB/PPnanoclay/PP hybrid composites. *Procedia Engineering*, 41, 1593-1599.
- Shen, L., Worrell, E., & Patel, M. (2010). Present and future development in plastics from biomass. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining: Innovation for a sustainable economy*, 4(1), 25-40.
- Shinoj, S., Visvanathan, R., Panigrahi, S., & Kochubabu, M. (2011). Oil palm fiber (OPF) and its composites: A review. *Industrial Crops and products*, 33(1), 7-22.
- Singh, M. P., Vishwakarma, S. K., & Srivastava, A. K. (2013). Bioremediation of direct blue 14 and extracellular ligninolytic enzyme production by white rot fungi: *Pleurotus* spp. *BioMed research international*, 2013.
- Singhania, R. R., Patel, A. K., Sukumaran, R. K., Larroche, C., & Pandey, A. (2013). Role and significance of beta-glucosidases in the hydrolysis of cellulose for bioethanol production. *Bioresource technology*, 127, 500-507.
- Taylor, M.C. *et al.*, 1940. Sodium Hypochlorite Properties and Reactions. *Ind. Eng. Chem.*, 32(7), pp.899-903.
- Zhao, X., Wu, R., & Liu, D. (2011). Production of pulp, ethanol and lignin from sugarcane bagasse by alkali-peracetic acid delignification. *Biomass and bioenergy*, 35(7), 2874-2882.
- Zhu, J. Y., & Pan, X. J. (2010). Woody biomass pretreatment for cellulosic ethanol production: technology and energy consumption evaluation. *Bioresource technology*, 101(13), 4992-5002.

KERAGAAN PERTUMBUHAN DAN HASIL KACANG TANAH VARIETAS LOKAL (JAWA TIMUR DAN SULAWESI SELATAN)

M. Sabda, Try Zulchi, Nurwita Dewi ¹

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 3A Bogor. 02518337975
e-mail: sabdanajah@gmail.com, tryzulchi@yahoo.co.id

Abstrak. Kacang tanah lokal mempunyai potensi dikembangkan dalam mendukung produksi lokal maupun nasional. Upaya produksi kacang tanah dapat dikembangkan dengan mengetahui karakter potensi hasil biji dari tanaman tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan hasil kacang tanah varietas lokal asal Jawa Timur dan Sulawesi Selatan. Sebanyak 13 aksesi kacang tanah asal Jawa Timur dan 10 aksesi dari Sulawesi Selatan diamati pertumbuhan tanaman, bobot polong dan biji kacang tanah. Pertumbuhan dan hasil tanaman dari kedua varietas lokal tersebut memiliki hasil yang hampir sama. Keragaman jumlah polong, berat polong per tanaman, dan berat polong per m² mempunyai keragaman yang cukup besar. Keragaan bobot biji kacang tanah berkisar antara 0.35 – 0.62 g asal Jatim dan 0.38 – 0.64 g asal Sulsel. Bobot polong per polong mempunyai kisaran bobot antara 1.08 sampai 3.5 g (Jatim) dan 0.94 sampai 2.24 g (Sulsel). Hasil bobot polong diatas 100 g per m² asal Jatim yaitu Mlg 7583, Mlg 7544, Mlg 7546, Mlg 7548, Mlg 7549, Mlg 7641, sedangkan asal Sulsel yaitu Lokal Sulsel A, Kacang Allu, dan Sonay. Pada bobot biji yang terberat terdapat pada MLG 7548 asal Jatim, dan Sonay asal Sulsel, sedangkan bobot biji terkecil yaitu Mlg 7639 (Jatim), dan Padaelo (Sulsel). Bobot polong dan biji besar dapat dikembangkan pada produksi biji skala industri sedangkan biji yang kecil dikembangkan dalam produk makanan olahan.

Kata kunci: biji, keragaman, luas daun, morfologi, polong, produksi

PENDAHULUAN

Produksi kacang tanah di Indonesia mampu mencapai produksi biji 605.449 ton dengan luasan lahan tanam 454.349 ha pada tahun 2015, diantaranya 19.000 ton biji kacang tanah berasal dari Sulawesi Selatan ditanam seluas 19.203 ha dan 191 579 ton biji berasal dari Jawa Timur ditanam 139544 ha (BPS, 2016). Beberapa tahun sebelumnya, produksi dan luas lahan kacang tanah telah mengalami penurunan yang cukup besar. Hal ini disebabkan kurang tersebar informasi varietas unggul dan ketersediaan benih, rendahnya multiplikasi benih, besarnya kebutuhan benih, rendahnya penggunaan benih berkualitas dan pengelolaan tanaman (Kasno dan Harnowo, 2014). Hasil produksi kacang tanah masih berada sekitar 1 ton/ha biji kering. Benih dengan mutu genetik dan mutu fisiologis yang tinggi dapat dihasilkan dari pertanaman di lingkungan yang tepat (Purnomo et al., 2013).

Kacang tanah ditanam di sebagian besar Pulau Jawa (75%), dan selebihnya tersebar di Sumatera (6%), Sulawesi (5%), dan (14%) di Nusa Tenggara, Bali, dan Kalimantan (Kasno dan Harnowo, 2014). Penggunaan varietas lokal di tingkat petani masih tinggi terutama di daerah Jawa Timur (71%), Jawa Tengah (73%), dan Jawa Barat (64%) (Trustinah, 2009, Kasno & Harnowo, 2014). Kacang tanah memiliki kandungan lemak, protein, zat besi, vitamin E dan kalsium, vitamin B kompleks dan fosforus, vitamin A dan K, lesitin, kolin dan kalsium (Rahmiana dan Ginting, 2012, Respati et al., 2014). Sebagai bahan industri, biji kacang tanah dapat digunakan pembuatan margarin, selai, minyak goreng nabati, sabun, krim, sampo, dan bahan kosmetik lain serta sebagai bahan baku industri energi (Rahmiana & Ginting, 2012).

Pemanfaatan biji kacang tanah digunakan sebagai bahan industri makanan sebesar 70 ribu ton, bibit 41 ribu ton, yang tercecer 21 ribu ton, dan sisanya 692 ribu ton untuk bahan makanan pada tahun 2013 (Respati et al., 2014). Upaya mengurangi biji yang tercecer atau kerusakan biji melalui jarak distribusi yang pendek seperti areal pertanaman kacang tanah yang dekat dengan perusahaan pengolahan makanan. Penyediaan bibit unggul dapat dilakukan dengan memanfaatkan plasma nutfah tanaman lokal yang sudah memiliki adaptasi spesifik wilayah (Kusmiadi et al., 2018).

Dalam memenuhi kebutuhan dan pengembangan kacang tanah spesifik lokasi memerlukan bahan materi varietas lokal setempat atau plasma nutfah (Kasno dan Harnowo, 2014). Keberhasilan perakitan varietas ditentukan oleh adanya ketersediaan sumber gen dari koleksi plasma nutfah (Mejaya et al., 2010). Dalam menyiapkan kebutuhan ini memerlukan kegiatan karakterisasi dari bahan materi tersebut. Secara komprehensif, pengembangan kacang tanah dapat diperoleh dengan mengkarakterisasi dan menseleksi sifat morfologi dan biokimia maupun genetik tanaman tersebut yang sesuai dengan lokasi setempat Karakterisasi morfoagro dapat dilakukan dengan mudah dan cepat dalam menduga keragaman genetik antar individu atau populasi (Engels and Visser, 2003, Garba et al., 2015, Silue et al., 2016), dan pendugaan keragaman genetik dan studi korelasi antara sifat morfo-agro (Holbrook and Stalker, 2003, Upadhyaya et al., 2006). Jarak antar kelompok (klaster) dalam nilai yang besar menunjukkan bahwa keragaman yang lebih luas berada diantara kelompok (Zaman et al., 2010), pengaruh genotipe telah mempengaruhi komponen hasil biji secara nyata (Upadhyaya et al., 2006, Sardar et al., 2017). Komponen hasil ini meliputi karakter bobot polong, bobot 100 biji dan hasil biji per luasan. Karakter-karakter ini dapat digunakan untuk menentukan hasil produksi kacang tanah (Sadeghi et al., 2011, Upadhyaya et al., 2012). Penampilan morfologi tanaman lebih dipengaruhi oleh genotipe, lingkungan dan interaksi keduanya Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah varietas lokal.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Cikeumeuh Bogor pada bulan Agustus sampai Nopember tahun 2016. Sejumlah 13 aksesi kacang tanah asal Jawa Timur dan 10 aksesi dari Sulawesi Selatan berasal dari koleksi Bank Gen Balitbangtan di Balai Besar Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen). Plasma nutfah kacang tanah tersebut ditanam dalam petak percobaan yang berukuran 1.2 x 3 m dengan satu biji/lubang, jarak tanam antar baris 40 cm dan jarak antar tanaman 15 cm. Umur 7 hari setelah tanam, pemupukan diberikan dengan dosis 50 kg urea, 100 kg SP36, dan 50 kg KCl per hektar secara larikan. Penambahan unsur hara kalsium (Ca/dolosit) 300 kg/ha diberikan 20 – 25 hari setelah tanam dengan cara disebar. Setelah 3- 6 minggu setelah tanam dilakukan penyiangan gulma. Penyemprotan hama dan penyakit (bahan aktif Carbofuran, Dichlorfos, Phasophamidon, dan Metiltiofanat) dilakukan pada umur 25, 35, 45 dan 60 hari atau interval penyemprotan 7-10 hari (Purnomo, 2013).

Pengamatan karakter tanaman kacang tanah diamati tinggi tanaman, jumlah cabang, 50% waktu berbunga, jumlah polong isi, berat polong per m², dan penduga luas daun. Pengamatan karakter tanaman ditentukan berdasarkan *Descriptors for groundnut IBPGR* (IBPGR, 1992). Berdasar ukuran biji atau bobot 100 biji, kacang tanah dapat diklasifikasikan ke dalam 3 golongan yaitu kacang tanah biji kecil (<40 g/ 100 biji), kacang tanah biji sedang (40 – 55 g/ 100 biji), dan kacang tanah biji besar (>55 g/100 biji). Pengukuran luas daun dengan metode mengukur panjang dan lebar helaian daun kelima dari bawah sebelah kiri atau kanan. Penduga luas daun dengan menggunakan peubah $Y = 4,1553 (PxL)^{0,94}$ (Sutoro, 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh sifat tanaman kacang tanah varietas lokal asal Jawa Timur (Jatim) dan Sulawesi Selatan (Sulsel) memiliki keragaman kuantitatif pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Secara statistik deskriptif, karakter pertumbuhan tanaman kacang tanah memiliki nilai keragaman yang cukup berbeda antar 2 lokasi kecuali jumlah cabang, 50% hari berbunga, dan pendugaan luas daun. Karakter tinggi tanaman varietas lokal asal Jatim memiliki rata-rata tumbuh yang tinggi dibandingkan asal Sulsel, sedangkan jumlah polong asal Sulsel memiliki rata-rata hasil yang lebih tinggi dibandingkan varietas lokal asal Jatim (Tabel 1). Ketiga karakter tanaman tersebut dipengaruhi oleh lingkungan terutama temperatur. Temperatur yang optimum bagi tanaman kacang tanah dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu antara 28 – 30 °C (Prasad et al., 2011).

Nilai koefisien keragaman (KK) pada sifat pertumbuhan tanaman mempunyai nilai KK yang kecil dibawah 10% kecuali sifat jumlah polong isi. Namun ada terdapat selisih yang rendah terhadap nilai keragaman sifat tinggi tanaman varietas lokal asal Sulsel sebesar 9.34% sedangkan asal Jatim bernilai 14.1%. Pada sifat jumlah polong isi memiliki nilai keragaman yang tinggi dari kedua asal

lokasi tersebut. Karakter jumlah polong isi terhadap asal lokasi memiliki keragaman hasil yang tinggi yaitu asal Sulawesi Selatan sebesar 66.4% dan Jawa Timur sebesar 44.7%. Kacang Allu dan Sonay (Sulsel) mempunyai jumlah polong 12 dan 16 buah, sedangkan Mlg 7579 dan Mlg 7641 (Jatim) dengan jumlah polong 13 dan 10 buah. Hal ini terlihat jumlah polong isi varietas lokal asal Sulsel memiliki keragamannya lebih tinggi dibandingkan asal Jatim. Oleh karena itu keragaman jumlah polong isi kacang tanah dapat dipengaruhi oleh genotype dan lingkungan. Kisaran nilai yang beragam lebih mencerminkan tingkat keragaman fenotipe dari masing-masing genotype tanaman tersebut. Karakter /penampilan morfologi tanaman lebih dipengaruhi oleh genotype, lingkungan dan interaksi genotype dengan lingkungan (Upadhyaya *et al.*, 2006, Sardar *et al.*, 2017).

Tabel 1. Karakter pertumbuhan tanaman kacang tanah asal Jawa Timur dan Sulawesi Selatan

Parameter	Jawa Timur			Sulawesi Selatan		
	Kisaran	Rerata	SD	Kisaran	Rerata	SD
Tinggi tanaman	40.4 – 50.8	44.48	3.51	35.4 – 48.8	41.34	3.86
Jumlah cabang	4 – 5	4.15	0.38	4 – 5	4.20	0.42
50% berbunga (hari)	26 – 32	27.69	2.06	26 – 32	28.40	2.22
Jumlah polong isi	3 – 13	6.36	2.84	2 – 16	6.70	4.45
Penduga Luas daun (mm ²)	25.795-53.613	38.553	8.25	26.487-50.610	34.602	7.52

Keragaman karakter polong dan biji kacang tanah varietas lokal asal Jatim dan Sulsel memiliki nilai koefisien ragam yang relatif kecil kecuali pada sifat jumlah biji dan berat polong kacang tanah per m². Semua karakter polong dan biji varietas lokal kacang tanah asal Sulsel dan Jatim mempunyai nilai rata-rata yang hampir sama kecuali jumlah biji dan berat polong. Berat biji per tanaman, jumlah biji, dan berat 100 biji asal varietas lokal Sulsel memiliki rata-rata berat yang besar dibandingkan asal Jatim, sedangkan varietas lokal Jatim memiliki berat polong lebih berat daripada asal Sulsel. Nilai KK sifat berat biji, jumlah biji, dan berat 100 biji memiliki nilai dibawah 30%, sedangkan berat polong bernilai diatas 30%. Ketiga sifat tersebut dari varietas lokal Sulsel mempunyai nilai keragaman yang lebih tinggi dibandingkan asal Jatim, namun jumlah biji asal lokal Sulsel memiliki keragaman 26.64% dan Jatim 13.35%. Karakter-karakter dengan kontribusi nyata merupakan karakter yang dapat dimanfaatkan sebagai karakter kunci pembeda antar aksesori kacang Bambara (Wicaksana *et al.*, 2013).

Sifat berat polong per tanaman dan per luasan m² asal Jatim memiliki nilai keragaman yang lebih tinggi. Berat polong per tanaman pada varietas lokal asal Jatim mempunyai nilai keragaman 33.66% dan 25.14% asal Sulsel. Berat polong per luasan m² memperoleh keragaman mencapai 42.69% (Jatim) dan 35.01% (Sulsel). Hasil produksi polong kacang tanah ditentukan oleh jumlah dan berat polong, periode berbunga dan pengisian polong (Purnomo *et al.*, 2013), besarnya translokasi fotosintat ke polong, dan laju pertumbuhan tanaman selama pengisian polong hingga panen (Pakhamas *et al.*, 2008).

Tabel 2. Keragaan polong dan biji kacang tanah asal Jawa Timur dan Sulawesi Selatan

Parameter	Jawa Timur			Sulawesi Selatan		
	Kisaran	Rerata	SD	Kisaran	Rerata	SD
Berat biji per tanaman	0.35 - 0.62	0.47	0.08	0.38 - 0.64	0.50	0.09
Berat polong per tanaman	1.08 - 3.5	1.97	0.66	0.94 - 2.24	1.69	0.42
Jumlah biji per 10 polong	20 - 30	20.77	2.77	20 – 37	26.50	7.06
Berat 100 biji	28 - 49.6	37.91	6.32	30.4 - 51.2	40.35	7.25
Berat polong per m ²	25.4-151.87	96.77	41.31	42.8 - 127.6	83.44	29.21

Berat 100 biji pada kedua varietas lokal ini mempunyai kisaran berat antara 28 hingga 51.2 g sehingga kedua varietas lokal ini dapat digolongkan dalam ukuran biji kecil hingga sedang. Kacang tanah varietas lokal yang mempunyai ukuran biji kecil yaitu Mlg 7638 (Jatim) dan Padaelo (Sulsel), sedangkan ukuran biji besar yaitu Mlg 7548 (Jatim), dan Sonay (Sulsel). Varietas lokal kacang tanah

yang termasuk biji sedang antara lain Mlg 7544, Mlg 7546, Mlg 7548 (Jatim), dan Lokal Sulsel A, Sinjai, Lokal Sulsel B, dan Sonay (Sulsel).

Pada sifat kualitatif kacang tanah varietas lokal Jatim dan Sulsel memiliki keseragaman warna kulit ari biji dan bunga. Kedua varietas lokal itu mempunyai warna kulit ari biji yaitu rose, dan warna bunga kuning kemerahan. Karakter polong yang teramati pada sifat bentuk paruh dari kedua varietas lokal ini mempunyai sifat sedikit berparuh, sedang, hingga berparuh jelas. Bentuk pinggang yang teramati dari sifat tanpa pinggang hingga sedikit berpinggang pada kedua varietas lokal. Pada karakter lukisan jaringan kulit polong memiliki sifat agak kasar hingga kasar (Tabel 3).

Tabel 3. Sifat kualitatif polong dan biji kacang tanah varietas lokal asal Jatim dan Sulsel

No.	Karakter	Jumlah	Contoh
1	Bentuk paruh		
	Tidak berparuh	1	Mlg 7579
	Sedikit berparuh	9	Mlg 7531, Mlg 7583, Mlg 7552 (Jatim)
		7	Kacang Allu, Sinjay, Lambuya (Sulsel)
	Berparuh	1	Padaelo (Sulsel)
	Paruh jelas	0	-
2	Bentuk pinggang		
	Tidak berpinggang	2	Mlg 7583, Mlg 7641(Jatim), Kacang Allu, Lanbau, Lokal Bulu
		4	Kumpa (Sulsel).
	Agak berpinggang	10	Mlg 7531, Mlg 7528, Mlg 7546 (Jatim)
		5	Lokal Sulsel A, Sulsel B, Lambuya, Sonay (Sulsel)
	Berpinggang	1	Mlg 7544 (Jatim)
		1	Sinjai (Sulsel)
	Jelas	0	-
3	Jaringan kulit polong		
	Halus	0	-
	Agak kasar	12	Mlg 7579, Mlg 7639, Mlg 7540 (Jatim)
		6	Sonay, Mutaha, Padaelo, Sinjay (Sulsel)
	Kasar	1	Mlg 7641 (Jatim)
		4	Kacang Allu, Lanbau, Bulu Kumpa, Lambuya (Sulsel)

Adanya perbedaan pertumbuhan dan perkembangan varietas lokal kacang tanah asal Jatim dan Sulsel telah memiliki karakteristik pertumbuhan yang spesifik sehingga antar varietas lokal akan memunculkan fenotip dan genotip tanaman yang berbeda (Acquaah, 2007; Garba et al., 2015). Dengan karakter aksesi yang baik dapat dikembangkan dengan karakter hasil panen tinggi dibandingkan aksesi yang lainnya (Wicaksana et al., 2013). Hasil pengamatan berat polong per tanaman kacang tanah varietas lokal mempunyai keragaman yang cukup besar yaitu 44.66% (Jatim) dan 66.44% (Sulsel), dan berat polong per luasan m² memperoleh keragaman 42.69% (Jatim) dan 35.01% (Sulsel). Terdapat 8 aksesi yang mempunyai bobot polong lebih dari 100 g/m² yaitu Kacang Allu, Lokal Sulsel A, dan Sonay (Sulsel), dan Mlg 7548, Mlg 7549, Mlg 7544, Mlg 7641, dan Mlg 7583 (Jatim). Varietas lokal Jatim dan Sulsel dengan bobot polong dibawah 40 g/m² yaitu Mlg 7639, Mlg 7552 (Jatim) dan Kacang Lanbau, Bulu Kumpa (Sulsel).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih pada semua pihak yang banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian maupun memberikan saran terhadap makalah ini. Penelitian ini telah dibiayai dari dana APBN melalui BB Biogen tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah. G. (2007). *Principles of plant genetics and breeding*. Blackwell Publishing. USA, UK, Australia. 569 p.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2016). Luas panen dan produksi kacang tanah menurut propinsi. BPS. Jakarta. <https://www.bps.go.id/dynamicictable/2015/09/09/873/luas-panen-kacang-tanah-menurut-provinsi-ha-1993-2015.html>

- Engels J.M.M and L. Visser. (2003). *A guide to effective of management on germplasm collection*. IPGRI handbooks for genebanks No. 6. IPGRI, Rome, Italy. 172 p.
- Garba, N.M.I, Y.Bakasso, M. Zaman-Allah, S. Atta, M.I. Mamane, M. Adamou, F. Hamidou, S.S. Idi, A. Mahamane, and M. Saadou. (2015). Evaluation of agro-morphological diversity of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in Nigeria Africa. *J. Agric. Res.* 10 (5): 334-344. <http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/5FC08DB49849>
- Holbrook, C.C. and H.T. Stalker. (2003). Peanut breeding and genetic resources. *Plant Breeding Reviews* 22:297–356.
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). (1992). *Descriptors for Groundnut*. IBPGR. Rome. <http://indoplasma.or.id/deskriptor/IPGRI/deskriptor%20kacang%20tanah.pdf>
- Kasno, A dan D. Harnowo. (2014). Karakteristik Varietas Unggul Kacang Tanah dan Adopsinya oleh Petani. *Iptek tanaman pangan* Vol 9 no 1. <http://pangan.litbang.pertanian.go.id/files/02-Iptek012014-Astanto.pdf>
- Kusmiadi, R, G. I. Prayoga, F. Apendi, dan Alfiansyah. 2018. Karakterisasi Plasma Nutfah Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Lokal Asal Bangka Berdasarkan Karakter Morfologi. *Agrosainstek* 2 (2):61-66. <http://agrosainstek.ubb.ac.id/index.php/agrosainstek/article/view/25/22>
- Mejaya, I.M, A. Krisnawati, dan H. Kuswantoro. (2010). Identifikasi plasma nutfah kedelai berumur genjah dan berdaya hasil tinggi. *Bulletin Plasma Nutfah* 16 (2): 113-117.
- Pakhamas, N, A. Patanotai, S. Jogloy, K. Pannangpetch, and Hoogenboom. (2008). Physiological determinants for pod yield of peanut line. *Crop. Sci.* 48: 2351-2360.
- Prasad, P.V.V, V.G. Kakani, and H.D. Upadhyaya. 2011. Growth and production of groundnut. http://oar.icrisat.org/5776/1/UNESCO_encylopedia_Growth_2010.pdf
- Purnomo, J, N. Nugrahaeni, T. Sundari, dan D. Harnowo. (2013). Petunjuk teknis teknologi produksi benih kacang tanah. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang. 22 hal.
- Rahmiana, A.A dan E. Ginting, (2012). Kacang tanah lemak rendah. *Mingguan Sinar Tani*, Edisi 21-27 Maret Nomor 3449 Tahun XLII, Hal. 9-11.
- Respati, E, L. Hasanah, S. Wahyuningsih, Sehusman, M. Manurung, Y Supriyati, dan Rinawati. (2014). Kacang tanah. *Buletin Konsumsi Pangan Pusdatin (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian)*. Vol 5(4):9-19. http://pusdatin.setjen.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/Buletin_Konsumsi_TW4_2014.pdf
- Sardar, S.S, K. Pradhan and B. S. Behera. 2017. Divergence study in groundnut breeding lines. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. vol 6(5): 1961-1965. <http://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue5/PartAC/6-5-409-825.pdf>
- Sadeghi, S.M, F. Javid, and S.A.N. Niyaki. (2011). Assessment of genetic diversity in peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes using quantitative traits by cluster analysis method. *Res. J. Biol. Sci.* 6(7):293-297.
- Silue S, Diarrassouba N, Fofana IJ, Traoure S, Dago D.N, and Kouakou B. (2016). Clustering analysis of several peanut varieties by pre and post-harvest and biochemistry parameters. *Afr. J. Agric. Res.* 11(15): 1381-1393.
- Trustinah. 2009. Plasma nutfah kacang tanah: keragaman dan potensinya untuk perbaikan sifat-sifat kacang tanah. *Buletin Palawija* No. 18: 58-65.
- Upadhyaya, H.D., L.J. Reddy, C.L.L. Gowda, and S. Singh. (2006). Identification of diverse groundnut germplasm: Sources of early maturity in a core collection. *Field Crops Research* 97: 261-271.
- Upadhyaya, H.D., G. Mukri, H.L. Nadaf, and S. Singh. (2012). Variability and stability analysis for nutritional traits in the mini core collection of peanut. *Crop Science* 50(1): 168-178. https://www.researchgate.net/profile/DrGanapati_Mukri/publication/270477447_Variability_and_Stability_Analysis_for_Nutritional_Traits_in_the_Mini_Core_Collection_of_Peanut/links/543a52410cf204cab1d9918b.pdf
- Wicaksana, N, Hindun, B. Waluyo, M. Rachmadi, A. Karuniawan, dan H. Kurniawan. 2013. Karakterisasi morfo-agronomis kacang bambara (*Vigna subterranea* l. Verdc.) asal Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional 3 in one Hortikultura, Agronomi dan Pemuliaan Tanaman*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 349-357 hal.

Zaman, M.A., M. T-Katun, M.M. H. Bhuiyan, M. Moniruzaman, and M.N. Yousuf. 2010. Genetic divergent in groundnut (*Arachis hypogaea* L) Bangladesh. *J. Pl. Breed. Genet.* 23(1): 45- 49.

DETEKSI MIKROBA PADA BENIH TANAMAN DI TEMPAT PENYIMPANAN

M. Ace Suhendar, Dodin Koswanudin, Andari Risliawati

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen), Jl. Tentara Pelajar No. 3A, Bogor 16111

e-mail: ace_suhendar62@yahoo.com

Abstrak. Salah satu faktor yang menentukan mutu benih adalah kesehatan benih yang ditentukan oleh ada tidaknya mikroorganisme terbawa benih, seperti jamur, nematoda, bakteri, atau virus. Penelitian bertujuan untuk mendeteksi mikroba bakteri dan jamur pada benih tanaman di tempat penyimpanan benih Bank Gen BB Biogen Bogor. Deteksi keberadaan jamur dan bakteri menggunakan metode kertas saring (*moist blotter*) dan metode agar. Sebanyak 50 aksesori komoditas padi, jagung, kedelai, kacang tanah, dan sorgum dideteksi keberadaannya mikrobanya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 50 aksesori benih padi yang diuji didapatkan 3 aksesori padi (6%) terinfeksi jamur *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, bakteri *Pseudomonas sp.* dan *Xanthomonas sp.* dengan infeksi benih berkisar antara 0–0,4%. Rata-rata daya kecambah benih padi yang diuji yaitu 79,52%, sebanyak 29 aksesori kedelai (58%) terinfeksi jamur *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Pseudomonas sp.* dengan infeksi benih berkisar antara 0–9,6%. Rata-rata daya kecambah benih padi yang diuji yaitu 76,0%. sebanyak 24 aksesori kacang tanah (48%) terinfeksi jamur *Aspergillus sp.*, *Rhizopus sp.*, dan bakteri *Pseudomonas sp.* dengan infeksi benih berkisar antara 0–8,4%. Rata-rata daya kecambah benih kacang tanah yang diuji yaitu 87,28 %, sebanyak 27 aksesori jagung (54%) terinfeksi jamur *Aspergillus sp.*, *Rhizopus sp.*, *Fusarium sp.* dan bakteri *Xanthomonas sp.* dengan infeksi benih berkisar antara 0–9,8%. Rata-rata daya kecambah benih kacang tanah yang diuji yaitu 82,70%, sebanyak 32 aksesori jagung (64%) terinfeksi jamur *Aspergillus sp.*, *Rhizopus sp.*, dan *Fusarium sp.* dengan infeksi benih berkisar antara 0–13,2%. Rata-rata daya kecambah benih kacang tanah yang diuji yaitu 73,52%. Berdasarkan hasil pengujian di atas diketahui bahwa kelompok jamur *Aspergillus sp.* dan *Fusarium sp.* dan bakteri *Pseudomonas sp.* dapat menginfeksi sebagian besar aksesori benih plasma nutfah yang diuji. Hasil pengujian menunjukkan adanya hubungan antara tingkat infeksi benih oleh patogen dengan daya kecambah benih yang diuji. Infeksi patogen pada benih padi, jagung dan sorgum terlihat lebih rendah (73,52-79,52%) bila dibandingkan dengan infeksi patogen pada kacang tanah dan jagung (82,70-87,28%). Tingkat infeksi benih oleh mikroba dalam pengujian ini tidak terlalu tinggi, tetapi hal ini dapat mempengaruhi daya kecambah benih tanaman yang diuji. Jamur dan bakteri penghuni tempat penyimpanan merupakan jenis patogen terbawa benih (*seed borne*) yang berpotensi menurunkan viabilitas benihnya pada benih yang telah disimpan lama.

Kata kunci: Deteksi, mikroba, kesehatan benih, tanaman

PENDAHULUAN

Kesehatan benih ditunjukkan oleh ada tidaknya organisme penyebab penyakit seperti jamur, nematoda, bakteri, virus atau serangga hama. Kesehatan benih ini sangat penting dalam produksi pertanian, karena benih merupakan titik awal untuk mendapatkan tanaman yang sehat. Oleh karena itu benih harus bebas dari infeksi dan kontaminasi patogen (Misra et al., 1994). Menurut Machmud (1994) benih merupakan komponen dasar dalam produksi suatu komoditas tanaman pangan, oleh karena itu benih sehat dan bermutu merupakan modal dasar bagi keberhasilan produksi. Dalam hal ini kalimat bijak “*The flowers of tomorrows are in the seeds of today*” (Neergaard, 1977) yang mempunyai arti luas, juga dapat berarti bahwa hasil komoditas yang akan kita peroleh sangat bergantung pada mutu benih yang kita tanam. Infeksi benih, walaupun tingkatnya rendah dapat sangat mengganggu, terutama bila patogennya mempunyai virulensi tinggi dan potensi berkembangbiaknya pesat pada pertanaman di lapangan serta bila ada risiko mengintroduksi patogen baru dari luar negeri. (Neergaard, 1977).

Patogen tanaman seringkali terbawa pada permukaan atau di dalam benih tanaman pertanian. Patogen ini dapat ditularkan dari suatu tanaman ke tanaman lain, dari suatu lokasi ke lokasi lain dan

dari satu musim ke musim lainnya melalui benih. Benih merupakan komponen dasar dalam produksi komoditas tanaman pangan, karena itu benih sehat dan bermutu merupakan modal dasar bagi keberhasilan produksi. Menurut Sutopo (1988), benih dikatakan sehat kalau benih tersebut bebas dari patogen, baik berupa bakteri, cendawan, virus maupun nematoda. Kesehatan benih sama pentingnya dengan komponen mutu yang lain seperti kemurnian, vigor, dan kemampuan berkecambah (Thomson, 1970). Di dalam pelaksanaan evaluasi kesehatan benih terdapat dua tahapan utama, yaitu pengambilan contoh benih dan deteksi patogen yang terbawa benih (Machmud dan Djaeni, 1994). Contoh benih adalah sejumlah benih yang diambil secara acak dari suatu lot benih yang akan digunakan untuk keperluan pengujian benih. Metode uji kesehatan benih harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: 1) dapat memberikan informasi yang berkaitan dengan penampilan tanaman di lapangan; 2) hasil pengujian harus dapat atau mudah diuji ulang dengan kepekaan yang cukup baik secara statistik, dan 3) bahan, peralatan, dan waktu yang diperlukan untuk pengujian mudah diperoleh, cukup sederhana, dan cepat.

Ada tiga macam metodologi untuk menguji kesehatan benih, yaitu 1) menguji kehadiran patogen pada benih secara internal atau eksternal, mikroskopis atau makroskopis, 2) menanam benih pada agar dan mengidentifikasi mikroorganisme yang tumbuh, dan 3) menumbuhkan benih pada kondisi yang diketahui cocok untuk pertumbuhan patogen sehingga gejala penyakitnya dapat kelihatan.

Jamur merupakan tumbuhan tingkat rendah yang terdiri dari benang-benang sederhana tanpa klorofil. Oleh karena itu, jamur tidak dapat membentuk bahan organik sendiri dan bersifat heterotrof yaitu menyerap makanan dari bahan organik yang dihasilkan tumbuhan tingkat tinggi sebagai hasil proses fotosintesis (Sudjono, 1988). Jamur bertahan hidup, berproduksi dan menyebar diri dengan membentuk spora. Pada kondisi suhu dan kelembaban udara lingkungan yang serasi, spora terbentuk dan berkecambah serta terbentuk benang-benang bercabang yang disebut hifa. Organ istirahat berupa sklerotia, klamidospora, oospora, teliospora yang berguna bagi jamur untuk mempertahankan diri pada kondisi lingkungan yang tidak baik bagi pertumbuhannya seperti kekeringan.

Menurut Ou (1985) benih dapat membawa mikroorganisme yang patogen berupa jamur, bakteri, nematoda dan virus. Infeksi benih dapat terjadi sebelum maupun sesudah panen (Arunyanart et al., 1981). Penyakit yang disebabkan oleh jamur merupakan kelompok penyakit yang sangat penting pada benih tanaman. Lebih dari 8000 spesies jamur dapat menyebabkan penyakit pada tanaman (Agrios, 1997). Bahkan menurut Hepperly et al. (1982) jumlah jamur jauh lebih besar yaitu lebih 100.000 spesies dimana kurang dari separuhnya sudah diidentifikasi. Menurut Sutakaria (1984) semua golongan patogen tanaman seperti jamur, bakteri, virus dan nematoda dapat terbawa oleh benih. Sedangkan jumlah nematoda relatif lebih sedikit. Sampai sekarang belum ada kepastian mengenai dapat terbawanya mikroorganisme yang menyerupai mikoplasma oleh benih. Dilaporkan selanjutnya bahwa ada tiga macam hubungan antara biji dan patogen, yaitu: (a) patogen terbawa secara internal dan berada di dalam jaringan benih, (b) patogen terbawa sebagai kontaminan pada permukaan benih, dan (c) patogen secara terpisah terbawa bersama benih. Sisa tanaman sakit, struktur istirahat jamur seperti sklerotium dapat tercampur dengan benih.

Berdasarkan sifat yang menunjukkan penyebabnya penyakit yang ditimbulkannya dapat digolongkan menjadi dua golongan yaitu; (a) penyakit fisiogenik (penyebabnya tidak menular) dan (b) penyakit biogenik (penyebabnya menular) (Sutakaria, 1984). Penyakit yang bersifat fisiogenik dapat disebabkan oleh defisiensi unsur hara, temperatur, kelembaban lingkungan, keracunan oleh pestisida dan sebagainya, sedangkan penyakit benih yang bersifat biogenik disebabkan oleh patogen yang dapat menular termasuk virus. Gangguan terhadap bahan tanaman terutama biji tanaman untuk benih tidak saja terjadi di pertanaman tetapi juga terjadi di tempat penyimpanan (Sutakaria, 1984). Selain kerusakan oleh hama maka kerusakan oleh penyakit terutama jamur sangat penting artinya. Dengan demikian benih tanaman yang telah mengalami penyimpanan tidak saja dapat membawa patogen lapang juga kemungkinan telah terinfeksi pula oleh patogen di tempat penyimpanan. Selama penyimpanan, patogen lapang yang terbawa oleh biji tertahan pertumbuhannya, karena patogen tersebut memerlukan kelembaban yang tinggi untuk pertumbuhannya. Sedangkan jamur yang terdapat di tempat penyimpanan sudah dapat tumbuh dengan baik pada kelembaban nisbi yang lebih rendah. Pada umumnya jamur yang banyak terdapat di tempat penyimpanan ialah berbagai spesies *Aspergillus* dan *Penicillium* sebagai kontaminan pada biji atau sebagai miselium dorman dalam jaringan biji. Jamur tersebut dapat menurunkan daya kecambah benih dan pembusukan benih di pesemaian.

Penelitian ini bertujuan mendeteksi keberadaan mikroba pada benih tanaman di tempat penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Untuk pengujian deteksi bakteri digunakan metode agar (*Agar Test*). Benih padi, kedelai, kacang tanah, jagung, dan sorgum yang dievaluasi masing-masing sebanyak 50 aksesori. Masing-masing aksesori benih padi diuji sebanyak 200 biji yang ditanam dalam 8 cawan petri berdiameter 9 cm, sehingga masing-masing cawan berisi 25 benih. Benih padi ditanam pada cawan petri yang berisi medium agar (Agar Dektrosa Kentang), sedangkan benih kedelai, kacang tanah, jagung, dan sorgum diuji masing-masing sebanyak 50-100 biji. Benih-benih tersebut ditanam dalam 10 cawan petri berisi medium agar yang masing-masing berisi 5-10 biji dengan jarak antar benih tidak bersentuhan, kemudian diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu yang sesuai untuk pertumbuhan patogen dengan 12 jam terang dan 12 jam gelap. Untuk pengujian deteksi jamur digunakan metode kertas saring (*Blotter Test*). Jenis dan banyaknya benih yang digunakan serta cara inkubasi sama seperti pada uji deteksi bakteri hanya media yang digunakan adalah kertas saring.

Infeksi mikroba dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Infeksi mikroba} = \frac{n}{N} \times 100\%$$

dimana n = jumlah benih terinfeksi; N = jumlah benih yang diinkubasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 50 aksesori benih padi yang diuji keberadaan mikroba, sebanyak 3 aksesori padi (6%) terinfeksi jamur *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., bakteri *Pseudomonas* sp. dan *Xanthomonas* sp. dengan infeksi benih berkisar diantara 0–0,4%. Rata-rata daya kecambah benih padi yang diuji yaitu 79,5%.

Tabel 1. Keberadaan mikroba jamur dan bakteri yang menginfeksi benih tanaman pangan. Laboratorium Deteksi Patogen BB Biogen, 2016.

Sumber daya genetik (50 aksesori)	Daya kecambah	Benih terinfeksi (%)	Infeksi benih (%)	Mikroba yang terdeteksi
Padi	79.5	3 (6%)	0-0,4	<i>Aspergillus</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Xanthomonas</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.
Kedelai	76.0	29 (58%)	0-9,6	<i>Aspergillus</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.
Kacang tanah	87.3	24 (48%)	0–8,4	<i>Aspergillus</i> sp., <i>Rhizopus</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.
Jagung	82.7	27 (54%)	0 - 9,8	<i>Aspergillus</i> sp., <i>Rhizopus</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Xanthomonas</i> sp.,
Sorgum	73.5	32 (64%)	0 – 13,2	<i>Aspergillus</i> sp., <i>Rhizopus</i> sp., <i>Fusarium</i> sp.

Dari 50 aksesori benih kedelai yang diuji keberadaan mikroba, sebanyak 29 aksesori (58%) terinfeksi jamur *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Pseudomonas* sp. dengan infeksi benih berkisar antara 0–9,6%. Rata-rata daya kecambah benih padi yang diuji yaitu 76,0%.

Dari 50 aksesori benih kacang tanah yang diuji keberadaan mikroba, sebanyak 24 aksesori (48%) terinfeksi jamur *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. dan bakteri *Pseudomonas* sp. dengan infeksi benih berkisar antara 0–8,4%. Rata-rata daya kecambah benih kacang tanah yang diuji yaitu 87,3%. Dari 50 aksesori benih jagung yang diuji keberadaan mikroba, sebanyak 27 aksesori (54%) terinfeksi jamur *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Fusarium* sp. dan bakteri *Xanthomonas* sp. dengan infeksi benih berkisar antara 0–9,8%. Rata-rata daya kecambah benih jagung yang diuji yaitu 82,7%. Dari 50 aksesori benih sorgum yang diuji keberadaan mikroba, sebanyak 32 aksesori (64%) terinfeksi jamur

Aspergillus sp., *Rhizopus* sp., dan *Fusarium* sp. dengan infeksi benih berkisar antara 0–13,2%. Rata-rata daya kecambah benih sorgum yang diuji yaitu 73,5 %.

Berdasarkan hasil pengujian di atas diketahui bahwa kelompok jamur *Aspergillus* sp. dan *Fusarium* sp. dan bakteri *Pseudomonas* sp. dapat menginfeksi sebagian besar aksesori benih SDG pertanian yang diuji. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara tingkat infeksi benih oleh mikroba dengan daya kecambah aksesori benih yang diuji. Infeksi mikroba pada benih sorgum, kedelai, dan padi terlihat lebih rendah (73,5-79,5%) bila dibandingkan dengan infeksi mikroba pada aksesori jagung dan kacang tanah (82,7- 87,3%). Tingkat infeksi benih oleh patogen dalam pengujian ini tidak terlalu tinggi, tetapi hal ini dapat mempengaruhi daya kecambah aksesori benih yang diuji. Jamur dan bakteri penghuni tempat penyimpanan merupakan jenis mikroba patogen terbawa benih (*seed borne*) yang berpotensi menurunkan viabilitas benihnya pada benih yang telah disimpan lama (Nergaard, 1977).

KESIMPULAN

1. Didapatkan 3 aksesori padi (6%), 29 aksesori kedelai (58%), 24 aksesori kacang tanah (48%), 27 aksesori jagung (54%), dan 32 aksesori sorgum (64%) yang terinfeksi jamur dan bakteri penghuni tempat penyimpanan walaupun tingkat infeksi benihnya relatif rendah.
2. Daya kecambah pada benih padi, kedelai, kacang tanah, jagung, dan sorgum yang terinfeksi mikroba masing-masing adalah 79.5%, 76.0%, 87.3%, 82.7%, dan 73,5%
3. Infeksi patogen pada masing-masing aksesori benih tidak terlalu tinggi tetapi hal ini dapat menurunkan daya kecambah benihnya.
4. Benih tanaman pangan yang telah disimpan di tempat penyimpanan berpotensi terinfeksi oleh patogen jamur dan bakteri dan dapat menurunkan daya kecambah benihnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Machmud, M. & Djaeni, M. (1994). Metode deteksi bakteri dan jamur patogen untuk uji kesehatan benih padi dan palawija. Buletin Penelitian, No 9. Balittan Bogor, Badan Litbang Pertanian.hal 32-39.
- Neergaard, P. (1977). Seed Pathology. Vol. I. The Macmillan Press Ltd. 844 hal.
- Sutopo, L. (1988). Teknologi benih. Fakultas Pertanian Unibraw. Rajawali Press. Jakarta. 245 pp.
- Thomson, J. R. (1970). Health as a factor in seed quality. Proceeding of International Seed Testing Association. Vol 37 (1);9-17.
- Agrios, D. N. (1997). *Plant Pathology*. Ed. Ke-4. Academic Press. San Diego.
- Dharmaputra O.S. dan M.S. Soedjono, 1987. Fungal pathogens that cause diseases in plants. Biotrop First Training Course on Pathogens and Nematodos, 12 March-22 April 1987. Seameo-Biotrop, Bogor, Indonesia.
- Dharmaputra O. S. & Retnowati, I, (1995). Inventarisasi jamur pascapanen pada beberapa komoditas di tingkat petani dan pengecer di Bogor dan Cipanas Jawa Barat. RIsalah Kongres Nasional XIII dan Seminar Ilmiah PFI Mataram, 27-29 September 1995. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia Mataram, 1997.
- Hepperly, P.R., J.S. Mignucci, & Sinclair, J.B. (1982). The microorganisms of stored soybean seeds. In: J.B. Sinclair and J.A. Jacobs (Editor): Proceedings of a Conference for Scientist of Asia: Soybean Seed Quality and Stand Establishment. January 25-31, 1981. INSTOY Series Number 22.
- Machmud, M. & Djaeni, M. (1994). Metode deteksi bakteri dan jamur patogen untuk uji kesehatan benih padi dan palawija. Buletin Penelitian, No. 9. Balittan Bogor Badan Litbang Pertanian.hal 32- 39.
- Misra, J. K., Mew, T. W. & Marca, S.D. (1994). Rice seed health and quarantine. In: Mew, T.W. & Misra, J.K. (eds). A manual of rice seed health testing. IRRI. Los Banos, Laguna, Philippines.
- Muthahanas, I., M. Windarningsih, dan H. Haryanto, 1999. Identifikasi jamur terbawa benih beberapa varietas kacang tanah (*Arachis hypogaea* L). Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah PFI Purwokerto, 16-18 September 1999. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, 2000.

- Neergaard, P. (1977). *Seed Pathology*. Vol. I. John Wiley & Sons, New York.
- Ou, S. H. (1985). *Seed Diseases*. 2nd ed. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, England. 379p.
- Suprihatno, S. & Sudir. (2001). Mikroorganisme yang berasosiasi dengan benih dan bibit padi tidak normal. Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah PFI, Bogor, 22-24 Agustus 2001. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian IPB bekerja sama dengan Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. ISBN: 979-95938-1-6
- Sutopo, L. (1988). *Teknologi benih*. Fakultas Pertanian Unibraw. Rajawali Press. Jakarta. 245 pp.
- Thomson, J.R. (1970). Health as a factor in seed quality. *Proceeding of International Seed Testing Association*. Vol 37 (1);9-17.
- Machmud, M. & M. Djaeni, (1994). Metode deteksi bakteri dan jamur patogen untuk uji kesehatan benih padi dan palawija. *Buletin Penelitian*, No 9. Balittan Bogor, Badan Litbang Pertanian.hal 32-39.
- Neergaard, P. (1977). *Seed Pathology*. Vol. I. The Macmillan Press Ltd. 844 hal.

Kelompok: PENDIDIKAN BIOLOGI			
NO	PENULIS	JUDUL	HAL
PB-1	Norma Nurafiat, Milla Listiawati, Tuti Kurniati	Peningkatan Hasil Belajar Sistem Pencernaan Melalui Pengembangan Berbasis Strategi Metakognitif.	912
PB-3	Dita Kameswari, Giry Marhento	Pengaruh Kemampuan Pemahaman Konsep Biodiversitas dan Kecerdasan Naturalis Terhadap Sikap Perduli Lingkungan.	917
PB-4	Iis Rapika, Prima Wahyu Titisari	Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan <i>Adobe Flash</i> Berbasis Pendekatan <i>Sets</i> untuk Meningkatkan Berpikir Kritis dan Sikap Kepedulian Terhadap Lingkungan.	923
PB-6	Aden Arif Gaffar, Intan Ayu Rovicaliwati, M. Kurnia Sugandi	Pembelajaran Biologi Berbasis <i>Enterpreneurship</i> untuk Meningkatkan Minat Wirausaha Siswa pada Sub Konsep Daur Ulang Limbah.	930
PB-7	Muhamad Kurnia Sugandi	Korelasi Kemampuan Memecahkan Masalah dengan Kecerdasan Naturalis Melalui <i>Guide Inquiry</i> Berbantuan <i>Macromedia Flash</i> .	936
PB-8	Ipin Aripin, Ines Supelma, M. Kurnia Sugandi	Pengembangan Komik Sains Berbasis Konteksual pada Konsep Indera Penglihatan.	941
PB-9	Yeni Suryaningsih	Implementasi Metode <i>Student Created Case Studies</i> untuk Meningkatkan Literasi Siswa Sains pada Konsep Pencernaan Lingkungan.	947
PB-10	Im Halimatul Mu'minah	Pengaruh Pendekatan Lingkungan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Konsep Keanekaragaman Hayati.	956
PB-12	Dias Idha Pramesti	Potensi <i>Nasturium indicum</i> sebagai Tumbuhan Model dalam Praktikum Reproduksi dan Embriologi Tumbuhan.	961
PB-17	Lilis Lisnawati, Sumiyati Sa'adah, Iwan Ridwan Yusup	Korelasi Antara Keterampilan Metakognisi dengan Hasil Belajar Siswa Melalui Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL) pada Materi Lingkungan.	968
PB-19	Dede Trie Kurniawan, Sri Maryanti, Astri Yuliawati, Nailah Tresnawati ⁴	Edukasi Lingkungan Hidup bagi Siswa SD Melalui Kegiatan Menggambar <i>Totebag</i> sebagai Upaya Meminimalisir Penggunaan Plastik.	977
PB-20	Tuti Garnasih	Efektivitas Model <i>TPS (Think-Pair-Share)</i> Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi <i>Plantae</i> .	983
PB-21	Istianah Nur Isnaeni, Muhammad Muttaqin, Sri Hartati	Pengaruh Concept Attainment Model (CAM) Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Pada Materi Ekosistem	987

PENINGKATAN HASIL BELAJAR SISTEM PENCERNAAN MELALUI PENGEMBANGAN LKS BERBASIS STRATEGI METAKOGNITIF

Norma Nurafiat¹, Milla Listiawati*², Tuti Kurniati³

¹Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

²Jalan Cimincrang, Bandung

³Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati, Bandung

e-mail: *²millalistiawati@gmail.com

Abstrak. Metakognitif dianggap sebagai salah satu faktor karena berperan penting dalam membangun pengetahuan siswa. Materi sistem pencernaan sebagai salah satu materi yang memuat metakognitif. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar dan mengetahui respon siswa terhadap LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif. Penelitian dilaksanakan di kelas XI MIA SMA Karya Budi Bandung dengan jumlah siswa 35 orang. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan desain penelitian 4D (Define, Design, Develop, Disseminate). Teknik pengumpulan data melalui tes awal dan tes akhir dan angket siswa. Hasil penilaian ahli media menunjukkan bahwa LKS sangat layak digunakan dengan rata-rata persentase 88%, hasil penilaian ahli materi menunjukkan LKS yang dikembangkan dikategorikan sangat layak dengan rata-rata 82,66% serta hasil penilaian ahli guru biologi terhadap LKS menunjukkan kategori sangat layak dengan rata-rata 97,33%. Selain itu, respon siswa terhadap LKS diperoleh rata-rata 88,42% kategori sangat layak dan hasil belajar siswa menggunakan LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif dengan rata-rata N-gain sebesar 0,73 dengan kualifikasi tinggi. Berdasarkan hasil penelitian Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis strategi pembelajaran metakognitif untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sistem pencernaan dinyatakan valid dan sangat layak digunakan dalam pembelajaran.

Kata kunci: Hasil Belajar, Lembar Kerja Siswa, Sistem Pencernaan, Strategi Metakognitif.

Abstract. Metacognitive is considered as a factor because it plays an important role in building students' knowledge. The digestive system material as one of the material that contains metacognitive. This study aims to improve learning outcomes and find out student responses to student worksheets based on metacognitive learning strategies. The research was conducted in the XI MIA class of Karya Budi Bandung High School with a total of 35 students. The research method used is Research and Development (R & D) with 4D research design (Define, Design, Develop, Disseminate). Techniques for collecting data through initial tests and final tests and student questionnaires. The results of the media expert's assessment show that worksheets are very feasible to use with an average percentage of 88%, the results of material experts' assessment show that the LKS developed is categorized as very feasible with an average of 82.66% and the results of the biology teacher's expert assessment showing the very feasible category with an average of 97.33%. In addition, students' responses to student worksheets were obtained an average of 88.42% in very feasible categories, and student learning outcomes using LKS based on metacognitive learning strategies with an average N-gain of 0.73 with high qualifications. Based on the results of the research Student Worksheet (LKS) based on metacognitive learning strategies to improve student learning outcomes in the digestive system material is declared valid and very feasible to use in learning.

Keywords: Digestive System, Learning Outcomes, Metacognitive Strategy, Student Worksheet

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan sesuatu yang harus dipenuhi oleh setiap manusia. Menurut Syah (2010) pendidikan dikatakan sebagai usaha secara sengaja dari orang dewasa untuk mempengaruhi dan meningkatkan seorang anak untuk memiliki kedewasaan yaitu mampu menimbulkan tanggung jawab moral dari segala perbuatannya. Setiap manusia akan menjadi lebih baik dalam menyelesaikan permasalahan yang ada melalui pendidikan (Sagala, 2010).

Salah satu masalah yang dihadapi dalam dunia pendidikan adalah proses pembelajaran. Proses pembelajaran siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari dan memahami materi biologi khususnya sistem pencernaan. Hal ini dikarenakan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang isinya kurang dipahami siswa terhadap materi sistem pencernaan, sehingga siswa banyak miskonsepsi yang mengakibatkan hasil belajarnya menurun. Siswa menganggap sulit, karena banyak istilah-istilah yang harus dihapal, bahasa biologi yang sulit dimengerti dan dipahami. Pembelajaran biologi khususnya materi sistem pencernaan berfokus pada bagaimana siswa mengkonstruksi pemahaman yang dimilikinya. Pemahaman terhadap suatu konsep materi biologi khususnya sistem pencernaan tidak cukup hanya dengan pemberian informasi dari guru, tetapi siswa harus bisa mengkonstruksi pemahaman konsepnya sendiri.

Solusi yang dimunculkan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan mengembangkan Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan konten isi LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif untuk membantu siswa dalam mengkonstruksi pemahamannya. Karena LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif menekankan pemantauan (*monitoring*) diri dan tanggung jawab. Dengan LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif, proses pembelajaran melalui LKS diharapkan akan lebih bermakna bagi siswa serta dapat membantu siswa dalam memahami struktur dan perkembangan kognitif siswa (Husamah et al., 2013).

Prastowo (2011) menyatakan Lembar Kerja Siswa (LKS) adalah lembaran-lembaran yang harus dikerjakan oleh siswa, biasanya berupa petunjuk, dan langkah-langkah dalam mengerjakan tugas, selain itu, Majid (2011) menyatakan Lembar Kerja Siswa (LKS) memuat lembaran-lembaran kertas yang berisi materi, ringkasan dan petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan siswa, yang mengacu kepada kompetensi yang harus dicapai.

Pada penelitian ini, konten LKS yang dikembangkan memuat strategi metakognitif. Strategi pembelajaran metakognitif menurut Husamah et al. (2013) merupakan salah satu kompetensi inti yang harus dicapai dalam pembelajaran kurikulum 2013. Pada kurikulum 2013 siswa dituntut untuk memahami, menerapkan dan menjelaskan pengetahuan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni budaya dan humaniora. Pentingnya metakognitif dalam pembelajaran didukung Permendiknas Nomor 45 tahun 2007 tentang standar proses yang didalamnya dikatakan bahwa dalam kegiatan pembelajaran, guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berfikir, merancang, menganalisis, menyelesaikan masalah, mengetahui cara dan mengapa hal tersebut dilakukan, memonitor dan mengevaluasi.

Menurut Yamin (2013) LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif dapat menyadarkan siswa dalam memahami konsep materi yang dipelajari atau dengan kata lain siswa mengembangkan kontrol eksekutif dalam pembelajaran, sehingga siswa tidak secara pasif merespon pembelajaran. Selain itu, Syah (2010) menyatakan strategi pembelajaran metakognitif sebagai strategi yang lebih sadar akan kemampuan pengendalian proses berpikirnya sendiri (*metacognitive awareness*) dan memuat perencanaan (*planning*), monitor (*monitoring*), evaluasi (*evaluating*).

Berdasarkan permasalahan tersebut tujuan penelitian ini adalah mengembangkan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis strategi pembelajaran metakognitif untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sistem pencernaan, mendeskripsikan hasil belajar siswa menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis strategi pembelajaran metakognitif pada materi sistem pencernaan dan mendeskripsikan respon siswa terhadap Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis strategi pembelajaran metakognitif pada materi sistem pencernaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif yang dikembangkan dengan metode *R & D (Research and Development)* model *4-D* menurut Thiagarajan dalam Mardhiana (2011). Adapun model pengembangan *4-D* terdiri dari 4 tahapan yaitu tahapan persiapan yang termasuk ke dalam tahap *define*, tahap pelaksanaan yang termasuk ke dalam tahap *design*, tahapan penarikan kesimpulan yang termasuk kedalam tahap *develop* dan tahapan penyebaran yang termasuk ke dalam tahap *desseminate* (Trianto, 2010). Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dan kualitatif. Penelitian dilaksanakan di SMA Karya Budi Jl. Percobaan Kabupaten Bandung, yang dimulai pada tanggal 17-21 Mei 2018.

Sasaran penelitian ini adalah Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis strategi pembelajaran metakognitif, sedangkan subyek penelitian adalah siswa dan siswi kelas XI MIA semester 2 SMA Karya Budi Kabupaten Bandung tahun ajaran 2017/2018 yang berjumlah 35 orang. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*. Prosedur penelitian ini, dilakukan empat tahapan penelitian yaitu tahap *Define* (tahap persiapan), tahap *Design* (Tahap perancangan), tahap *develop* (Pengembangan), Tahap *desseminate* (Penyebaran).

Instrumen penelitian yang digunakan adalah tes objektif berupa pilihan ganda, dengan lima alternatif pada setiap soal yaitu a, b, c, d dan e. Tes tersebut disusun berdasarkan ranah kognitif Bloom revisi pada jenjang C1 (mengingat), C2 (memahami), C3 (menerapkan), C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi) (Anderson, 2010). Lembar validasi ahli (ahli materi, ahli media dan guru biologi) dan angket tanggapan siswa. teknik analisis data tes menggunakan analisis tes dan angket validasi ahli serta angket tanggapan siswa ditabulasikan dan dicari persentasenya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berorientasi pada pengembangan produk yaitu Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis strategi pembelajaran metakognitif. Lembar Kerja Siswa berbasis strategi pembelajaran metakognitif dikembangkan dari produk yang sudah ada. Berdasarkan tujuan penelitian yaitu mengembangkan prangkat Lembar Kerja Siswa berbasis strategi pembelajaran metakognitif untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sistem pencernaan di SMA Karya Budi Bandung. Hasil penelitian ini terdiri dari 5 tahap yaitu penelitian pendahuluan, proses pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS), penilaian validasi LKS oleh ahli, perbaikan produk LKS dan uji coba lapangan.

Penelitian tahap awal bertujuan untuk mengetahui LKS yang digunakan pada pembelajaran materi sistem pencernaan dengan wawancara guru biologi kelas XI MIA SMA Karya Budi dan memberikan angket tanggapan siswa. Hasil tanggapan siswa pada saat observasi diketahui 71,42% siswa menyatakan bahwa materi sistem pencernaan sulit dimengerti dan dipelajari, 82,85% siswa menyatakan LKS selalu digunakan dalam proses pembelajaran dan 77,14% siswa menyatakan setuju bahwa setelah mengerjakan LKS pemahaman siswa akan lebih bertambah. Adanya angket siswa terhadap LKS yang belum dikembangkan memberikan kemudahan dalam mengetahui permasalahan yang ada, sehingga diperoleh acuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis strategi pembelajaran metakognitif untuk meningkatkan hasil belajar pada materi sistem pencernaan.

Hasil proses pengembangan yaitu mendesain atau membuat bahan ajar berupa LKS yang isi kontennya berbasis strategi pembelajaran metakognitif yang memuat identifikasi permasalahan (*Identifikation*), berbicara tentang berpikir (*talking about thinking*), jurnal berpikir (*thinking journal*), perencanaan (*Planning*), melaporkan kembali proses berpikir (*debrefing thinking process*), evaluasi diri (*self-evaluation*) (Blakey et al., 2010).

Lembar Kerja Siswa (LKS) sebelum diujicobakan kepada siswa dinilai kelayakannya terlebih dahulu oleh para ahli yaitu ahli materi, ahli media dan guru biologi. Hasil uji kelayakan ahli materi menunjukkan 82,66%, ahli media menunjukkan 88% dan guru biologi menunjukkan 97,33%, dengan rata-rata hasil validasi uji kelayakan adalah 89,33%, validasi ini menunjukkan kategori sangat layak dan sangat bagus untuk diujicobakan ke siswa-siswi, sehingga dapat dijadikan sebagai media pembelajaran. Hasil para ahli dapat disajikan dalam Tabel berikut ini:

Tabel 1. Hasil validasi ahli materi, media dan guru biologi

No	Ahli	Nilai	Kategori
1	Materi	82,66%	Sangat Baik
2	Media	88%	Sangat Baik
3	Guru Biologi	97,33%	Sangat Baik
Rata-rata	89,33%	Sangat Baik	Rata-rata

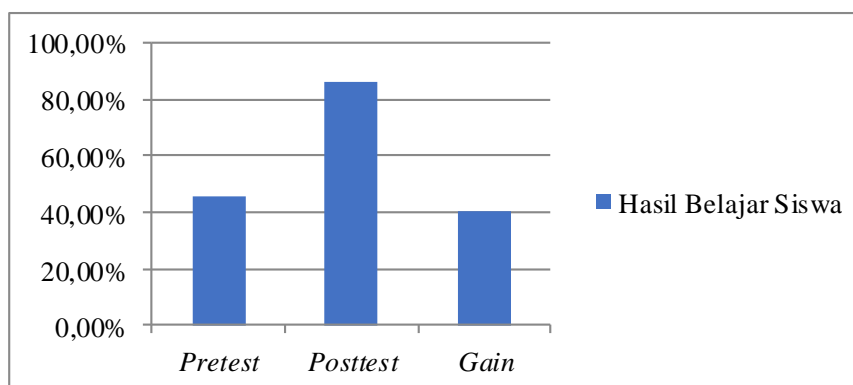
Hasil diatas menunjukkan bahwa LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif yang telah dikembangkan layak digunakan dengan kategori sangat baik sebagai media pembelajaran. Setelah LKS di validasi kemudian diujicobakan atau diuji terbatas kelayakan LKS kepada 10 orang siswa disertai angket untuk mengetahui respon siswa terhadap LKS yang dikembangkan. Hasil respon siswa

pada ujicoba terbatas menunjukkan rata-rata 87,18% yang dikategorikan sangat baik dan sangat layak untuk digunakan.

Setelah diujicobakan LKS dapat diimplementasikan secara luas kepada 35 orang siswa SMA Karya Budi disertai angket tanggapan siswa dan soal evaluasi. Uji coba produk LKS bertujuan untuk memperoleh data efektivitas produk LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif yang nantinya dapat menunjang proses pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Pada uji coba produk LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif menggunakan instrumen yaitu produk LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif yang telah direvisi setelah diuji coba skala kecil (terbatas), soal evaluasi bertujuan untuk mengukur hasil belajar kognitif siswa dan angket tanggapan siswa yang bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap produk LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif yang telah dikembangkan dan diterapkan pada proses pembelajaran.

Hasil dari ujicoba skala luas menunjukkan persentase rata-rata 88,42 %, hal ini dikategorikan sangat baik dan sangat layak. Dari tanggapan siswa didapatkan saran dan masukan terhadap LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif yaitu penataan gambar harus diperhatikan, bahasa yang digunakan pada isi LKS harus jelas dan mudah dipahami oleh siswa serta pembahasan materi sistem pencernaan harus simpel. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Kamalia, dkk (2011: 36-37) bahwa bahan ajar berupa LKS yang dikembangkan materinya harus sederhana, jelas dan mudah dipahami oleh siswa, bahasa yang digunakan harus jelas serta tata letak gambar, tabel harus tepat sesuai dengan konsepnya.

Pada ujicoba produk LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif juga dilakukan tes evaluasi kognitif dengan *pretest* dan *Posttest* untuk mengetahui hasil belajar siswa (Gambar 2).



Gambar 1. Hasil Belajar Siswa

Berdasarkan Gambar 1 tentang hasil belajar siswa di kelas XI MIA SMA Karya Budi bahwa diperoleh hasil yang mengalami peningkatan pada *Pretest* dan *Posttest*. Hasil perolehan rata-rata nilai *Pretest* adalah 45,71% dan rata-rata nilai *Posttest* adalah 85,94%. Hasil analisis data perolehan hasil belajar mengalami peningkatan dimana nilai *Posttest* lebih besar dibandingkan dengan nilai *Pretest*. Nilai rata-rata *N-gain* sebesar 0,73, hal ini dikategorikan tinggi. Penggunaan LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif dapat meningkatkan hasil belajar siswa, karena konten materi LKS dengan bahasa yang jelas membuat siswa mudah dan memahami isi materinya, sehingga dapat mengisi pertanyaan-pertanyaan evaluasi pada akhir pembelajaran. Konten isi LKS berbasis metakognitif yang berupa pertanyaan-pertanyaan yang mengarahkan untuk diskusi dan pemecahan masalah membuat siswa untuk lebih berpikir tentang bagaimana cara untuk memecahkan masalah yang tersedia dalam isi LKS. Penguasaan konsep materi sistem pencernaan setelah menggunakan LKS berbasis metakognitif meningkatkan hasil belajar siswa, dimana siswa belajar secara langsung dengan menggunakan LKS berbasis strategi pembelajaran metakognitif. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sadiman (2009) bahwa siswa belajar jika terdapat perubahan di dalam dirinya disebabkan oleh pengalaman.

Dilihat dari faktor siswa, setiap siswa memiliki kemampuan pemahaman yang berbeda-beda terhadap materi yang ada di LKS, ada sebagian siswa yang merasa kesulitan ketika mengerjakan soal-soal yang ada di LKS sehingga hasil yang didapatkan tidak memuaskan. Siswa ada yang tidak menyempatkan membaca dan mempelajari mengenai materi sistem pencernaan sebelumnya, sehingga tidak mempunyai pengetahuan awal dalam proses pembelajaran, serta siswa ada yang kurang

memperhatikan ketika guru sedang menyampaikan materi sistem pencernaan, ada sebagian siswa yang kurang antusias ketika proses pembelajaran, ada siswa yang tidak fokus dan memikirkan untuk pulang karena jam pelajaran biologi dikelas XI MIA merupakan jam terakhir. Dilihat dari faktor guru yang bertujuan membantu siswa. Guru masih ada yang kurang dalam menegaskan kembali materi yang disampaikan sehingga pemahaman siswa kurang terhadap materi sistem pencernaan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Syah (2010) bahwa hasil belajar dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah faktor psikologis meliputi tingkat kecerdasan siswa, sikap siswa, bakat siswa, minat siswa dan motivasi siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kepala Sekolah beserta guru pamong SMA Karya Budi yang telah memberikan kesempatan dan waktu untuk terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson et al. (2010). *Kerangka Landasan Pembelajaran*. Jakarta: Pustakan Pelajar.
- Blakey, E. et al. (2010). *Developing Metacognition*. Eric Digest. www. tc. Pbs.org.ericmetacognition.
- Husamah et al. (2013). *Desain Pembelajaran Berbasis Pencapaian Kompetensi Panduan Merancang Pembelajaran untuk Mendukung Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Kamalia, D. (2011). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran untuk Guru SMP*. Bandung: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan IPA.
- Majid, A. (2011). *Perencanaan Pembelajaran Mengembangkan Standar Kompetensi Guru*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mardhiana, Y.(2011). *Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Bilingual pada Sub Pokok Bahasan Hukum Mendel*. Surabaya: UNS Press.
- Prastowo. (2011). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Iovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Prianto et al. (2009). *Media Pendidikan (Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya)*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Purwanto. (2011). *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Sadiman. (2009). *Media Pendidikan (pengertian, pengembangan dan pemanfaatan)*. Jakarta: PT Grafindo Persada.
- Sagala, S. (2010). *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Septiani et al. (2013). *Pengembangan Lembar Kerja Berbasis Multiple Intelligence pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan*. *Jurnal BioEdu*, 2, 35.
- Setiawan, D. (2009). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Universitas Terbuka DIKNAS.
- Sudjana, N. (2009). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumartono. (2011). *Kamus Biologi*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Syah, M. (2010). *Psikologi Belajar*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Trianto. (2010). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana.
- Yamin, M. (2013). *Strategi dan Metode dalam Pembelajaran*. Jakarta: GV Press.
- Yasir, M. et al. (2013). *Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Strategi Belajar Metakognitif untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Pewarisan Sifat Manusia*. *Jurnal BioEdu*, 2(1), 77-78.

PENGARUH KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP BIODIVERSITAS DAN KECERDASAN NATURALIS TERHADAP SIKAP PEDULI LINGKUNGAN

Dita Kameswari*¹, Giry Marhento²

Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan IPA Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta
Telp. 021-78835283

e-mail: *¹dita.kameswari2528@gmail.com, ²giryarhento@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kemampuan mahasiswa dalam menguasai, memahami dan mengaplikasikan konsep biodiversitas dan kecerdasan naturalis dalam mengenali dan mengklasifikasikan berbagai spesies flora, fauna dan gejala alam. Serta kaitannya terhadap sikap peduli lingkungan, sehingga mahasiswa semakin peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup dan keanekaragaman hayati yang saat ini semakin mengalami degradasi. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode survei korelasional dan regresi dengan instrumen penelitian berupa angket tertutup dan angket terbuka. Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA Universitas Indraprasta PGRI pada semester Ganjil 2018/2019. Mahasiswa sebagai responden diminta persetujuannya (sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju, sangat tidak setuju) terhadap pernyataan-pernyataan yang dipaparkan dalam angket tertutup dan menjawab pertanyaan pada angket terbuka. Hasil penelitian diperoleh nilai $Sig = 0,000 < 0,05$ dan $F_{hitung} = 20,857$, maka H_0 di tolak yang berarti bahwa koefisien regresi tersebut signifikan, koefisien determinasi sebesar 42,3% menunjukkan bahwa terdapat kontribusi pengaruh yang signifikan kemampuan pemahaman konsep biodiversitas dan kecerdasan naturalis secara bersama-sama terhadap sikap peduli lingkungan. Artinya, Semakin tinggi pemahaman konsep biodiversitas dan kecerdasan naturalis maka akan semakin tinggi juga sikap peduli lingkungan.

Kata Kunci: Biodiversitas, Kecerdasan Naturalis, Lingkungan, Pemahaman Konsep.

Abstract. This study aims to determine the effect of students' ability to master, understand and apply the concept of biodiversity and naturalist intelligence in recognizing and classifying various species of flora, fauna and natural phenomena. As well as its relation to environmental care, so students are increasingly concerned about environmental issues and biodiversity which are currently increasingly degraded. The research method used is the correlational survey method and regression with the research instrument in the form of a closed questionnaire and an open questionnaire. The research subjects were students of the Biology Education Study Program, FMIPA Indraprasta PGRI University in the odd semester 2018/2019. Students as respondents are asked for their consent (strongly agree, agree, neutral, disagree, strongly disagree) to the statements presented in the closed questionnaire and answer questions on the open questionnaire. The results obtained $Sig = 0,000 < 0.05$ and $F = 20,857$, then H_0 is rejected which means that the regression coefficient is significant, the coefficient of determination is 42.3% indicating that there is a significant influence on the ability to understand biodiversity concepts and naturalist intelligence together towards environmental care. That is, the higher the understanding of the concept of biodiversity and naturalist intelligence, the higher the attitude of caring for the environment will be.

Keywords: Biodiversity, Conceptualization, Environmental, Naturalist Intelligence.

PENDAHULUAN

Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) merupakan negara yang terdiri dari ribuan pulau. Setiap pulau memiliki karakteristik masing-masing baik dari bidang ekonomi, sosial maupun budaya. Selain itu, keanekaragaman NKRI dapat dikaji dari sumber daya alamnya. Berdasarkan sumber daya alamnya, Indonesia memiliki berbagai macam hasil tambang, pertanian maupun perkebunan. Sumber daya alam tersebut dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Akan tetapi, manusia sebagai homo economics melakukan eksploitasi pada sumber daya alam yang ada sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan. Kerusakan dan

pencemaran lingkungan yang menjadi isu global berupa kerusakan hutan, kerusakan tanah, pencemaran air baik di darat maupun di laut, pencemaran udara, penipisan lapisan ozon, efek rumah kaca, hujan asam, kebisingan, penurunan keanekaragaman hayati, sampai dengan timbulnya berbagai penyakit yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan merupakan suatu kondisi yang mengganggu stabilitas lingkungan. Penyebab kerusakan lingkungan yakni, Pertama, yang disebabkan oleh ulah manusia contohnya adalah penggalian tanah pasir atau batu-batuan yang mengandung resiko tanah longsor dan penebangan pohon tanpa penanaman kembali. Kedua, yang disebabkan oleh faktor alam seperti petir, hujan yang lebat, angin tornado, dan musim kering (Dwidjoseputro, 1987). Selain itu, pencemaran dan kerusakan lingkungan juga disebabkan oleh penggunaan teknologi yang tidak ramah lingkungan, misalnya pencemaran udara oleh limbah pabrik, asap kendaraan dan pembakaran sampah. Kondisi tersebut berakibat buruk bagi ekosistem sehingga tindakan-tindakan yang dapat merusak lingkungan harus segera dihentikan.

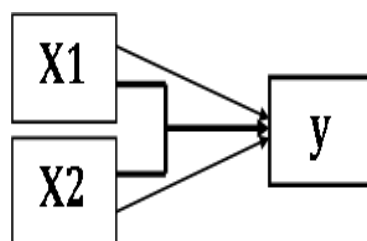
Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menanamkan sikap peduli lingkungan kepada anak sejak dini. Sikap peduli lingkungan dapat diartikan sebagai upaya-upaya untuk melestarikan, mencegah dan memperbaiki lingkungan alam. Sikap manusia dapat diubah atau dididik melalui pendidikan. Sekolah sebagai lembaga pendidikan hendaknya menanamkan sikap peduli lingkungan. Namun kondisi tersebut tidak sesuai dengan fakta. Hal itu berarti, sekolah sebagai institusi pendidikan, memiliki tugas untuk membentuk karakter peduli lingkungan pada diri siswa. Karakter terbentuk dari sikap yang dilakukan terus menerus sehingga sekolah mempunyai kewajiban untuk menanamkan sikap peduli lingkungan secara berkesinambungan. Ini sesuai dengan fungsi pendidikan nasional yaitu mengembangkan kemampuan dan membentuk watak siswa. Pembangunan sikap peduli lingkungan adalah tujuan luar biasa dari sistem pendidikan yang benar. Dengan pembangunan sikap peduli lingkungan, maka siswa akan mengasahi lingkungannya, berusaha untuk merawat lingkungan dan berpikiran untuk memperbaiki lingkungannya. Jika tindakan tersebut dilakukan oleh seluruh warga bumi, maka manusia sebagai bagian dari lingkungan dapat terbebas dari bahaya kematian akibat lingkungan yang tidak sehat. (Salim, 1986).

Upaya meningkatkan kualitas pendidikan tidak lepas dari upaya memberdayakan potensi siswa sebagai peserta didik dan sebagai masyarakat belajar sebagaimana diamanatkan UU No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang menjelaskan bahwa tujuan pendidikan nasional adalah mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis dan bertanggung jawab. Menurut Saifudin (2002) Pembelajaran biologi yang dilaksanakan di universitas sebagai lembaga pendidikan formal harus mampu meningkatkan pemahaman, aktivitas, dan kreativitas siswa secara keseluruhan sehingga siswa semakin peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup dan keanekaragaman hayati yang saat ini semakin mengalami degradasi akibat ulah manusia yang tidak bertanggung jawab. Kondisi ini akan semakin parah bila mahasiswa sebagai generasi penerus bangsa tidak dibekali pemahaman mengenai kondisi keanekaragaman hayati yang kelestariannya semakin mengkhawatirkan.

Jika mahasiswa dapat menguasai dan memahami konsep biodiversitas dengan benar maka mahasiswa tersebut akan dapat mengembangkan konsep tersebut dengan sendirinya menurut konsep dasar yang dimengerti. Sehingga kemampuan mahasiswa dalam pemahaman konsep biodiversitas akan mempengaruhi sikap peduli lingkungan. Selain kemampuan pemahaman konsep biodiversitas, faktor internal yang mempengaruhi sikap peduli lingkungan adalah kecerdasan naturalis mahasiswa. (Arnesto, 2001) Kecerdasan Naturalis merupakan kemampuan untuk mengenali, membedakan, mengungkapkan, dan membuat kategori terhadap apa yang dijumpai di alam maupun lingkungan. Walgito (2010) mengatakan bahwa “kecerdasan naturalis adalah keahlian dalam mengenali dan mengklasifikasikan berbagai spesies flora dan fauna, dari sebuah lingkungan individu”. kecerdasan naturalis memiliki komponen inti, diantaranya: Keahlian membedakan anggota-anggota spesies, mengenali eksistensi spesies lain, memetakan hubungan antara beberapa spesies baik secara formal maupun non-formal. Berkaitan dengan kemampuan meneliti gejala-gejala alam, mengklasifikasi, dan identifikasi. Kecerdasan ini memiliki kecenderungan interaksi kepada hewan, tumbuhan, dan gejala alam serta mampu dalam mengklasifikasi. Kecerdasan ini tepat untuk membantu dalam memahami pelajaran biologi dengan menumbuhkan rasa cinta terhadap makhluk hidup dan lingkungan. Sehingga kecerdasan naturalis akan berpengaruh terhadap sikap peduli lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada mahasiswa di semester ganjil tahun akademik 2018/2019, yang terdiri dari 3 kelas di Program studi Pendidikan Biologi Universitas Indraprasta PGRI. Metode dalam penelitian ini adalah survei dengan menggunakan teknik analisis korelasional dan regresi dengan instrumen penelitian berupa angket tertutup dan angket terbuka. Mahasiswa sebagai responden diminta persetujuannya (sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju, sangat tidak setuju) terhadap pernyataan-pernyataan yang dipaparkan dalam angket tertutup dan menjawab pertanyaan pada angket terbuka. Angket terbuka berisi pertanyaan-pertanyaan tentang pemahaman konsep konservasi biodiversitas dan kecerdasan naturalis. Angket tertutup bertujuan untuk mengetahui seberapa sukar mengaplikasikan konsep tersebut dan sikap peduli lingkungan mahasiswa.



Gambar 1. Desain Penelitian

Keterangan:

- X1 : Kemampuan Pemahaman Konsep Biodiversitas
- X2 : Kecerdasan Naturalis
- Y : Sikap Peduli Lingkungan

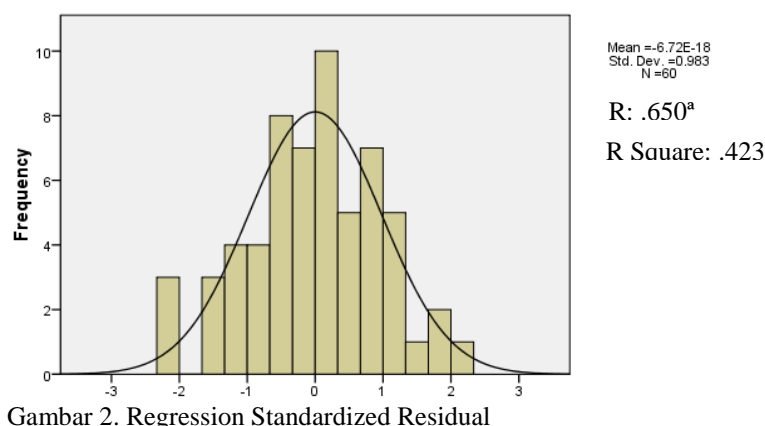
Biodiversitas atau yang dikenal dengan keanekaragaman hayati adalah kekayaan hidup di bumi, jutaan tumbuhan, hewan dan mikroorganisme, genetik yang dikandungnya dan ekosistem yang dibangun menjadi lingkungan hidup. Keanekaragaman hayati dapat dilihat dari tiga tingkatan, yaitu tingkat genetik, spesies, dan ekosistem (Maclaurin & Sterelny, 2008). Kemampuan pemahaman konsep biodiversitas diukur dengan angket yang terdiri dari indikator pengetahuan tentang prinsip dan proses ekologi yang berhubungan dengan biodiversitas, pengetahuan tentang permasalahan dan isu-isu yang berhubungan dengan biodiversitas, pengetahuan tentang strategi dan aksi penyelamatan biodiversitas. Kecerdasan naturalis yang diukur dalam penelitian ini meliputi indikator kemampuan menjaga dan melestarikan lingkungan, kemampuan mengenal konsep sains sederhana, kemampuan meneliti gejala dan fenomena alam dan kemampuan mengenali spesies (flora dan fauna). Sikap peduli lingkungan terhadap yang diukur dalam penelitian ini meliputi indikator mencakup kepekaan dan kepercayaan diri terhadap nilai-nilai biodiversitas seperti kerja sama dalam melindungi alam, berinisiatif menjaga lingkungan, menghargai kebersihan dan kesehatan, bijaksana dalam menggunakan SDA, tanggung jawab terhadap lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Analisis Statistik dan Persyaratan Data

	Std. Deviasi	Uji Normalitas	Uji Linieritas	Uji Multikolinieritas	Uji t	Uji f
X1	18.397	0.222	0.926	3.985	2.642	20.857
X2	13.963	0.222	0.553	3.985	5.500	
Y	2.892	0.74				

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa nilai pada kolom *Sig* untuk semua sampel lebih besar dari 0,05, sehingga H_0 diterima, dengan kata lain bahwa data dari semua sampel pada penelitian ini berdistribusi normal semua model regresi yang diuji berpola linier. Sedangkan nilai multikolinieritas lebih kecil dari 10 untuk semua variabel bebas sehingga tidak terjadi multikolinieritas antar variabel.

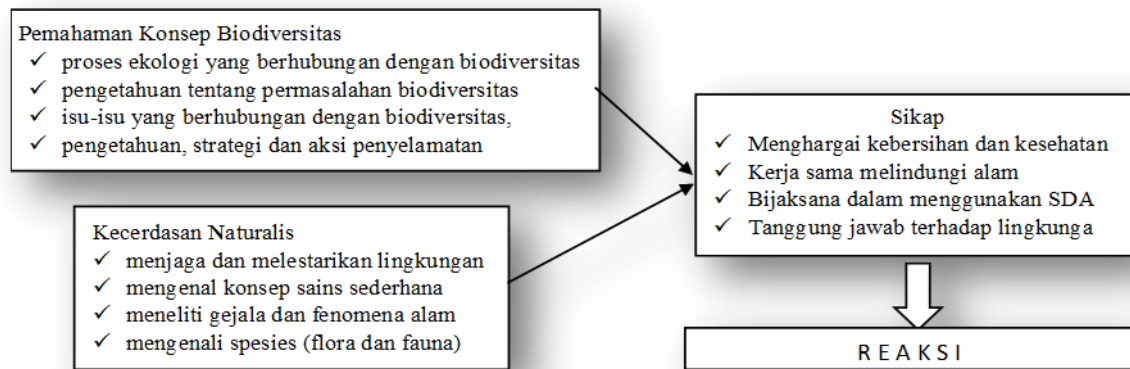


Gambar 2. Regression Standardized Residual

Berdasarkan Grafik diatas nilai residual terstandarisasi berdistribusi normal, sedangkan berdasarkan tabel diatas bahwa koefisien korelasi ganda pengaruh variabel bebas kemampuan pemahaman konsep biodiversitas (X_1) dan kecerdasan naturalis (X_2) secara bersama-sama terhadap sikap peduli lingkungan (Y) adalah sebesar 0,650. Dari perhitungan tersebut di peroleh bahwa koefisien korelasi tersebut signifikan, dengan kata lain bahwa terdapat pengaruh yang signifikan variabel bebas kemampuan pemahaman konsep biodiversitas dan kecerdasan naturalis secara bersama-sama terhadap Sikap peduli lingkungan adalah sebesar 0,650. Sedangkan koefisien determinasinya sebesar 42,3% menunjukkan bahwa besarnya kontribusi kemampuan pemahaman konsep biodiversitas dan kecerdasan naturalis secara bersama-sama terhadap sikap peduli lingkungan adalah sebesar 42,3%, sisanya (57,7%) karena pengaruh faktor lain. Sedangkan untuk pengujian hipotesis melalui analisis regresi diperoleh persamaan garis regresi yang merepresentasikan pengaruh variabel X_1 dan X_2 terhadap variabel Y , yaitu $\hat{Y} = 7,314 + 0,042 X_1 + 0,116 X_2$. terlihat bahwa nilai $Sig = 0.000 < 0,05$ dan $F_{hitung} = 20,857$, maka H_0 di tolak yang berarti bahwa koefisien regresi tersebut signifikan. Dengan kata lain bahwa terdapat pengaruh yang signifikan variabel bebas kemampuan pemahaman konsep biodiversitas dan kecerdasan naturalis secara bersama-sama terhadap variabel terikat sikap peduli lingkungan. Semakin tinggi kemampun pemahaman konsep biodiversitas dan kecerdasan naturalism aka akan semakin tinggi juga sikap peduli lingkungan. Dari pengujian hipotesis diperoleh bahwa nilai $Sig = 0.001$ dan $t_{hitung} = 2,642$, sedangkan $t_{tabel} = 1,64$. Karena nilai $Sig < 0,05$ dan $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 di tolak yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan variabel kemampuan pemahaman konsep biodiversitas terhadap variabel terikat sikap peduli lingkungan. Dari pengujian hipotesis diperoleh bahwa nilai $Sig = 0.000$ dan $t_{hitung} = 5,500$, sedangkan $t_{tabel} = 1,64$. Karena nilai $Sig < 0,05$ dan $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 di tolak yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan variabel bebas kecerdasan naturalis terhadap variabel terikat sikap peduli lingkungan.

Pembentukan kesadaran terhadap kondisi yang ada di lingkungannya dapat ditempuh melalui pendidikan yang ada di sekolah. Menurut Rizal (2018) menjelaskan bahwa, "Sekolah seharusnya memainkan perannya dalam membentuk kesadaran terhadap lingkungan. Perlu ada pembentukan karakter terhadap lingkungan pada diri siswa. Karakter ini bisa dimulai dari persoalan sepele, seperti penyediaan tempat sampah yang memadai, sampai pada perumusan *action plan* tentang program-program kepedulian lingkungan. Melalui pembentukan karakter ini diharapkan lahir generasi yang memiliki kepedulian lingkungan".

Sikap tidak dibawa sejak dilahirkan, tetapi dibentuk sepanjang perkembangan individu yang bersangkutan untuk dapat menjelaskan bagaimana terbentuknya. Menurut Mosothwane (2003) menyatakan bahwa sikap, kepercayaan, dan perilaku mahasiswa sangat berkontribusi terhadap kepedulian dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Sikap yang ada pada diri seseorang akan dipengaruhi oleh faktor internal, yaitu faktor fisiologis dan psikologis, serta faktor eksternal dapat berujud situasi yang dihadapi oleh individu, norma-norma, yang ada dalam masyarakat, hambatan-hambatan atau pendorong-pendorong yang ada dalam masyarakat. Semuanya ini akan berpengaruh pada sikap yang ada pada diri seseorang. Menurut Saguni (2013) juga mengungkapkan bahwa konteks lokal dalam pembelajaran dapat meningkatkan kepedulian mahasiswa terhadap lingkungan.



Gambar 3. Hubungan Antarkomponen Terhadap Sikap Peduli Lingkungan

Adanya konsep di atas mendukung siswa mempunyai pemahaman tentang biodiversitas dan kecerdasan naturalis sehingga mampu menerapkan pengetahuannya, menganalisis, membuat pertimbangan dan penelitian terhadap lingkungannya yang pada akhirnya mempunyai sikap dan perlakuan yang tepat untuk ikut menjaga kelestarian ekosistem. Seseorang yang memiliki pengetahuan lingkungan hidup yang tinggi, maka ia akan mempunyai sikap yang tinggi dalam pengelolaan lingkungannya. Melalui sikap mahasiswa yang peduli lingkungan, dalam pengelolaan lingkungan hidup maka akan tercipta kondisi lingkungan yang bersih dan sehat, begitu pula sebaliknya jika melalui sikap tidak peduli lingkungan hidup dalam pengelolaan lingkungan maka akan terbentuk kondisi lingkungan yang kotor.

Pemahaman konsep biodiversitas sangat membantu dalam meningkatkan kemampuan memecahkan masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari (Zulfiani et al., 2009) sehingga akan meningkatkan sikap terhadap alam. Keterampilan proses biodiversitas yang tercermin di dalam langkah-langkah pembelajaran, membekali mahasiswa untuk berpikir kritis, menumbuhkan rasa ingin tahu, melatih mengungkapkan pendapat dan bekerja kelompok, sehingga mereka mampu memecahkan permasalahan yang dihadapi dengan cara-cara ilmiah (Martinich et al., 2006). Mahasiswa yang memiliki kemampuan pemahaman konsep biodiversitas memiliki ciri-ciri, diantaranya: mampu bertindak untuk menghargai biodiversitas, pengetahuan tentang strategi dan aksi penyelamatan biodiversitas. Mahasiswa yang memiliki kecerdasan naturalis memiliki ciri-ciri, diantaranya: mencintai lingkungan, mampu mengenali sifat serta tingkah laku binatang, dan senang kegiatan di luar (alam).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ibunda Yulistiana selaku ketua program studi pendidikan Biologi yang telah bersedia memberikan masukan dan motivasinya.

KESIMPULAN

Meningkatnya kemampuan pemahaman konsep mahasiswa tentang biodiversitas dan kecerdasan naturalis diharapkan mereka dapat mengaplikasikan konsep-konsep konservasi biodiversitas sehingga dapat mengubah sikap, kecakapan, nilai, perilaku dan keyakinan mahasiswa terhadap alam, yang pada akhirnya dapat tercipta pembangunan yang berkelanjutan. Dalam situasi tertentu, jika telah mempunyai pemahaman konsep biodiversitas yang tinggi dan kecerdasan naturalis yang tinggi, mahasiswa akan melakukan tindakan sesuai dengan permasalahan yang dihadapinya. Mereka lebih peduli dengan lingkungan sekitar, lebih menghargai pemanfaatan sumberdaya alam, lebih peduli kepada sesama, tolong menolong dan bekerja sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Armesto, J. J., Smith-Ramirez, C. & Rozzi, R. (2001). Conservation Strategies for Biodiversity and Indigenous People in Chilean Forest Ecosystem, *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 31(4), 865– 877.
- Azwar, S. (2002). *Sikap Manusia Teori dan Pengukurannya*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Dwijoseputro. (1987). *Manusia dengan lingkungannya*. Jakarta: Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan Dirjen Dikti Departemen Pendidikan dan Pengajaran.
- Leksono, S. M., Rustaman, N. & Redjeki, S. (2016). Pengaruh Penerapan Program Perkuliahan Biologi Konservasi Berbasis Kearifan Lokal Terhadap Kemampuan Literasi Biodiversitas Mahasiswa Calon Guru Biologi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi. UNS, Februari 2015. Hlm 89-95*.
- Maclaurin, J. & Sterelny, K. (2008). *What Is Biodiversity?*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Martinich, J. A, Solarz, S. L. & Lyons, J. R. (2006). “Preparing Students for Conservation Careers through Project-Based Learning”. *Conservation Biology*, 20(6), 1579–1583.
- Mosothwane, M. (2003). Pre-ServicTeachers’ Conceptions of Environmental Education. *Research in Education*, 68, 26-40.
- Rizal, A. (2018). Hubungan Pengetahuan Lingkungan Hidup Dengan Sikap Peduli Lingkungan Hidup. *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung.
- Saguni, F. (2013). Efektivitas Metode *Problem Based Learning*, *Cooperative Learning*, dan Ceramah sebagai *Problem Solving* dalam Mata Kuliah Perencanaan Pembelajaran *Cakrawala Pendidikan*, 32(2), 207-219.
- Salim, E. (1986). *Pembangunan Berwawasan Lingkungan*. Jakarta: LP3ES.
- Walgito, B. (2010). *Psikologi Kelompok*. Yogyakarta: Andi.
- Zulfiani, F., Tonih. & Suartini, K. (2009). *Strategi Pembelajaran Sains*. Jakarta: Lembaga Penelitian UIN Jakarta.

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF MENGGUNAKAN ADOBE FLASH BERBASIS PENDEKATAN SETS (*Science, Environment, Technology, Society*)

Iis Rapika*¹, Prima Wahyu Titisari²

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Riau
Pekanbaru, +62-761674674, 28284
e-mail: pw.titisari@gmail.com

Abstrak. Proses belajar mengajar tidak akan lepas dari komponen pembelajaran, karena komponen pembelajaran akan menentukan berhasil atau tidaknya proses pembelajaran. Salah satu komponen yang dapat mendukung proses pembelajaran adalah media pembelajaran. Media pembelajaran adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menyampaikan pesan pembelajaran dan berfungsi untuk meningkatkan daya tarik siswa terhadap materi pelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran interaktif menggunakan Adobe Flash dengan pendekatan SETS (*Science, Environment, Technology and Society*) yang layak pada materi sistem respirasi pada manusia dan layak dikembangkan sebagai media pembelajaran sistem respirasi di SMA kelas XI. Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang menggunakan proses pengembangan metode ADDIE. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI di SMA N 1 Seberida, Kabupaten Indragiri Hulu, Riau. Data penelitian ini diperoleh dari lembar validasi yang dinilai oleh ahli media, ahli materi, dan guru biologi, serta angket respon yang diperoleh dari hasil uji coba produk kepada peer review dan peserta didik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas kelayakan media pembelajaran berdasarkan penilaian ahli masuk dalam kategori sangat layak, dan penilaian dari peer review dan peserta didik mendapatkan respon positif (sangat baik).

Kata Kunci: Adobe Flash, Media pembelajaran Interaktif, SETS.

Abstract. The teaching and learning process will not be separated from the learning component, because the learning component will determine the success or failure of the learning process. One component that can support the learning process is learning media. Learning media is a tool that serves to convey learning messages and serves to increase students attractiveness to subject matter. This study aims to produce interactive learning media using Adobe Flash with a proper SETS (*Science, Environment, Technology and Society*) approach to respiration system material in humans and feasible to be developed as a respiration system learning media in class XI high school. This research is a type of research and development (*Research and Development*) that uses the process of developing the ADDIE method. The subjects of this study were grade XI students at Seberida N 1 High School, Indragiri Hulu Regency, Riau. The data of this study were obtained from a validation sheet assessed by media experts, material experts, and biology teachers, as well as response questionnaires obtained from the results of product trials to peer reviews and students. The results of this study indicate that the quality of the feasibility of instructional media based on expert judgment is in the very feasible category, and the assessment of peer peer and students gets a positive response (very good).

Keywords: Adobe Flash, Interactive learning media, SETS.

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan komponen utama dalam peningkatan kualitas suatu bangsa. Seiring berkembangnya teknologi menuntut dunia pendidikan untuk menyesuaikan perkembangan tersebut dalam meningkatkan mutu pendidikan agar dapat menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas. Mutu pendidikan bergantung pada pelaksanaan pembelajaran di sekolah-sekolah, yang terlihat pada keberhasilan belajar siswa. Proses pembelajaran merupakan salah satu tahap dalam menentukan keberhasilan belajar siswa (Ditama et al., 2015). Maka dari itu, banyak upaya dari guru untuk meningkatkan keberhasilan belajar siswa. Salah satu upaya untuk meningkatkan keberhasilan belajar siswa yang dapat dilakukan guru adalah dengan cara memperbaiki proses belajar mengajar.

Proses belajar mengajar tidak akan lepas dari komponen pembelajaran, karena komponen pembelajaran akan menentukan berhasil atau tidaknya proses pembelajaran (Ayuningsih, 2015). Pembelajaran merupakan proses yang melibatkan berbagai komponen yang saling berhubungan. Komponen di dalamnya antara lain berupa tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, strategi dan metode pembelajaran, media pembelajaran, pengorganisasian kelas, evaluasi pembelajaran, dan tindak lanjut pembelajaran (Ariyanto et al., 2018). Media pembelajaran menjadi salah satu komponen yang penting untuk mendukung proses pembelajaran di kelas. Menurut Harahap et al. (2015), media pembelajaran adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menyampaikan pesan pembelajaran dan media pembelajaran juga berfungsi meningkatkan daya tarik siswa terhadap materi pelajaran (Ditama et al., 2015). Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran memberikan pengaruh yang besar terhadap minat dan daya tarik siswa untuk mempelajari sesuatu. Oleh karena itu, jika media pembelajaran yang digunakan guru menarik, maka dengan otomatis siswa juga akan menyukai materi yang diajarkan dan pemahaman siswa terhadap materi tersebut akan lebih cepat tercapai. Sebaliknya jika siswa tidak menyukai media yang digunakan guru maka siswa akan bosan, jenuh dan tidak tertarik terhadap materi yang disampaikan sehingga akan mempengaruhi pemahaman siswa terhadap materi tersebut.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di SMAN 1 Seberida diketahui bahwa masih banyak kendala yang dihadapi guru dan siswa dalam Kegiatan Belajar Mengajar (KBM). Siswa masih merasa kurang tertarik dengan penyajian materi yang disampaikan guru, dengan bahan ajar yang digunakan berupa buku paket, dan Lembar Kerja Siswa (LKS), serta menggunakan media yang masih sederhana seperti *power point*. Media *power point* yang dirancang oleh guru hanya menjabarkan materi berdasarkan buku paket dan LKS. Dalam proses pembelajaran guru menggunakan metode diskusi dan ceramah, diskusi yang dilakukan sering tidak selesai karena terkendala oleh waktu pembelajaran, sehingga siswa diminta untuk mempelajari materi secara mandiri. Ketidaktertarikan siswa terhadap proses pembelajaran biologi ini menyebabkan sebagian siswa merasa bosan saat mengikuti proses pembelajaran dan siswa sulit untuk memahami materi pembelajaran yang disampaikan oleh guru. Dalam pembelajaran biologi guru hanya mengaitkan materi dengan implikasinya pada lingkungan saja, dan belum mengaitkan materi pada teknologi maupun masyarakat.

Berdasarkan hasil observasi di atas, diperlukan media pembelajaran yang bersifat interaktif untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Salah satu media interaktif yang dapat digunakan adalah *Adobe Flash*. *Adobe Flash* merupakan multimedia *software* berbasis komputer yang dapat memuat beberapa komponen yaitu teks, audio, animasi, grafis, simulasi, dan video. Salah satu pendekatan yang dapat membawa siswa kearah pemikiran yang mengaitkan materi biologi yang dipelajari dengan keberadaan serta implikasi materi tersebut dengan lingkungan, teknologi, dan masyarakat adalah pendekatan SETS (*Science, Environment, Technology, Society*). SETS merupakan bentuk kegiatan pembelajaran yang mengaitkan secara timbal balik unsur-unsur sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat. Pendekatan SETS tidak hanya menekankan pada pengetahuan tentang konsep sains saja, tetapi juga menghubungkannya dengan lingkungan sekitar, teknologi yang sedang berkembang, dan keadaan masyarakat (Syaifullah & Dwiningsih, 2016). Sasaran pengajaran SETS adalah cara membuat siswa agar dapat melakukan penyelidikan untuk mendapatkan pengetahuan yang berkaitan dengan sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat yang berkaitan. Dengan kata lain, siswa dibawa pada suasana yang dekat dengan kehidupan nyata siswa sehingga diharapkan siswa dapat mengembangkan pengetahuan yang telah mereka miliki untuk dapat menyelesaikan masalah-masalah yang diperkirakan akan timbul di sekitar kehidupannya (Khasanah, 2015).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*research and development*). Model pada penelitian ini mengadaptasi pada model pengembangan ADDIE. Model ini terdiri atas 5 tahap yang meliputi analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*) dan evaluasi (*evaluation*). Namun pada penelitian hanya dibatasi sampai tahap pengembangan (*development*).

Analysis (Analisis)

Tahap pertama yang dilakukan sebelum melakukan pengembangan media adalah dengan melakukan *needs assessment* (analisis kebutuhan), mengidentifikasi masalah (kebutuhan) dan

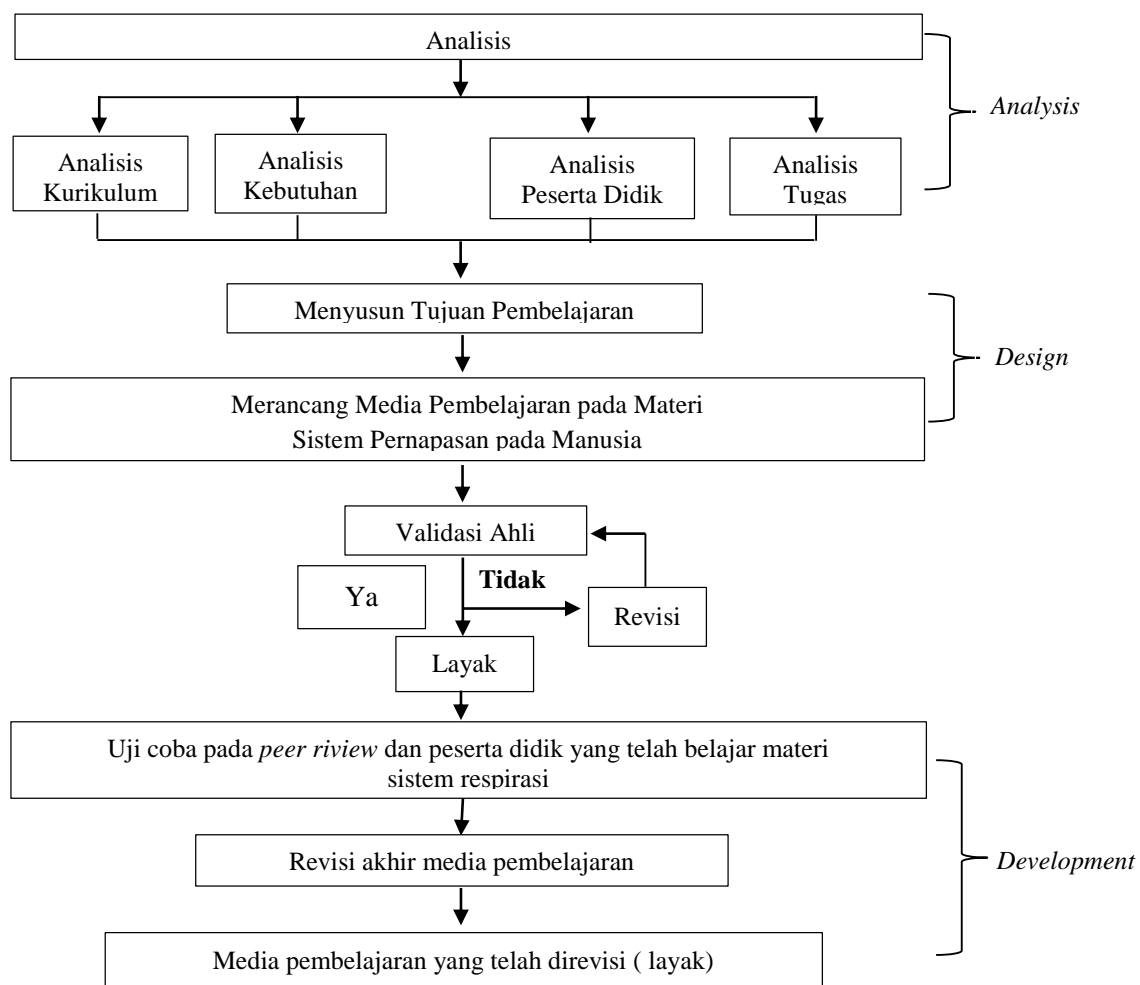
melakukan analisis tugas (*task analysis*). Analisis materi dilakukan dengan cara mengidentifikasi materi utama yang perlu diajarkan, mengumpulkan dan memilih materi yang relevan, dan menyusunnya kembali secara sistematis dan sebelum menyusun media, tujuan pembelajaran dan kompetensi yang hendak diajarkan perlu dirumuskan terlebih dahulu.

Design (Perancangan)

Pada konteks pengembangan media, tahap ini dilakukan untuk membuat media sesuai dengan kerangka isi hasil analisis kurikulum dan materi.

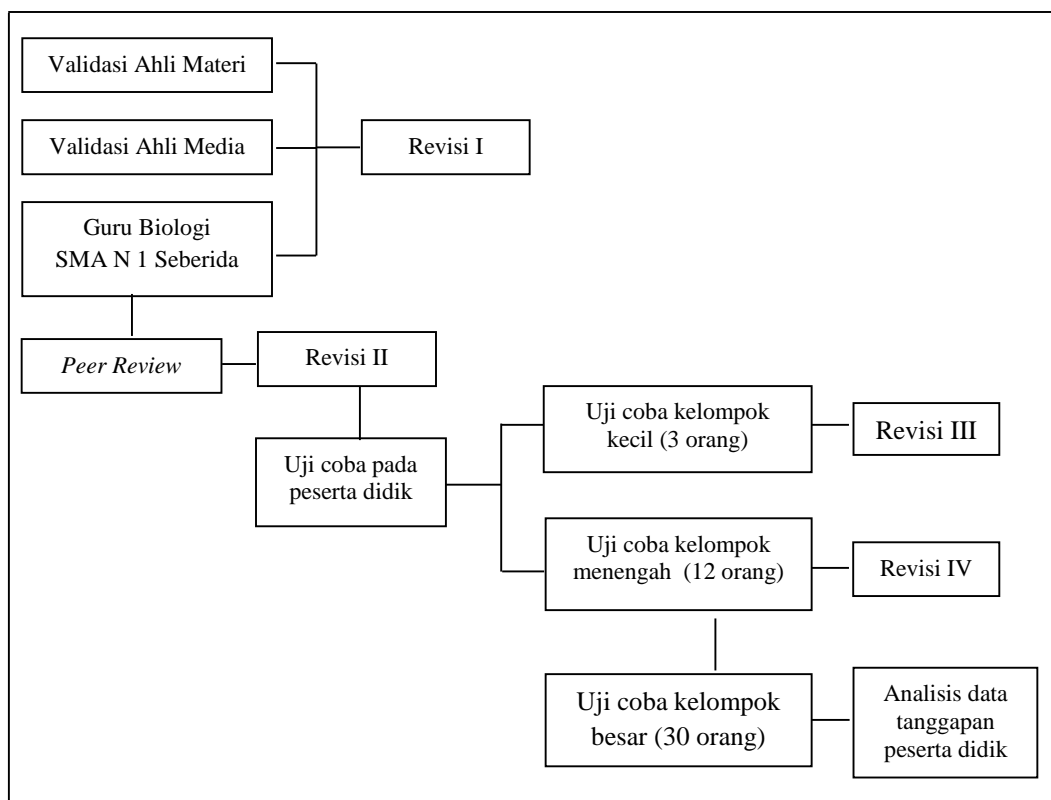
Development (Pengembangan)

Pengembangan merupakan proses untuk mewujudkan desain yang telah dirancang sebelumnya. Langkah pengembangan meliputi membuat dan memodifikasi media. Pada kegiatan ini dilakukan evaluasi oleh ahli dalam bidangnya. Langkah-langkah penelitian pengembangan ADD (*Analysis, Design, Development*) yang penulis gunakan dapat dijelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah ADD (*Analysis* sampai tahap *Development*) (Sumber: Suryani, 2016)

Pelaksanaan uji coba produk pada peserta didik terdiri dari tiga tahap yaitu uji coba pada kelompok kecil, uji coba kelompok menengah, dan uji coba kelompok besar (Gambar 2).



Gambar 2. Desain Uji Coba (Sumber: Harahap et al. (2015) yang dimodifikasi).

Setelah seluruh jawaban validator dan responden dikumpulkan, maka total nilai dari setiap validator dan responden dihitung dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan. Selanjutnya dibuat persentase sehingga dapat ditarik sebuah kesimpulan seberapa layak media pembelajaran tersebut digunakan. Persentase kelayakan media pembelajaran akan dihitung berdasarkan penilaian media yang terdiri dari aspek program, aspek desain media, aspek kualitas isi, aspek kualitas konstruk, dan aspek keterkaitan SETS. Penghitungan persentase tingkat kelayakan media pembelajaran menggunakan metode yang dicontohkan oleh Akbar (2013).

$$V_{ma} = \frac{TS_e}{TSh} \times 100 \%$$

$$V_{me} = \frac{TS_e}{TSh} \times 100 \%$$

$$V_{pr} = \frac{TS_e}{TSh} \times 100 \%$$

$$V_g = \frac{TS_e}{TSh} \times 100 \%$$

$$V_s = \frac{TS_e}{TSh} \times 100 \%$$

Keterangan:

V_{ma} = Validasi kelayakan dari materi

V_{me} = Validasi kelayakan dari media

V_{pr} = Validasi kelayakan dari *peer review*

V_g = Validasi kelayakan dari guru

V_s = Validasi siswa

TSh = Total skor maksimal yang diharapkan

TS_e = Total skor empiris (hasil uji kelayakan dari validator)

Hasil validitas masing-masing (ahli media, ahli materi, guru biologi), tingkat persentasenya dapat dicocokkan atau dikonfirmasi dengan kriteria validitas pada tabel 1 dan kriteria respon pada tabel 2.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Menurut Penilaian Validator

No	Kriteria Kelayakan	Tingkat Kelayakan
1.	85,01% - 100,00 %	Sangat layak, dapat digunakan tanpa revisi
2.	70,01 – 85,00 %	Cukup layak, dapat digunakan namun perlu revisi kecil
3.	50,01 – 70,00 %	Kurang layak, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar.
4.	01,00 – 50,00 %	Tidak layak, atau tidak boleh dipergunakan

Sumber: Akbar (2013)

Tabel 2. Kategori Hasil Perhitungan Responden

No	Kriteria Kelayakan	Tingkat Kelayakan
1.	86% - 100 %	Sangat Baik
2.	76 - 85 %	Baik
3.	60 – 75 %	Cukup
4.	55%– 59 %	Kurang
5.	≤ 54%	Sangat Kurang

Sumber: Purwanto (2012)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian para ahli terhadap media pembelajaran interaktif menggunakan *Adobe Flash* berbasis pendekatan SETS yang dikembangkan termasuk dalam kategori “sangat layak”. Adapun beberapa penilaian dari ahli media, ahli materi, dan guru bidang studi pendidikan biologi, serta respon peer review terhadap media yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Hasil Validasi Media Pembelajaran oleh Ahli Media Pembelajaran

No	Aspek	Persentase Kelayakan (%)	Tingkat Kelayakan
1	Program	100,00	Sangat layak
2	Desain Media	92,85	Sangat layak
	Rata-rata validasi media	96,42	Sangat layak

Tabel 4. Hasil Validasi Media Pembelajaran oleh Ahli Materi

No	Aspek	Persentase Kelayakan (%)	Tingkat Kelayakan
1	Kualitas Isi	95,00	Sangat layak
2	Kualitas Konstruksi	91,66	Sangat layak
3	Keterkaitan SETS	100,00	Sangat layak
	Rata-rata validasi media	95,55	Sangat layak

Tabel 5. Hasil Validasi Media Pembelajaran oleh Guru Pendidikan Biologi

No	Aspek	Persentase Kelayakan			Rata-Rata Persentase	Tingkat Kelayakan
		A	AP	EW		
1	Program	100,00	100,00	100,00	100,00	Sangat Layak
2	Desain media	100,00	100,00	100,00	100,00	Sangat Layak
3	Kualitas isi	100,00	95,00	100,00	98,33	Sangat Layak
4	Kualitas konstruksi	100,00	100,00	100,00	100,00	Sangat Layak
5	Keterkaitan SETS	100,00	100,00	100,00	100,00	Sangat Layak
	Rata-Rata Persentase	100,00	99,00	100,00	99,66	Sangat Layak

Tabel 6. Hasil Uji Coba Produk oleh *Peer Review*

No	Aspek	Persentase Kelayakan			Rata-Rata Persentase	Tingkat Kelayakan
		NJ	KR	NS		
1	Program	100,00	100,00	100,00	100,00	Sangat Baik
2	Desain media	100,00	100,00	96,43	97,62	Sangat Baik
3	Kualitas isi	100,00	100,00	100,00	98,33	Sangat Baik
4	Kualitas konstruk	100,00	100,00	100,00	100,00	Sangat Baik
5	Keterkaitan SETS	100,00	100,00	100,00	100,00	Sangat Baik
	Rata-Rata Persentase	100,00	100,00	99,29	99,76	Sangat Baik

Hasil uji coba respon peserta didik pada kelompok kecil menyatakan media pembelajaran interaktif menggunakan *Adobe Flash* berbasis pendekatan SETS (*Science, Environment, Technology, Society*) yang dikembangkan “sangat baik” dengan skor yang didapat 96,10 %. Pada uji coba kelompok kecil yang dinyatakan sangat baik, maka tidak perlu diadakan revisi sehingga dapat dilanjutkan pada uji coba kelompok menengah. Pada uji coba kelompok menengah dinyatakan media pembelajaran “sangat baik” dengan skor 97,22 %. Selanjutnya dilakukan uji coba pada kelompok besar terhadap 30 orang siswa SMA kelas XI, pada uji coba ini diperoleh respon peserta didik terhadap media pembelajaran yang dikembangkan mendapatkan kriteria “sangat baik” dengan persentase rata-rata 97,94 %. Penilaian uji coba pada kelompok besar ini menjadi tahap akhir dari uji coba produk.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata respon siswa terhadap media pembelajaran interaktif menggunakan *Adobe Flash* berbasis pendekatan SETS (*Science, Environment, Technology, Society*) yang dikembangkan mendapatkan respon positif (sangat baik). Berdasarkan hasil penilaian ahli media, ahli materi, dan guru biologi, *peer review*, serta peserta didik dapat ditarik kesimpulan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran di SMA.

Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Arisetya et al. (2016) dan Yanti et al. (2017) yang sama-sama mengembangkan media pembelajaran materi SMA. Hasilnya menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan masuk dalam kategori sangat baik. Selanjutnya Yulistiana (2015) dan Firdaus (2017) juga menyimpulkan bahwa pengembangan media melalui pendekatan SETS mendapatkan kriteria sangat layak dan mendapatkan respon positif dari guru dan peserta didik. Hasil uji lapangan (tahap implementasi) beberapa pengembangan media menggunakan *Adobe Flash* dinyatakan sangat baik (Ditama et al., 2015; Arisetya et al., 2016; Yanti et al., 2017; Fauzi, 2017; Malik, 2017) begitu juga yang menggunakan pendekatan SETS (Yulistiana, 2015; Kurnia et al., 2016; Firdaus, 2017; Oktaviani et al., 2017; Rasyid, 2018; Sari & Novita, 2018; Widyawati & Listiyani, 2018).

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset.
- Ayuningsih, S. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan *Adobe Flash CS3* pada Mata Pelajaran IPS Materi Keadaan Alam di Indonesia Kelas VII. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Arisetya, D., Djulia & Hasruddin, E. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Saraf dengan Menggunakan *Adobe Flash CS3* pada Siswa Kelas XI Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2), 82-86.
- Ariyanto, A., Priyayi, D. F. & Dewi, L. (2018). Penggunaan Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas (SMA) Swasta Salatiga. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1), 1-13.
- Ditama, V., Saputro, S. & Catur, A. N. (2015). Pengembangan Multimedia Interaktif dengan Menggunakan Program *Adobe Flash* untuk Pembelajaran Kimia Materi Hidrolisis Garam SMA Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 4(2), 23-31.
- Fauzi, R. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran IPA Berbasis *Adobe Flash CS5* pada Materi Energi Alternatif dan Pemanfaatannya untuk Siswa Kelas IV SD/MI. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Firdaus. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Bervisi SETS Berbantuan Komputer untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah. *Indonesian Journal of Science and Education*, 1(1), 17-29.

- Harahap, H. S., Hasruddin, E. & Djulia. (2015). *Pengembangan Media Ajar Interaktif Biologi Berbasis Macromedia Flash pada Materi Sistem Pencernaan Makanan Manusia untuk Kelas XI SMA/MA*.
- Hasanah, A & Mahdian. (2013). Penerapan Pendekatan SETS (*Science Environment Technology Society*) pada Pembelajaran Reaksi Reduksi Oksidasi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 4(1), 1-12.
- Khasanah, N. (2015). SETS (*Science, Environmental, Technology and Society*) sebagai Pendekatan Pembelajaran IPA Modern pada Kurikulum 2013. *Jurnal Pendidikan Biologi, Pendidikan Geografi, Pendidikan Sains, PKLH- FKIP UNS*, 1(1), 270-277.
- Kurnia R. P., Soegiarto, H. & Muryani, C. (2016). Pengembangan Media Booklet Berbasis SETS pada Materi Pokok Mitigasi dan Adaptasi Bencana Alam untuk Kelas X SMA. *Jurnal GeoEco*, 2(2), 147-154.
- Malik, M. (2017). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Berbasis *Flash* pada Mata Pelajaran Ipa Kelas VII SMP Negeri 2 Demak. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Oktaviani, P., Hartono, P. & Marwoto. (2017). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis SETS sebagai Alat Bantu Model *Problem Based Learning* (PBL) dalam Pembelajaran IPA di SMP untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Sosial Peserta Didik. *Pancasakti Science Education Journal*, 2(2), 125-137.
- Purwanto, M. N. (2012). *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Surakarta: Pustaka Belajar.
- Rasyid, A. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran IPA Berbasis SETS Berbasis *Edutainment* pada Konsep Pencernaan. *Jurnal Bio Education*, 3(3), 53-59.
- Sari, N. E & Novita, D. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Minibook Berbasis SETS Pada Materi Pokok Hidrokarbon Kelas XI SMA IT Al Uswah Surabaya. *Unesa Journal of Chemical Education*, 7(1), 58-64.
- Suryani, N. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran *Power Point* Terintegrasi dengan *Imtaq* pada Materi Pokok Struktur dan Fungsi Organ pada Sistem Ekskresi untuk Siswa Kelas XI SMA/MA. *Skripsi*. Pekanbaru: Universitas Islam Riau Pekanbaru.
- Syaifullah, I. L & Kusumawati, D. (2016). Penerapan Lembar Kerja Siswa Berorientasi *Science, Environment, Technology, and Society* (SETS) pada Materi Pokok Koloid Kelas XII SMA. *Unesa Journal of Chemical Education*, 5(3), 684-688.
- Widyawati, A & Listiyani, L. R. (2018). Pengembangan Media Komik IPA Berbasis *SETS Plus National Building* untuk Peserta Didik Sekolah Menengah Pertama (SMP). *Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 5(1), 1-6.
- Yanti, E. E & Setiadi, A. E. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis *Adobe Flash* pada Materi Pembelahan Sel Kelas XII SMA Negeri 1 Sungai Raya. *Jurnal Bioeducation*, 2(1), 15-24.
- Yulistiana. (2015). Penelitian Pembelajaran Berbasis SETS (*Science, Environment, Technology and Society*) dalam Pendidikan Sains. *Jurnal Formatif*, 5(1), 76-82.

**PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS *ENTREPRENEURSHIP* UNTUK
MENINGKATKAN MINAT WIRAUSAHA SISWA PADA SUB KONSEP
DAUR ULANG LIMBAH**

Aden Arif Gaffar¹, Intan Ayu Rovicaliwati², M. Kurnia Sugandi³

^{1,2}Universitas Majalengka; Jl. K.H Abdul Halim No.103

³Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Univeristas Majalengka 45418

e-mail: *¹adenagaffar.aag@gmail.com, ²intan_a10y@mail.com, ³andymks60@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini berdasarkan latar belakang dari kurangnya guru dalam memberikan motivasi wirausaha melalui pembelajaran yang ada serta sulitnya siswa dalam memahami materi pembelajaran. Rancangan penelitian ini menggunakan desain penelitian quasi experimental, populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Negeri 1 Jatitujuh Kabupaten Majalengka. Hasil penelitian diperoleh bahwa hasil belajar siswa pada subkonsep daur ulang limbah menggunakan model pembelajaran biologi diperoleh dai uji-t yaitu nilai sig (2-tailed) < 0,05 atau 0,0065 < 0,05 maka H_0 ditolak dan H_a diterima, maka dapat diambil kesimpulan bahwa ada pengaruh model pembelajaran biologi terhadap hasil belajar siswa pada subkonsep perubahan lingkungan. Peningkatan minat wirausaha siswa pada pelaksanaan pembelajaran biologi dengan presentasi sebesar 26,12%, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh model pembelajaran biologi terhadap hasil belajar serta memberikan dampak positif terhadap minat wirausaha siswa

Kata Kunci: Daur Ulang Limbah, Entrepreneurship, Minat wirausaha, Model Pembelajaran Biologi.

Abstract. This research is based on the background of the lack of teachers in providing entrepreneurial motivation through existing learning and the difficulty of students in understanding learning material. The design of this study used a quasi experimental research design, the population in this study were students of class X SMA 1 Jatitujuh Kabupaten Majalengka. The results showed that student learning outcomes in the waste recycling sub-concept using the biology learning model were obtained from the t-test, namely the sig (2-tailed) value < 0.05 or 0.0065 < 0.05 so H_0 was rejected and H_a was accepted, then it could It was concluded that there was an influence of the biological learning model on student learning outcomes in the sub-concept of environmental change. Increased interest in student Entrepreneurship in the implementation of biology learning with presentations of 26.12%, thus it can be concluded that there is an influence of the biological learning model on learning outcomes and has a positive impact on students' entrepreneurial interests

Keywords: Biology Learning Model, Entrepreneurship, Entrepreneurial Interest, Waste Recycling

PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang didukung oleh arus globalisasi yang hebat dari waktu ke waktu, memunculkan persaingan dalam berbagai bidang kehidupan. Siswa diharapkan mampu menjadi pribadi yang berilmu, cakap kreatif serta mandiri sehingga siswa diharapkan mampu menciptakan lapangan pekerjaan dikemudian hari. Menurut Hosnan (2014), orientasi pengembangan kurikulum 2013 adalah terciptanya kompetensi ranah yang berimbang antara attitude atau sikap, skill atau keterampilan, dan knowledge atau pengetahuan, disamping cara pembelajarannya yang holistic dan menyenangkan. Penulis menyimpulkan bahwa pembelajaran yang diharapkan adalah pembelajaran yang dapat menonjolkan sikap, keterampilan serta pengetahuan siswa. Biologi merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang mempelajari makhluk hidup dan kehidupannya dari aspek persoalan dan tingkat organisasinya.

Permasalahan yang timbul adalah siswa tidak mampu menghubungkan apa yang mereka pelajari dan bagaimana pengetahuan tersebut akan dimanfaatkan, oleh karena itu perlu adanya suatu formulasi yang membawa siswa pada tingkat kreativitas yang lebih, dengan waktu yang cukup, sesuai dengan waktu yang digunakan untuk satu konsep bahasan demi tercapainya kurikulum yang sudah

ditetapkan di sekolah, serta penggunaan media dan model yang tidak terlalu sulit dapat mempermudah siswa dan guru dalam melaksanakan pembelajaran. Pembelajaran berbasis proyek ini lebih memusatkan pada masalah kehidupan yang bermakna bagi siswa, peran guru menyajikan masalah, mengajukan pertanyaan dan memfasilitasi siswa dalam merancang sebuah proyek yang mereka lakukan, dan ini akan menambah kreativitas siswa dalam merencanakan sebuah proyek yang kemudian akan mereka kerjakan dalam waktu yang sudah guru sediakan sesuai dengan konsep yang diajarkan, pada akhirnya siswa akan memahami konsep tersebut dengan proyek-proyek yang mereka lakukan dan ini akan menambah kreativitas siswa. Pembelajaran berbasis proyek yang berpusat pada siswa sejalan dengan pernyataan Mulyasa (2013) bahwa penerapan kurikulum yang berlaku saat ini diharapkan mampu membentuk generasi produktif, kreatif, inovatif, dan mandiri. Penulis menyimpulkan bahwa pembelajaran yang dilakukan diharapkan dapat memberikan bekal keterampilan pada siswa yang dapat dipergunakan setelah siswa menyelesaikan pendidikannya. Kondisi ini memungkinkan seseorang menciptakan produk kreatif yang bermakna. Guru harus menghargai produk kreativitas siswa dan mengkomunikasikannya kepada yang lain, misalnya dengan mempertunjukkan atau memamerkan hasil karya siswa, ini akan lebih menggugah minat siswa untuk berkreasi. Selain itu, hal tersebut dapat membangkitkan minat siswa dalam berwirausaha. Dari hasil kreasi siswa, produk tersebut dapat dijadikan sebagai sumber pendapatan dan penghasilan.

Pada materi Perubahan Lingkungan dan Daur Ulang Limbah terdapat materi tentang memecahkan masalah lingkungan dengan cara membuat desain produk daur ulang limbah dan juga upaya pelestarian lingkungan. Materi tersebut sangat cocok untuk dikemas dengan pendekatan kewirausahaan. Siswa dituntut untuk berinovasi cara membuat produk olahan dari limbah organik maupun anorganik yang memiliki nilai jual. Penerapkan model pembelajaran seperti ini, selain siswa akan mendapatkan pengalaman langsung untuk memahami konsep perubahan lingkungan dan daur ulang limbah, siswa juga mendapatkan pengalaman lain yang sangat berharga yaitu praktek atau berlatih untuk menjadi seorang pengusaha (*entrepreneur*), sehingga akan menjadi stimulus secara tidak langsung pada diri siswa sikap kewirausahaan. Berdasarkan masalah yang telah diuraikan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul *Implementasi Model Project Based Learning Berbasis Entrepreneurship Untuk Menumbuhkan Minat Wirausaha Siswa Pada Konsep Perubahan Lingkungan dan Daur Ulang Limbah*.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen, menurut Sugiyono (2011) metode penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh treatment (perlakuan) tertentu. Desain penelitian yang digunakan adalah *Quasi Experimental Design*. Tipe desain Quasi Experimental yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Nonequivalent Control Group Design*. Dua kelompok yang ada diberikan *Pretest*, kemudian diberikan perlakuan, dan terakhir diberikan *Posttest*.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMA Negeri 1 Jatitujuh Tahun Ajaran 2017/2018 sedangkan sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan cara purposive sampling, adapun yang menjadi sampelnya adalah siswa kelas X MIA 2 dan X MIA 3 SMA Negeri 1 Jatitujuh yang terdiri dari 60 siswa. Kelas eksperimen diterapkan pembelajaran PjBL berbasis *Entrepreneurship*. Pada kelas kontrol diterapkan pembelajaran secara konvensional yaitu ceramah dan tanya jawab. Metode pengambilan data dilakukan dalam beberapa metode diantaranya adalah metode dokumentasi, metode tes, metode observasi dan metode angket untuk mengungkapkan data tentang pelaksanaan penerapan model pembelajaran PjBL berbasis *Entrepreneurship*. Digunakan soal *Pretest posttest* tipe pilihan ganda untuk mengetahui hasil belajar siswa dan angket skala minat untuk mengetahui minat wirausaha siswa. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif berupa uji t. Data tentang respon siswa diperoleh melalui angket, dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan persentase.

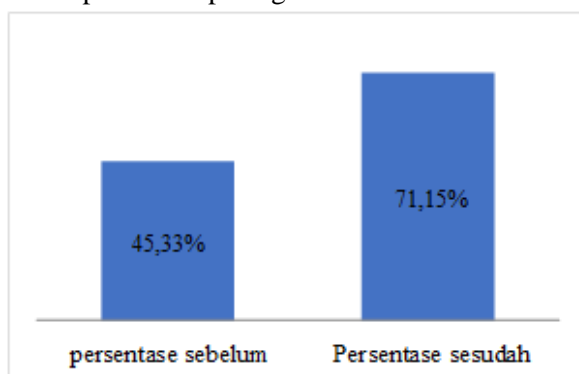
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil analisis berupa uji hipotesis, uji regresi sederhana dan persentase skala angket. Dari hasil uji hipotesis pengetahuan awal siswa kelas

eksperimen dan kelas kontrol menggunakan soal *Pretest* tipe pilihan ganda didapatkan nilai signifikansi (2-tailed) adalah 0,922. Nilai signifikansi tersebut lebih dari 0,05, maka H_0 diterima atau dapat dinyatakan bahwa kemampuan awal siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol pada tes kemampuan awal (*Pretest*) tidak berbeda secara signifikan.

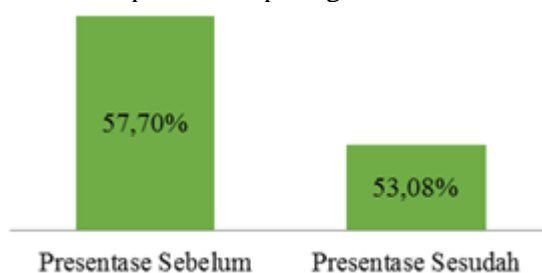
Setelah kelas eksperimen dan kelas kontrol diberikan perlakuan, didapatkan hasil pembelajaran yang menggunakan soal posttes tipe pilihan ganda dan dilakukan analisis melalui program IBM SPSS Statistic 16.0 for Windows menggunakan uji-t. Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai p-valued untuk 2-tailed = 0,013. Menurut Uyanto *dalam* Widyastuti (2013), jika melakukan uji hipotesis satu pihak $H_a: \mu_1 > \mu_2$, maka nilai p-value (2-tailed) harus dibagi dua, sehingga $0,013/2 = 0,0065$. Karena p-value = $0,0065 < \alpha = 0,05$ maka $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ditolak dan $H_a: \mu_1 > \mu_2$ diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil belajar siswa yang menggunakan model pembelajaran PjBL berpengaruh secara signifikan daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

Persentase respon siswa kelas eksperimen sebelum pemberian treatment termasuk ke dalam kriteria cukup tertarik yaitu persentase sangat setuju 14,8% ditambah dengan persentase setuju 30,5% adalah 45,33%. Ini sesuai dengan kriteria persentase tanggapan siswa, di mana 41- 60% = cukup tertarik. Persentase respon siswa kelas eksperimen setelah pemberian treatment termasuk ke dalam kriteria tertarik yaitu persentase sangat setuju 35,16% ditambah dengan persentase setuju 36% adalah 71,15%. Ini sesuai dengan kriteria persentase tanggapan siswa, di mana 61- 90% = tertarik. Persentase sesudah dan sebelum treatment dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Presentase Sebelum dan Sesudah Treatment Kelas Eksperimen

Dilihat dari kenaikannya yang signifikan yaitu sebesar 26,12% menunjukkan bahwa siswa lebih tertarik terhadap kewirausahaan dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning*. Persentase respon siswa kelas kontrol sebelum pemberian treatment termasuk ke dalam kriteria cukup tertarik yaitu persentase sangat setuju 24,9% ditambah dengan persentase setuju 32,75% adalah 57,7%. Ini sesuai dengan kriteria persentase tanggapan siswa, di mana 41- 60% = cukup tertarik. Persentase respon siswa kelas kontrol setelah pemberian treatment termasuk ke dalam kriteria cukup tertarik yaitu persentase sangat setuju 20,30% ditambah dengan persentase setuju 32,75% adalah 53,08%. Ini sesuai dengan kriteria persentase tanggapan siswa, di mana 41- 60% = cukup tertarik. Persentase Sebelum dan Sesudah Treatment kelas kontrol dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Presentase Sebelum dan Sesudah Treatment Kelas Kontrol

Dilihat dari hasil persentase respon siswa kelas kontrol termasuk dalam rentang cukup tertarik, tetapi terjadi penurunan minat sebesar 4,62% dari sebelum pembelajaran dengan sesudah pembelajaran dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Koefisien Korelasi Kelas Eksperimen

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.161 ^a	.026	-.009	11.64450

a. Predictors: (Constant), *Posttest_respon_minat_wirusaha*

b. Dependent Variable: *Posttest_hasil_belajar_kelas_eksperimen*

Berdasarkan tabel diatas maka koefisien korelasi yang ditemukan sebesar 0,161 termasuk pada kategori sangat rendah. Jadi terdapat hubungan yang sangat rendah antara hasil belajar dengan minat wirausaha siswa. Analisis korelasi dilanjutkan dengan menghitung koefisien determinasi, pada tabel menunjukkan nilai R Square sebesar 0,026 yang berarti 2,6%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil belajar 2,6% ditentukan oleh minat wirausaha. Penafsiran dari hasil analisis menunjukkan pengaruh minat wirausaha terhadap hasil belajar sebesar 2,6% dan sisanya 97,4% ditentukan oleh faktor lain dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Koefisien Korelasi Kelas Kontrol

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.286 ^a	.082	.049	15.03905

a. Predictors: (Constant), *respon_minat_wirusaha*

b. Dependent Variable: *Posttest_hasil_belajar_kelas_kontrol*

Berdasarkan tabel diatas maka koefisien korelasi yang ditemukan sebesar 0,286 termasuk pada kategori rendah. Jadi hubungan antara hasil belajar dengan minat wirausaha siswa rendah di kelas kontrol. Analisis korelasi dilanjutkan dengan menghitung koefisien determinasi, pada tabel menunjukkan nilai R Square sebesar 0,082 yang berarti 8,2%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil belajar 8,2% ditentukan oleh minat wirausaha. Penafsiran dari hasil analisis menunjukkan pengaruh minat wirausaha terhadap hasil belajar sebesar 8,2% dan sisanya 91,8% ditentukan oleh faktor lain.

Model *Project Based Learning* mampu memberikan nilai pemahaman konsep dan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Candra Tri Prabowo, Metode pembelajaran *Project Based Learning* terbukti mempunyai pengaruh yang berbeda dari metode pembelajaran konvensional. Perbedaan hasil belajar yang terjadi tersebut merupakan akibat dari proses pengontrolan dan perlakuan pada masing-masing kelas. Metode pembelajaran *Project Based Learning* dapat membuat hasil belajar lebih baik karena dapat terjadi interaksi dari banyak arah dalam proses belajar siswa di dalam kelas.

Pada kelas eksperimen yang menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Entrepreneurship* saat proses pembelajaran siswa secara berkelompok mengerjakan tugas proyek tentang pembuatan proyek atau produk dari limbah anorganik untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Ketika fase ke 2 yaitu tahapan merancang proyek siswa merasakan ketertarikan dalam membuat produk yang dapat di perjual belikan, hal ini disampaikan siswa pada tahapan terakhir proses pembelajaran yaitu presentasi produk serta mengemukakan perasaan dan pengalaman siswa dalam pembuatan produk. Penggunaan model *Project Based Learning* (PjBL) dalam penelitian ini memiliki pengaruh yang baik terhadap hasil belajar siswa, karena memberi peluang siswa belajar secara otonom, melibatkan siswa dalam situasi dunia nyata, mengkonstruksi belajar mereka sendiri membuat produk atau karya nyata berupa barang daur ulang yang dapat di pasarkan, dengan demikian secara tidak langsung dapat melatih memacu ide-ide yang dimiliki siswa serta menambah pengetahuan siswa. Model *Project Based Learning* (PjBL) memberi pengalaman belajar yang menarik dan bermakna bagi siswa.

Ketika proses pembelajaran berlangsung di kelas eksperimen peneliti menemukan beberapa kendala, yang pertama waktu yang dibutuhkan untuk proses pengerjaan rancangan proyek relatif

panjang, hal ini tentu saja berpengaruh terhadap kematangan masing-masing siswa didalam menguasai konsep-konsep atau prinsip-prinsip essensial dari suatu materi yang diberikan. Siswa membutuhkan banyak waktu secara signifikan untuk mengerjakan proyek yang akan digarap, sehingga idealnya proyek tersebut tidak hanya dikerjakan kolaboratif disekolah tetapi juga dilingkungan nyata di luar sekolah. Kedua, walaupun siswa cukup antusias dalam mengikuti pembelajaran, namun siswa belum terbiasa melakukan tahapan-tahapan yang diinginkan secara mandiri. Siswa terkadang cenderung bertanya dan meminta tuntunan guru, sehingga peneliti masih menuntun siswa dalam proses pengerjaan proyek dan tahap menghasilkan sebuah produk.

Pembelajaran dengan menggunakan model konvensional pada kelas kontrol terlihat bahwa siswa kurang antusias dan masih banyak yang terlihat pasif karena dalam proses pembelajaran guru hanya memberikan teori-teori ataupun materi secara langsung kepada siswa dengan ceramah, tanya jawab dan kemudian penugasan tanpa memberikan kesempatan untuk menemukan sendiri melalui proses-proses tertentu, dengan kata lain peneliti mendominasi pembelajaran di kelas sedangkan siswa hanya mendengar dan menerima informasi. Pembelajaran dengan menggunakan metode konvensional yang diterapkan pada kelas kontrol tidak menunjukkan komponen IPA sebagai proses dan produk yang membuat siswa sulit untuk memunculkan dan menemukan ide-ide baru yang dimilikinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam, shalawat serta salam semoga senantiasa dilimpahkan kehadiran junjungan alam Nabi Muhammad SAW kepada keluarga, sahabat dan para pengikutnya, Ya Rabb di antara kenikmatan yang telah Engkau anugerahkan, terimakasih telah Kau anugerahkan ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel Penelitian yang berjudul “Pembelajaran Biologi Berbasis *Entrepreneurship* Untuk Meningkatkan Minat Wirausaha Siswa Pada Sub Konsep Daur Ulang Limbah”.

Terselesaikannya artikel ini tidak lepas dari doa dan dukungan keluarga, sahabat, dan mahasiswa tercinta. Semoga kita senantiasa bersama dalam naungan cinta-Nya. Secara khusus penulis sampaikan rasa terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Rektor Universitas Majalengka
2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Majalengka.
3. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Majalengka.
4. Kepala Sekolah SMAN 1 Jatitujuh Kabupaten Majalengka yang telah memberikan izin penelitian.
5. Rekan-rekan Dosen Program Studi Pendidikan FKIP Universitas Majalengka.
6. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Majalengka.
7. Akhirnya, teriring doa yang tulus semoga segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis mendapatkan balasan dan ridho Allah SWT, dan semoga artikel ini memberi manfaat khususnya bagi dunia pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W. & Krathwol, D. R. (2010). *Kerangka Landasan Untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Arikunto, S. (2005). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Aryulina, D. et al (2007). *Biologi 2 SMA dan MA*. Jakarta: Erlangga.
- Azwar, S. (2009). *Sikap Manusia teori dan Pengukurannya*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Campbell. (2009). *Biology Eight Edition*. San Francisco: pearson Benjamin Cummings.
- Campbell. (2012). *Biology Concepts & Connections Seventh Edition*. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Carin, A. A. & Sund, R. B. (1989). *Teaching Science Throught Discovery Eight Edition*. Columbus, Ohio: Merril Publishing Co.
- Cartono & Sutarto. T. (2006). *Penilaian Hasil Belajar*. Bandung: Prisma Press prodaktama.
- Dahar, R. W. (1989). *Teori-teori Belajar*. Jakarta. Erlangga
- Dahlan, D. (2008). *Psikolog Perkembangan Anak & Remaja*. Bandung: Remja Rosdakarya.

- Departemen Pendidikan Nasional. (2006). *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Tingkat SMA, MA, SMALB, SMK dan MAK*. Jakarta: Sekretariat Jenderal Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia.
- Enis, R, H. (1996). *Critical Thinking and Communication*. USA: Prentice-Hall, Inc.
- Hamalik. (2001). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Hanafiah, N et al. (2010). *Konsep Strategi Pembelajaran*. Bandung: Refika Aditama.
- Isjoni. (2010). *Cooperative Learning*. Bandung: Alfabeta.
- Komalasari. K. (2010). *Pembelajaran Kontekstual*. Bandung: Refika Aditama.
- Lie, A. (2010). *Cooperative Learning*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Sagala, S. 2010. *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Slavin, R. E. (2008). *Cooperative Learning*. Bandung: Nusa media.
- Sudjana, N. (2009). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Rosdakarya.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suhaerah, L. 2007. *Pengantar Statistika Untuk Pendidikan Biologi*. Bandung: Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Pasundan.
- Suprjono. A. (2011). *Cooperative Learning*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Vui, T. (2001). Mathematical Investigation. Makalah disajikan pada Seameo Recsam, Penang, Malaysia, 26 February – 7 April 2001
- Witkin, H. A, Moore, C. A, Goodenough, D. R. & Cox. P. W. (2010). Field Dependent and Field Independent Cognitive Styles and Their Educational Implication. *Review of Educational Research*, 1(47), 1-64.

KORELASI KEMAMPUAN MEMECAHKAN MASALAH DENGAN KECERDASAN NATURALIS MELALUI *GUIDED INQUIRY* BERBANTUAN *MACROMEDIA FLASH*

Muhamad Kurnia Sugandi

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Majalengka
Jln. K.H. Abdul Halim No. 103 Majalengka 45418
e-mail: andymks60@gmail.com / andi@unma.ac.id

Abstrak. Permasalahan pada penelitian ini yaitu kemampuan memecahkan biologi masih rendah ini terbukti dari ketuntasan belajar siswa pada konsep ekosistem masih belum maksimal, dan kesadaran siswa terhadap lingkungan masing rendah ini terbukti ada sejumlah siswa yang masih gemar membuang sampah sembarangan, merusak tanaman yang ada dilingkungan, bahkan menyakiti hewan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode korelasional dengan populasi seluruh siswa kelas VII MTs Negeri 2 Kabupaten Majalengka, sebanyak 6 kelas. Teknik pengambilan sampel menggunakan cluster random sampling sebanyak 1 kelas, kelas yang dijadikan kelas eksperimen yaitu kelas VII E. Hasil penelitian, analisis data menunjukkan nilai Asymp. Sig (2-tailed) sebesar $0,777 > 0,05$ bahwa data berasal dari distribusi normal, nilai signifikansi (Sig.) linearitas adalah $0,676 > 0,05$ dan nilai $F_{hitung} 0,396 < F_{tabel} 3,32$. dapat disimpulkan bahwa ada hubungan linear secara signifikan antara kemampuan memecahkan masalah dengan kecerdasan naturalis, dan pengujian hipotesis menunjukkan nilai sig. (2-tailed) sebesar $0,005 < 0,05$ dan berdasarkan nilai $r_{hitung} 0,460 > r_{tabel} 0,334$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara variabel kemampuan memecahkan masalah dengan variabel kecerdasan naturalis menggunakan model guided inquiry menggunakan macromedia flash bahwa ada korelasi positif.

Kata Kunci: guided inquiry, kecerdasan naturalis, kemampuan memecahkan masalah.

Abstract. The problem in this study is that the ability to solve biology is still low as evidenced by students' mastery of learning on the ecosystem concept is still not maximal, and students' awareness of their respective environments is proven by a number of students who still like to litter, damage plants in the environment, even hurt animal. The research method used is a correlational method with a population of all seventh grade students of State MTs 2 Majalengka Regency, as many as 6 classes. The sampling technique uses cluster random sampling as many as 1 class, the class used as the experimental class is class VII E. The results of the study, data analysis shows the value of Asymp. Sig (2-tailed) of $0.777 > 0.05$ that the data is from the normal distribution, the significance value (Sig.) Linearity is $0.676 > 0.05$ and the calculated F value is $0.396 < F_{table} 3.32$. It can be concluded that there is a significant linear relationship between problem solving skills and naturalist intelligence, and hypothesis testing shows the value of sig. (2-tailed) of $0.005 < 0.05$ and based on the value of r count $0.460 > r_{table} 0.334$, it can be concluded that there is a significant correlation between the problem solving ability variable and the naturalist intelligence variable using the guided inquiry model using macromedia flash that there is a positive correlation.

Keywords: guided inquiry, naturalis intelligence, problem solving.

PENDAHULUAN

Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, Pasal 1 angka 1 menyebutkan bahwa pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar siswa secara aktif dapat mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara.

Kegiatan belajar mengajar pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang. Selain itu kegiatan belajar mengajar juga memotivasi siswa agar berpartisipasi aktif, memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis siswa. Satuan pendidikan harus

melakukan perencanaan pembelajaran, pelaksanaan proses pembelajaran serta penilaian proses pembelajaran untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas ketercapaian kompetensi lulusan.

Kemampuan memecahkan masalah pada umumnya sering digunakan dalam pembelajaran matematika, fisika, dan kimia. Memecahkan masalah adalah suatu tindakan untuk menyelesaikan masalah dengan memanfaatkan perhitungan dan pertimbangan secara matematis, sehingga dapat menemukan solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Pada pembelajaran biologi pun diperlukan kegiatan memecahkan masalah untuk menghadapi materi pembelajaran yang dianggap sulit dan sukar untuk dimengerti.

Pemecahan masalah biologi berbeda dengan pemecahan masalah pada pembelajaran matematika. Pemecahan masalah biologi dengan menggunakan metode ilmiah yaitu sebuah langkah-langkah kerja rutin untuk dapat mempelajari keteraturan dan juga hubungan antara fenomena-fenomena yang sedang dipelajari. Berdasarkan hasil observasi penulis di lapangan kemampuan memecahkan biologi masih rendah ini terbukti dari ketuntasan belajar siswa pada konsep ekosistem masih belum maksimal.

Kecerdasan naturalis adalah kecerdasan untuk menikmati dan memahami alam, memanfaatkan alam secara produktif, serta dapat menggunakan pengetahuan yang dimilikinya untuk mengelola alam dengan baik. Adapun karakteristik seseorang yang memiliki kecerdasan naturalis adalah mampu memahami tingkah binatang, gemar merawat tanaman, mencintai lingkungan dan suka melakukan aktivitas *outdoor* di alam. Kondisi riil membuktikan masih banyak siswa yang tidak peduli dengan lingkungan sekitarnya, ini terbukti ada sejumlah siswa yang masih gemar membuang sampah sembarangan, merusak tanaman yang ada dilingkungan, bahkan menyakiti hewan.

Salah satu alternatif untuk bisa meningkatkan kemampuan memecahkan masalah pada pembelajaran biologi dan menumbuhkan kecerdasan naturalis siswa adalah model *guided inquiry* menggunakan *macromedia flash*. Pada model pembelajaran *guided inquiry* seorang guru berperan aktif dalam menentukan permasalahan dan tahap-tahap pemecahannya, yang dapat membuat siswa belajar lebih berorientasi pada bimbingan dan petunjuk dari guru untuk dapat memahami konsep-konsep pelajaran, mampu menyelesaikan masalah dan menarik suatu kesimpulan secara mandiri. *Macromedia flash* dalam penelitian ini membantu proses pembelajaran agar lebih menarik siswa karena menyajikan materi pembelajaran dalam bentuk gambar vektor maupun animasi.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

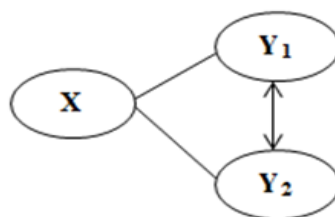
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode korelasional, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan dan tingkat hubungan antara dua variabel atau lebih tanpa ada upaya untuk mempengaruhi variabel tersebut sehingga tidak terdapat manipulasi variabel (Faenkel & Wallen, 2008). Dalam penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara variabel kemampuan memecahkan masalah dengan kecerdasan naturalis.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII sebanyak 6 kelas dengan jumlah sebanyak 256 siswa. Sampel diambil dengan menggunakan teknik *cluster random sampling* sebanyak satu kelas yaitu kelas VII E.

Desain Peneliti

Desain yang digunakan dalam penelitian korelasional ini dapat dilihat pada skema berikut:



Gambar 1. Desain Penelitian

Keterangan:

X : model *guided inquiry* menggunakan *macromedia flash*

Y1 : kemampuan memecahkan masalah

Y2 : hasil belajar peserta didik

←→ : hubungan (korelasi) antara Y1 dan Y2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengujian Prasyarat Analisis

Uji Prasyarat analisis dalam penelitian ini ada dua, yaitu uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* dan uji linearitas. Dalam uji prasyarat maka nilai signifikansi harus lebih dari 0,05 Ringkasan perhitungan uji normalitas dan linearitas menggunakan SPSS 21 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		35
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,0000000
	Std. Deviation	8,08110571
	Absolute	,112
Most Extreme Differences	Positive	,098
	Negative	-,112
	Kolmogorov-Smirnov Z	,660
Asymp. Sig. (2-tailed)		,777

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Nilai Asymp. Sig (2-tailed) sebesar $0,777 > 0,05$ dapat disimpulkan bahwa data berasal dari distribusi normal (Tabel 1).

Tabel 2. Uji Linearitas

ANOVA Table							
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kecerdasan Naturalis	*Between Groups	(Combined)	27,208	3	9,069	3,112	,040
		Linearity	24,901	1	24,901	8,545	,006
		Deviation from Linearity	2,308	2	1,154	,396	,676
Kemampuan Memecahkan	Within Groups		90,334	31	2,914		
	Total		117,543	34			

Nilai signifikansi (Sig.) linearitas adalah $0,676 > 0,05$ dan nilai $F_{hitung} 0,396 < F_{tabel} 3,32$. Dapat disimpulkan bahwa ada hubungan linear secara signifikan antara kemampuan memecahkan masalah dengan kecerdasan naturalis (Tabel 2).

Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis menggunakan analisis korelasi *Bivariate Person* menggunakan SPSS 21. Analisis korelasi *Bivariate Person* ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidak adanya hubungan yang linear antar variabel penelitian yang datanya masing-masing berdistribusi normal. Berikut ringkasan hasil uji hipotesis menggunakan analisis korelasi *Bivariate Person* menggunakan SPSS 21:

Tabel 3. Ringkasan Uji Korelasi

		Correlations		
		Guided Inquiry Menggunakan Macromedia Flash	Kemampuan Memecahkan Masalah	Kecerdasan Naturalis
Guided Inquiry Menggunakan Macromedia Flash	Pearson Correlation	1	,482**	,535**
	Sig. (2-tailed)		,003	,001
	N	35	35	35
Kemampuan Memecahkan Masalah	Pearson Correlation	,482**	1	,460**
	Sig. (2-tailed)	,003		,005
	N	35	35	35
Kecerdasan Naturalis	Pearson Correlation	,535**	,460**	1
	Sig. (2-tailed)	,001	,005	
	N	35	35	35

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nilai sig. (2-tailed) antara kemampuan memecahkan masalah dengan kecerdasan naturalis adalah sebesar $0,005 < 0,05$ dan berdasarkan nilai $r_{hitung} 0,460 > r_{tabel} 0,334$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara variabel kemampuan memecahkan masalah dengan variabel kecerdasan naturalis menggunakan model *guided inquiry* menggunakan *macromedia flash* (Tabel 3).

Untuk mengetahui kemampuan memecahkan masalah dapat meningkatkan kecerdasan naturalis dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Kemampuan Memecahkan Masalah dapat Meningkatkan Kecerdasan Naturalis

(Model Summary)				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.460 ^a	.212	.188	1.676

Nilai R sebesar 0,460 hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh kemampuan memecahkan masalah terhadap kecerdasan naturalis, sebesar 46,0 % adapun sisanya sebesar 21,2 % dipengaruhi oleh faktor lain (Tabel 4).

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dengan mengimplementasikan model *guided inquiry* menggunakan *macromedia flash*, hasil uji analisis korelasi *Bivariate Person* menggunakan SPSS 21, menunjukkan nilai yang signifikan 0,005. Dengan menggunakan taraf signifikansi 5%, maka dapat disimpulkan hipotesisnya adalah tolak H_0 karena $0,005 < 0,05$. ini menunjukkan adanya korelasi antara kemampuan memecahkan masalah biologi dengan kecerdasan naturalis siswa menggunakan model *guided inquiry* berbantuan *macromedia flash*.

Hubungan antara kemampuan memecahkan masalah dengan kecerdasan naturalis siswa ini memiliki koefisien korelasi sebesar 0,460. koefisien korelasi berfungsi untuk mengetahui interpretasi hubungan kemampuan memecahkan masalah dengan kecerdasan naturalis. Berikut tabel interpretasinya:

Tabel 5. Pedoman untuk Memberikan Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Interpretasi
0,00 - 0,199	Sangat rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,000	Sangat kuat

Sumber: Sugiyono (2015)

Hasil yang di peroleh adalah 0,460. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan memecahkan masalah dengan kecerdasan naturalis melalui model *guided inquiry* menggunakan *macromedia flash* memiliki kekuatan hubungan positif yang sedang (Tabel 5).

Korelasi antara kemampuan memecahkan masalah dengan kecerdasan naturalis dipengaruhi oleh ketepatan model *guided inquiry* menggunakan *macromedia flash* yang sehingga dapat meningkatkan kemampuan memecahkan masalah biologi dan kecerdasan naturalis siswa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Arifuddin, 2018) bahwa berdasarkan hasil observasi aktivitas guru pada proses pembelajaran sebesar 83% dengan kategori baik dan hasil obsevasi aktivitas siswa sebesar 60% dengan kategori cukup. Sementara itu kemampuan pemecahan masalah matematika siswa mengalami peningkatan sebesar 0,78 dengan kategori tinggi. Pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa meningkatnya kemampuan memecahkan masalah mempengaruhi kecerdasan naturalis meningkat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengolahan data dan pengujian hipotesis, penulis dapat menyimpulkan bahwa terdapat korelasi kemampuan memecahkan masalah dengan kecerdasan naturalis melalui model *guided inquiry* menggunakan *macromedia flash* pada konsep ekosistem di kelas VII MTs Negeri 2 Kabupaten Majalengka. Hal ini bisa diartikan bahwa kemampuan memecahkan masalah siswa tinggi akan berdampak pada peningkatan kecerdasan naturalis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari dalam pelaksanaan penelitian ini, masih banyak kekurangan baik karena keterbatasan kemampuan maupun pengetahuan penulis. Oleh karena itu dalam kesempatan ini dengan penuh ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Universitas Majalengka yang telah memfasilitasi penulis dalam melaknakan penelitian ini pada tahun akademik 2018/2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, K. (2017). *Pembelajaran Berbasis Inkuiri Metode Dan Aplikasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Amstrong, T. (2013). *Kecerdasan Multipel di Dalam Kelas*. Jakarta: Indeks.
- Arikunto, S. (2009). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi)*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Arsyad, A. (2010). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Dewi, N. L. (2013). *Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Sikap Ilmiah dan Hasil Belajar IPA*. Retrieved from : pasca.undiksha.ac.id/e-journal/index.php/jurnal_pendas/article.
- Gardner, H. (2009). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences*. The 21th Century. New York: Basic Books.
- Jainuri, M. (2016). *Kemampuan Pemecahan Masalah*. Retrieved from :https://www.academia.edu/6942530/Kemampuan_Pemecahan_Masalah
- Khoerunnisa, Y. (2017). *Pengaruh Penggunaan Strategi Pembelajaran Inquiry terhadap Kecerdasan Naturalis Anak Usia Dini di Kabupaten Majalengka*. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.14421/al-athfal.2018.41.03>.
- Khusrianto, A. (2017). *Membuat Animasi Web Dengan Macromedia Flash Professional 8*. Jakarta
- Lazear, D. (2014). *Higher Order Thinking the Multiple Intelligences Way*. Chicago: Zephyr Press.
- Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar Dan Menengah
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmarani, D et al. (2018). *Korelasi Antara Kecerdasan Naturalis dengan Kesadaran Lingkungan Siswa SD IT Muhammadiyah Bandongan Magelang*. hal 246-253.
- Stepen S. Carey. (2015). *Kaidah-Kaidah Metode Ilmiah: Panduan untuk Penelitian dan Critical Thinking*. Bandung: Nusa Media

PENGEMBANGAN KOMIK SAINS BERBASIS KONTEKSTUAL PADA KONSEP INDERA PENGLIHATAN

Ipin Aripin^{*1}, Ines Supelma², M. Kurnia Sugandi³

^{1,2,3}Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Majalengka,
Jln. KH. Abdul Halim No. 103 Majalengka, Telp. (0233) 281496, 45418
e-mail: ¹i.arifin85@gmail.com, ²ines_supelma1995@gmail.com, ³andymks60@gmail.com

Abstrak. Media pembelajaran memegang peranan penting dalam memfasilitasi komunikasi antara guru dan siswa. Salah satu bentuk media pembelajaran yang relevan digunakan untuk siswa SMP adalah komik. Media komik dipilih karena mudah dipelajari dan lebih menarik perhatian untuk siswa jenjang SMP. Penelitian ini menggunakan metode R&D dengan model ADDIE (Analyze, Design, Development, Implementation and Evaluation) dengan tujuan utama mengembangkan media pembelajaran menggunakan komik yang layak, efektif dan menarik sebagai media pembelajaran konsep indera penglihatan untuk siswa SMP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komik sains yang dikembangkan menurut ahli media, ahli bahasa dan ahli konten termasuk kategori baik dan hasil implementasi komik dalam pembelajaran menunjukkan bahwa media tersebut efektif terbukti dari peningkatan N-gain sebesar 0,34 (sedang) dan sebanyak 82% siswa terlibat aktif dalam pembelajaran. Media komik sains dikembangkan yang dikembangkan sebagai alternatif pembelajaran biologi yang asik dan menyenangkan (edutainment). Media komik yang dikembangkan tergolong layak dan efektif digunakan pada pembelajaran biologi pada konsep indera penglihatan untuk siswa SMP.

Kata Kunci: indera penglihatan, komik Sains, kontekstual.

Abstracts. Learning media plays an important role in facilitating communication between teachers and students. One form of learning media that is relevant for junior high school students is comics. The comic media was chosen because it was easy to learn and more interesting to students in junior high school. This study uses the R & D method with the ADDIE model (Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation) with the main goal of developing learning media using appropriate, effective and interesting comics as a medium for visual perception concepts for middle school students. The results showed that science comics developed according to media experts, linguists and content experts including good categories and the results of the implementation of comics in learning showed that the media was effective as evidenced by an increase in N-gain of 0.34 (moderate) and 82% of students involved active in learning. Media comic science was developed which was developed as an alternative to fun and fun biology learning (edutainment). The developed comic media is classified as feasible and effective to be used in biology learning in the concept of the visual sense for middle school students the concept of the visual sense for middle school students.

Keywords: contextual, science comics, sense vision concept.

PENDAHULUAN

Media pembelajaran memberikan peranan penting dalam menjembatani keterbatasan transfer informasi dalam pembelajaran. Menurut Aripin (2012) salah satu faktor penunjang keberhasilan dalam transfer informasi dalam pembelajaran adalah dipengaruhi oleh penggunaan media yang tepat dengan karakteristik dan materi pembelajaran. Banyak alternatif media yang dapat digunakan guru dalam mendukung proses pembelajaran di kelas, salah satunya adalah komik. Pada awal mulanya komik banyak digunakan sebagai media hiburan yang sangat menarik karena kuatnya karakter dan penyajian visual yang disajikan. Saat ini komik sudah diadaptasi dalam berbagai bidang seperti media massa juga sebagai media dalam pendidikan.

Komik sendiri menurut Eisner (1985) merupakan gambar yang disusun secara beruntun yang ditujukan untuk memberikan informasi. Varnum & Gibbons (2001) mendefinisikan komik sebagai ‘bentuk naratif yang terdiri dari gambar-gambar yang disusun berurutan’. Bentuk umum komik termasuk strip komik pendek, buku komik, dan novel grafis. Bentuk-bentuk ini bervariasi dalam

panjang dan tingkat kompleksitas narasinya (Tatalovic, 2009). Oleh karena itu, komik sains merujuk pada media yang menggunakan narasi bergambar lucu untuk mengirimkan informasi ilmiah. Menurut Sumantri (2015) komik merupakan suatu bentuk kartun yang mengungkapkan karakter dan memerankan suatu cerita dalam urutan yang erat dihubungkan dengan gambar dan dirancang untuk memberikan hiburan kepada para pembaca. Daryanto (2010) menambahkan bahwa ekspresi yang divisualisasikan membuat pembaca terlibat secara emosional, sehingga pembaca tertarik untuk terus membacanya sampai selesai. Selain itu, unsur visual dan alur cerita yang ditampilkan dalam komik dapat mempengaruhi daya imajinasi dan visualisasi sehingga cocok digunakan dalam pembelajaran biologi yang banyak menyajikan representasi visual dalam bentuk gambar, kartun atau sejenisnya.

Dalam pendidikan sains menurut Koutníková (2017) penting bagi siswa untuk mengembangkan proses berpikir, belajar berdebat, dan secara aktif terlibat menyimpulkan proses pembelajaran. Dalam pembelajaran sains siswa harus belajar mengembangkan pengetahuan melalui eksplorasi, verifikasi, dan pencarian informasi yang konsisten untuk asumsi ilmiah dan argumen. Komik dapat memfasilitasi untuk mengembangkan konsep berpikir bagi siswa melalui penyajian konsep materi dalam bentuk visual.

Penelitian Lin (2015) tentang penggunaan komik sains dalam pembelajaran Nanoteknologi telah menunjukkan hasil yang positif dimana lebih banyak siswa yang lebih tertarik belajar nanoteknologi melalui komik daripada melalui teks biasa (buku teks), selain itu potensi komik sains untuk mengembangkan minat siswa dan masyarakat umum untuk belajar sains dengan membaca komik.

Komik sains sendiri merujuk pada media yang menggunakan narasi bergambar lucu untuk mengirimkan informasi ilmiah. Studi sebelumnya mengungkapkan bahwa humor dapat meningkatkan motivasi emosional dan intrinsik positif pembaca untuk meningkatkan minat mereka dalam dan belajar sains (Chen & Hsu, 2006; Roesky & Kennepohl, 2008 *dalam* Lin et. al., 2015). Adapun komik sains berbasis kontekstual yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah merujuk pada media komik yang dirancang secara kontekstual guna lebih dapat dimaknai dengan jelas oleh siswa karena direfleksikan dengan kejadian-kejadian dalam kehidupan sehari-hari.

Tujuan pengembangan komik sains dalam penelitian ini adalah untuk memfasilitasi pembelajaran sains yang lebih menyenangkan dan dapat meningkatkan motivasi belajar pada siswa. Penggunaan media komik seperti yang sudah dijelaskan pada penelitian Lin (2015) mampu memberikan perasaan rileks pada siswa saat belajar sains, sehingga siswa merasa tidak dibebani harus menguasai konsep tertentu, juga penyajian komik sains yang menarik dan interaktif memberi kesan positif pada pembelajaran yang pada akhirnya diharapkan akan meningkatkan minat belajar sains pada siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian riset dan pengembangan (R&D) dengan mengadopsi model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation and Evaluation*). Aplikasi yang digunakan dalam pengembangan komik sains dalam penelitian ini adalah *Comic life* dan untuk versi digitalnya menggunakan aplikasi Flipbook maker dengan materi subkonsep sistem indera penglihatan. Penelitian ini mengambil populasi di kelas VIII SMPN 6 Majalengka dengan menggunakan satu kelas sampel yang diambil secara purposive sampling. Data penelitian terdiri atas angket untuk penilaian ahli media, ahli materi, lembar observasi serta soal tes penguasaan konsep materi sub konsep sistem indera. Data yang telah terkumpul dianalisis secara kualitatif dan data kuantitatif dianalisis menggunakan software SPSS 24.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Berdasarkan hasil penelitian dapat dideskripsikan bahwa tahapan pengembangan komik sains berbasis kontekstual menggunakan pengembangan ADDIE terdiri atas 5 tahapan berikut.

Analyze

Fase pertama yang dilakukan pada tahapan analisis adalah: (1) menganalisis tujuan pembelajaran sesuai dengan kurikulum yang berlaku, dalam hal ini kurikulum yang digunakan adalah kurikulum 2013 revisi; (2) analisis karakteristik siswa meliputi analisis gaya belajar siswa berdasarkan hasil wawancara dengan wali kelas dan observasi di lapangan, (3) analisis kebutuhan media yang didasarkan pada indikator pembelajaran yang ingin dicapai, dan (4) analisis materi pembelajaran.

Design

Pada tahap desain, langkah yang dilakukan adalah membuat kerangka rancangan komik sains berbasis kontekstual.

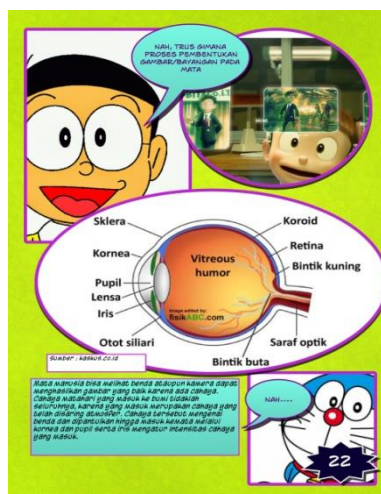
Development

Tahap pengembangan diawali dengan pembuatan *storyboard* dan pembuatan media pendukung seperti teks materi ajar, gambar dan karakter yang diperankan dalam komik terkait dengan gambar dan karikatur penulis menggunakan karakter yang sudah dikenal oleh siswa dalam hal ini menggunakan kartun Doraemon sebagai karakter agar lebih familiar dan menarik perhatian siswa.



Gambar 1. Sampul Depan Komik Sains

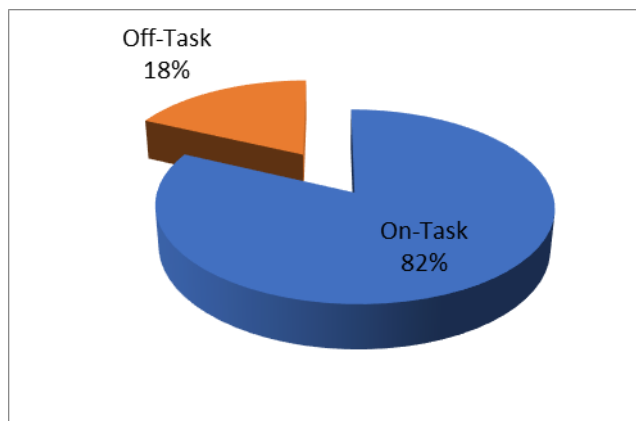
Storyboard menjadi acuan dalam penyusunan komik yang akan dikembangkan. Berikut disajikan bagian dalam komik yang telah dikembangkan.



Gambar 2. Bagian Isi Cerita dalam Komik

Implementation

Tahap implementasi melalui penggunaan di kelas dilakukan menggunakan desain penelitian *one grup pretest posttest design* (Creswell, 2009). Untuk mengetahui hasil implementasi berupa hasil observasi aktivitas dan respon siswa selama melakukan pembelajaran menggunakan media komik sains berbasis kontekstual pada materi sistem indera penglihatan (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil Observasi Implementasi Penggunaan Komik Sains

Aktivitas pembelajaran siswa selama 80 menit yang diukur setiap 10 menit memperlihatkan rata-rata aktivitas pendukung pembelajaran (*on-task*) sebesar 82% dan aktivitas yang kurang mendukung pembelajaran (*off task*) sebesar 18% (Gambar 3). Dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa fokus dan aktif dalam proses pembelajaran seperti mempelajari materi, mengerjakan quiz dan menyelesaikan soal evaluasi dalam komiks. Adapun aktivitas yang termasuk *off task* seperti bercanda, mengobrol, bercanda aktivitas tersebut muncul selama proses implementasi dalam pembelajaran.

Evaluation

Hasil penilaian terhadap kelayakan media komik sains dalam pembelajaran yang telah dikembangkan menunjukkan bahwa media tersebut tergolong sangat layak menurut penilaian ahli media, ahli materi dan pengguna. Adapun rekap hasil penilaian sebagai berikut.

Tabel 1. Penilaian Kelayakan Komik Sains Sebagai Media Pembelajaran

No.	Penilai	Skor	Kelayakan
1.	Ahli media	3.32	Layak
2.	Ahli materi	3.50	Sangat Layak
3.	Pengguna	3.60	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa komik sains berbasis kontekstual yang dikembangkan memiliki konsistensi penilaian baik, yaitu tergolong layak dan sangat layak artinya media tersebut memiliki kualitas yang baik sebagai media ajar biologi pada konsep sistem indera. Hasil evaluasi terhadap penguasaan konsep siswa pada materi sistem indera diperoleh gambaran sebagai berikut.

Tabel 2. Skor Tes Penguasaan Konsep Siswa Dengan Menggunakan Komik Sains

Kelompok	Normalized Gain		Kesimpulan
	Skor	Kategori	
Atas	0,23	Rendah	Terdapat perbedaan Signifikan
Sedang	0,44	Sedang	
Bawah	0,37	Sedang	

Berdasarkan Tabel 2 di atas diketahui bahwa komik sains berbasis kontekstual pada konsep sistem indera yang dikembangkan pada penelitian ini efektif untuk semua level siswa, terutama pada siswa dengan kemampuan awal rendah.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengembangan komik sains berbasis kontekstual sebagai media pembelajaran pada materi Sistem Indera di SMPN 6 Majalengka menunjukkan bahwa komik sains berbasis kontekstual yang dikembangkan memiliki kategori layak dan sangat layak. Hasil implementasi penggunaan komik sains berbasis kontekstual juga memperlihatkan hasil yang positif terhadap aktifitas siswa dalam pembelajaran serta hasil belajar siswa pada materi sistem indera dengan peningkatan N-gain berkategori sedang. Pengembangan komik sains ini diharapkan dapat minat baca siswa serta minat belajar sains khususnya pada kajian biologi tentang Sistem Indera. Hasil tes PISA (*Programme for International Students Assessment*) tahun 2015 menunjukkan bahwa posisi siswa Indonesia berada pada ranking 63 dari 72 negara yang berpartisipasi. Hasil tersebut merepresentasikan rendahnya minat dan kualitas pembelajaran sains di Indonesia. Melalui media komik sains berbasis kontekstual ini diharapkan akan memberikan dampak positif terhadap peningkatan minat baca dan minat sains pada siswa khususnya di SMPN 6 Majalengka. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa penggunaan komik sains sebagai media pembelajaran mampu meningkatkan minat siswa terhadap sains serta merubah paradigma bahwa belajar sains itu sulit dan tidak menyenangkan. Kelebihan media komik sains sebagai media pembelajaran menurut Lin et al. (2015) antara lain: (1) komik menyajikan unsur humor sehingga siswa merasa lebih rileks belajar dan mendorong motivasi intrinsik pada siswa yang pada akhirnya mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran; (2) komik dapat menyajikan konteks materi yang rumit untuk diaplikasikan dalam kehidupan atau dipahami oleh siswa menjadi konteks yang lebih mudah. Komik dianggap sebagai media pembelajaran kontekstual yang efektif karena merupakan genre naratif yang terdiri dari gambar dan kata-kata. Narasi dapat dibuat dengan fenomena ilmiah dan dialog dalam peristiwa / konteks kehidupan nyata di mana peserta didik akan memahami hubungan antara sains dan kehidupan nyata; (3) komik menyajikan representasi visual dan penjelasan ilmiah yang mudah dipahami siswa.

Sejalan dengan pendapat dari Lin (2015), Daryanto (2013) berpendapat bahwa kelebihan dari komik berdampak pada kemampuan membaca siswa dan penguasaan kosa kata jauh lebih banyak dari siswa yang tidak menyukai komik. Kelebihan komik yang lainnya adalah penyajiannya mengandung unsur visual dan cerita yang kuat. Ekspresi yang di visualisasikan membuat pembaca terlibat secara emosional sehingga membuat pembaca untuk terus membacanya hingga selesai. Secara empirik siswa cenderung lebih menyukai buku yang bergambar, yang penuh warna dan divisualisasikan dalam bentuk realistis maupun kartun. Komik pembelajaran diharapkan mampu meningkatkan minat siswa untuk membaca sehingga pada akhirnya mampu meningkatkan hasil belajar siswa dan juga minat terhadap sains.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kami ucapkan kepada Prof. Dr. H. Sutarman, M.Sc selaku Rektor Universitas Majalengka serta Dr. Indra Adibudiman, M.Pd. yang telah memberikan dukungan materil dan moril untuk dapat mempublikasikan hasil penelitian ini, serta sivitas akademik Program Studi Pendidikan Biologi khususnya Muhamad Kurnia Sugandi dan Ines Supelma sebagai co-autor sekaligus partner yang telah membantu dalam penelitian dan publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aripin, I. (2012). Penggunaan Multimedia Interaktif (MMI) Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep, Berpikir Kritis, dan Retensi Konsep Sistem Reproduksi Manusia Pada Siswa SMA. *Jurnal Scientiae Educatiae*, 1(2), 71-80.
- Cresweell, J. W. (2009). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approach 2nd*. London: Sage Publications.
- Daryanto. (2010). *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.

- Lin, S. F et al. (2015). Are Science Comics a Good Medium for Science Communication? The Case for Public Learning of Nanotechnology. *International Journal of Science Education, Part B*, 2015 Vol. 5, No. 3, 276– 294
- Koutníková, M. (2017). The Application of Comics in Science Education. *Acta Educationis Generalis*, 7(3).
- OECD. (2015). *Pisa 2015 Result and Focus*. Retrived from <http://www.oecd.org/>
- Sumantri, M. S. (2015). *Strategi Pembelajaran*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada
- Tatalovic, M. (2009). Science Comics as Tools for Science Education and Communication: a Brief, Exploratory Study. *Journal of Science Communication*, 8(4), 1–17.
- Varnum, R. & Gibbons, C. T. (Eds.). (2001). *The Language of Comics: Word and image*. Jackson: University Press of Mississippi

IMPLEMENTASI METODE *STUDENT CREATED CASE STUDIES* UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS SISWA PADA KONSEP PENCEMARAN LINGKUNGAN

Yeni Suryaningsih

Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Majalengka, 45418
Jl. KH.Abdul Halim No.103 Majalengka, Telp.(0233)281496
e-mail: yenialrasyid@gmail.com

Abstrak. Proses belajar membutuhkan peranan guru dalam mengajar bukan hanya menekankan kepada apa yang dipelajari, akan tetapi menekan kepada bagaimana siswa harus belajar dengan pembelajaran yang kontekstual. *Student-Created Case Studies* merupakan salah satu metode pembelajaran *active learning* atau pembelajaran aktif yang menggunakan tipe diskusi kasus atau permasalahan mengenai pelajaran yang akan dipelajari sehingga dapat menghasilkan pembelajaran yang kontekstual. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui literasi sains siswa, yaitu kemampuan mengaplikasikan pengetahuan dan proses sains dalam situasi nyata yang dihadapi siswa. Hasil penelitian diperoleh nilai Sig $0.000 < 0.05$ artinya H_0 ditolak dan H_a diterima artinya terdapat perbedaan peningkatan literasi sains siswa yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dan presentase rata-rata angket respon siswa secara keseluruhan sebesar 80% dengan kriteria kuat. Dengan demikian hal itu menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran *student created case studies* yang terintegrasi dalam kegiatan pembelajaran merupakan metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan literasi sains siswa..

Kata Kunci: Literasi Sains, *Student Created Case Studies*

Abstract. The learning process requires the role of the teacher in teaching not only emphasizes what is learned, but emphasizes how students must learn with contextual learning. *Student-Created Case Studies* is one method of active learning or active learning that uses the type of case discussion or problem regarding the lessons to be learned so that it can produce contextual learning. This study aims to determine students' scientific literacy, namely the ability to apply knowledge and science processes in real situations faced by students. The results showed that the Sig $0,000 < 0.05$ value means that H_0 is rejected and H_a is accepted, meaning there is a difference in the increase in student scientific literacy that is significant between the experimental class and the control class. And the percentage of the average student response questionnaire as a whole is 80% with strong criteria. Thus it shows that the application of *student created case studies* that are integrated in learning activities is a method that can be used to improve students' scientific literacy.

Keywords: Science Literacy, *Student Created Case Studies*

PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil studi PISA (*Programme for International Student Assessment*) yang terakhir yaitu pada tahun 2015, diketahui bahwa kemampuan literasi sains siswa Indonesia ada peningkatan dari 382 poin pada tahun 2012 menjadi 403 poin di tahun 2015 (Tohir, 2016). Walaupun demikian Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) Kemdikbud, Totok supriyatno menyampaikan bahwa peningkatan capaian Indonesia tahun 2015 tersebut cukup memberikan optimisme, meskipun masih rendah dibanding rerata *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD).

Rendahnya kemampuan literasi sains akan menyulitkan siswa mendapatkan peluang dan menjawab tantangan di masa depan pada era globalisasi sekarang ini. Faktor penyebab rendahnya kemampuan literasi sains dipengaruhi oleh kualitas sekolah, kurikulum dan kualitas pengajaran dalam ketepatan memilih model, pendekatan dan metode. Kebanyakan pembelajaran di kelas masih bersifat konvensional dan bertumpu pada penguasaan konseptual dan tidak mengaitkan konten pelajaran dengan kehidupan sehari-hari. Sehingga siswa mengalami kesulitan dalam menggunakan keterampilan

dan pengetahuannya untuk menghadapi tantangan kehidupan yang lebih nyata. Keadaan ini diperparah oleh pembelajaran yang berorientasi pada hasil ujian.

Belajar merupakan suatu proses yang dilakukan seseorang untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku, hasil pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungan (Slameto, 2003). Dimana keterlibatan siswa secara aktif dalam pembelajaran biologi sangat diperlukan, sehingga apa yang dipelajari akan lebih tertanam dalam pikiran siswa. Dengan demikian literasi sains siswa akan terus meningkat mengikuti arus perkembangan ilmu pengetahuan.

Student-Created Case Studies merupakan salah satu metode pembelajaran *active learning* atau pembelajaran aktif yang menggunakan tipe diskusi kasus atau permasalahan mengenai pelajaran yang akan dipelajari. Schramm (Robert, 2014) esensi studi kasus adalah mencoba menjelaskan keputusan-keputusan tentang mengapa studi tersebut dipilih, bagaimana menimplementasikannya dan apa hasilnya. Literasi sains dapat ditanamkan dalam diri siswa melalui metode diskusi kasus. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nopitasari et al. (2012) dengan judul Pengaruh Metode *Student Created Case Studies* Disertai Media Gambar Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X Sma Negeri 1 Mojolaban Sukoharjo. Pada penelitian tersebut design yang digunakan yaitu *Posttest Only-Control Group Design* kepada 40 siswa kelas untuk kelas kontrol dan 37 siswa kelas eksperimen. Hasil dari penelitian tersebut dari data hasil analisis statistik menunjukkan bahwa metode pembelajaran *student created case studies* disertai media gambar berpengaruh terhadap kemampuan proses sains siswa.

Literasi sains dapat diartikan sebagai pemahaman atas sains dan aplikasinya bagi kehidupan masyarakat. Literasi sains dalam PISA didefinisikan sebagai kapasitas untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan dan menarik kesimpulan berdasarkan fakta dalam rangka memahami alam semesta dan perubahan yang terjadi karena aktivitas manusia. Penilaian literasi sains dalam PISA lebih difokuskan pada aplikasi pengetahuan dan keterampilan IPA siswa dalam situasi nyata serta tidak menguji aspek-aspek yang diberikan didalam kurikulum (Hayat, 2010).

Seseorang yang memiliki kemampuan literasi sains adalah orang yang memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan konsep-konsep sains yang diperoleh dalam pendidikan sesuai jenjangnya, mengenal produk teknologi yang ada disekitarnya beserta dampaknya, mampu menggunakan produk teknologi dan memeliharanya, kreatif dalam membuat hasil teknologi yang disederhanakan sehingga peserta didik mampu mengambil keputusan berdasarkan nilai dan budaya setempat (Rustaman, 2011) serta untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan diskusi.

Langkah dalam Metode *Student Created Case Studies* guru membagi kelas menjadi pasangan-pasangan atau kelompok, guru membagi permasalahan, kelompok melakukan diskusi, masing-masing kelompok membuat permasalahan kemudian menyampaikan hasil diskusi kepada peserta lain. Guru membimbing dalam pembelajaran dengan memberikan kesimpulan, refleksi dan evaluasi.

METODE PENELITIAN

Peneliti melakukan penelitian di kelas X semester Genap Tahun Ajaran 2017-2018 di SMAN 1 Maja Kabupaten Majalengka dengan teknik pengambilan sampelnya dengan *simple random sampling* yaitu memilih kelas yang memiliki kemampuan setara. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental (*Eksperimental Research*) dengan desain penelitian menggunakan model *pretest-posttest control group design*.

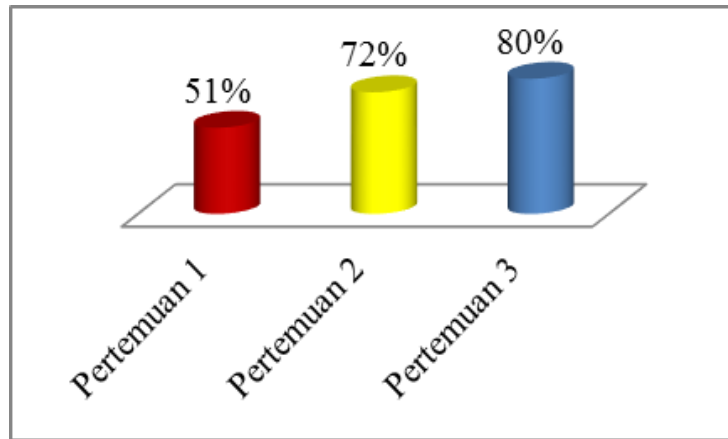
Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, tes, dan angket. Dan analisis data pada penelitian ini menggunakan uji Mann-Whitney Test. Uji prasyarat meliputi uji normalitas yang menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas yang menggunakan uji *Levene's*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Belajar Siswa dengan Penerapan Metode *Student Created Case Studies*

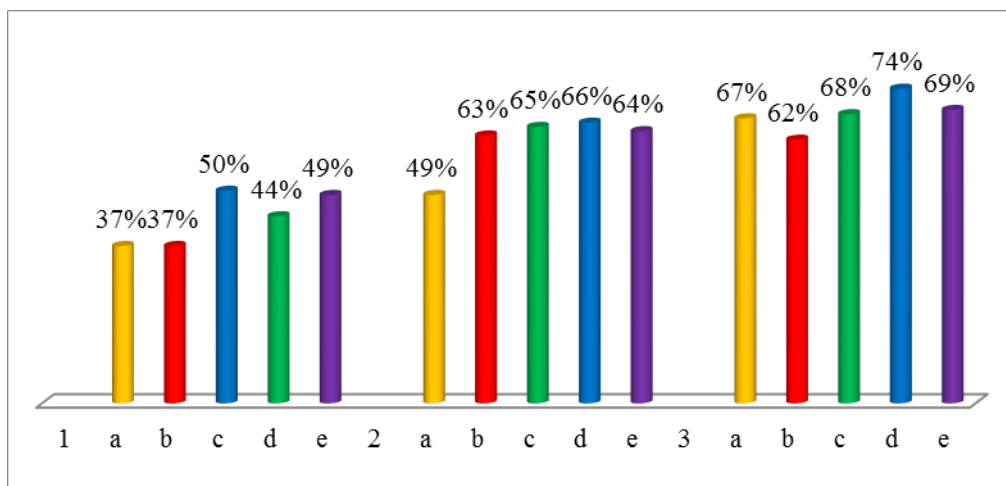
Observasi aktivitas belajar siswa ini hanya dilakukan pada kelas eksperimen saja, sedangkan kelas kontrol tidak dilakukan pengamatan. Penilaian observasi dilakukan oleh 5 orang *observer* yang masing-masing mengamati satu kelompok, dan satu kelompoknya terdiri atas 6-7 siswa.

Hasil observasi yang telah dilakukan pada proses pembelajaran dengan menerapkan metode *student created case studies*, diperoleh data aktivitas siswa yang cukup bervariasi. Aktivitas belajar siswa yang diamati terdiri dari 5 indikator, diantaranya yaitu Observasi, Mengelompokkan, menafsirkan pengamatan, mengajukan pertanyaan, dan Berkomunikasi. Hasil pengamatan observer (orang yang melakukan observasi) yang dilakukan selama penelitian berlangsung yaitu 3 x pertemuan, didapatkan data sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik rata-rata aktivitas belajar siswa secara keseluruhan

Gambar di atas menunjukkan rata-rata aktivitas belajar siswa dengan penerapan metode *student created case studies* secara umum di kelas eksperimen. Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan aktivitas belajar siswa pada setiap pertemuannya. Aktivitas belajar siswa kelas eksperimen pada pertemuan pertama sebesar 51% dengan kriteria cukup, pada pertemuan kedua menjadi 72% dengan kriteria baik, sedangkan pertemuan ketiga yaitu sebesar 80% dengan kriteria baik. Gambar tersebut menunjukkan adanya perbedaan aktivitas belajar siswa kelas eksperimen yang signifikan antara pertemuan pertama, dan kedua, dan ketiga dengan diterapkannya metode *student created case studies*. Data aktivitas siswa pada pertemuan kesatu, kedua, dan ketiga dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



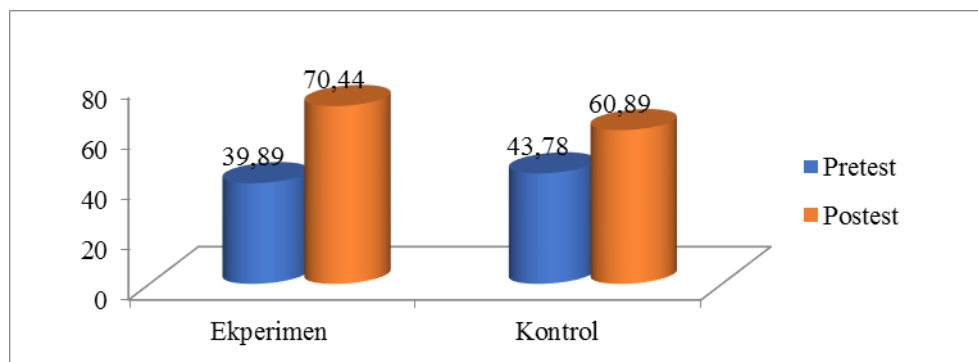
Gambar 2. Grafik Rekapitulasi Aktivitas Siswa pada Pertemuan pertama, Kedua dan ketiga untuk Setiap Indikatornya

- Keterangan:
- Indikator A : Observasi;
 - Indikator B : Mengelompokkan;
 - Indikator C : Menafsirkan Pengamatan;
 - Indikator D : Mengajukan Pertanyaan;
 - Indikator E : Berkomunikasi;

Berdasarkan grafik aktivitas belajar siswa pada pertemuan pertama nilai tertinggi diperoleh pada indikator c (menafsirkan pengamatan) sebesar 50%, pada pertemuan kedua nilai tertinggi diperoleh pada indikator d (mengajukan pertanyaan) sebesar 66%, sedangkan pada pertemuan ketiga nilai tertinggi diperoleh pada indikator d (Mengajukan pertanyaan) sebesar 74%. Sehingga dapat dikatakan bahwa penerapan metode pembelajaran *student created case studies* pada konsep pencemaran lingkungan dapat meningkatkan literasi sains siswa.

Perbedaan Peningkatan Literasi Sains Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol Peningkatan Literasi Sains Berdasarkan keseluruhan Aspek Literasi Sains

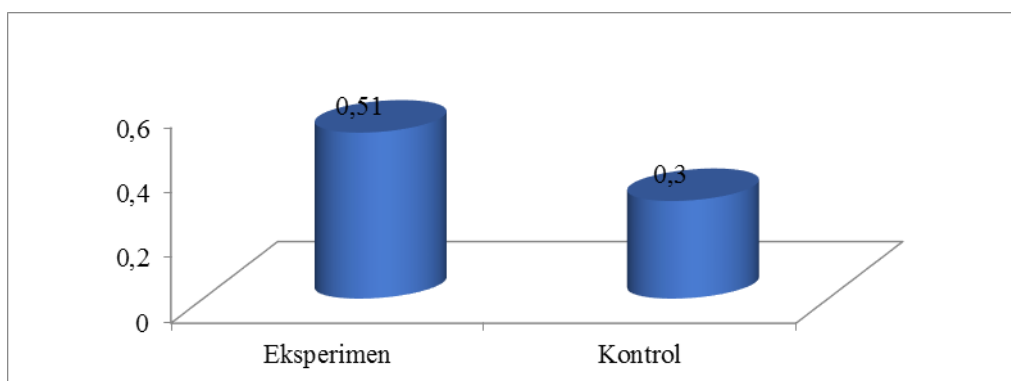
Penerapan metode *student created case studies* untuk meningkatkan literasi sains menghasilkan nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen berbeda dengan kelas kontrol. Hasil rata-rata *pretest-posttest* kelas eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 3. Grafik rata-rata Nilai *Pretest-Posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol secara keseluruhan

Gambar di atas merupakan perolehan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kontrol. Kemampuan literasi sains siswa pada kelas eksperimen didapatkan nilai sebesar 39,89 sedangkan pada kelas kontrol didapatkan nilai rata-rata *pretest* sebesar 43,78. Jika dilihat perbedaan rata-rata *pretest* tidak jauh berbeda yaitu selisih 3,89. Adanya selisih tersebut menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki kemampuan awal yang tidak jauh berbeda dengan kelas kontrol bahkan berada dibawah nilai kelas kontrol. Kemampuan awal ini juga menunjukkan belum adanya perlakuan yang berbeda terhadap kedua kelas tersebut.

Nilai rata-rata *posttest* yang didapatkan kedua kelas memiliki selisih yang cukup jauh yaitu 9,55. Selisih nilai *posttest* menunjukkan adanya hasil dari suatu perlakuan. Walaupun demikian nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen masih berada dibawah kkm mata pelajaran Biologi yaitu 75. Hasil perbandingan nilai rata-rata N-Gain kelas eksperimen dan kelas kontrol secara umum dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Perbedaan rata-rata nilai N-gain kelas eksperimen dan kelas kontrol

Gambar di atas menunjukkan perbedaan nilai rata-rata *N-gain* kemampuan literasi sains siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan selisih yang cukup jauh. Hasil nilai rata-rata *N-gain* kelas eksperimen sebesar 0,51 lebih besar dibandingkan nilai rata-rata *N-gain* kelas kontrol sebesar 0,3. Keduanya termasuk dalam kriteria sedang.

Selisih yang cukup jauh menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang dihasilkan dari penerapan metode *student created case studies*. Kriteria sedang didapatkan pada kelas eksperimen dikarenakan penerapan metode *student created case studies* hanya diberikan tiga kali pertemuan. Jika intensitas penerapannya lebih sering literasi sains siswa lebih dapat ditingkatkan lagi. Sedangkan pada kelas kontrol peningkatannya sedikit karena metode yang diterapkan tidak memberikan hasil yang lebih tinggi dari penerapan metode *student created case studies*.

Analisis yang digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan peningkatan literasi sains siswa yaitu dengan uji statistik. Uji statistik yang digunakan adalah uji menggunakan SPSS V21. Uji yang dilakukan adalah uji prasyarat dan uji beda. Uji prasyarat terdiri atas uji normalitas untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Uji homogenitas bertujuan untuk melihat apakah kedua sample memiliki kesamaan varians atau tidak. Berikut tabel hasil perhitungan data normalitas dan homogenitas nilai *N-gain* kelas eksperimen dan kontrol.

Tabel 1. Hasil Uji Prasyarat pada data *N-gain* Literasi Sains

Data	Kelas	Uji Normalitas taraf signifikansi ($\alpha > 0,05$)		Uji Homogenitas
		Kolmogorov	Keterangan	
N-Gain	Eksperimen	0.135	Normal	0.415 (Homogen)
	Kontrol	0.200	Normal	

Hasil uji normalitas nilai *N-gain* pada kelas eksperimen dan kontrol dengan *Kolmogorov-Smirnov* memperoleh nilai signifikansi lebih dari 0.05 (Tabel 1). Berdasarkan hasil uji normalitas dengan menggunakan SPSS V21 dapat disimpulkan bahwa data *N-gain* pada kelas eksperimen dan kontrol berdistribusi normal. Kesimpulan hipotesisnya adalah H_a ditolak dan H_0 diterima, artinya data sampel dari populasi yang berdistribusi normal.

Setelah melakukan uji normalitas nilai *N-gain* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen, tahapan selanjutnya adalah melakukan uji homogenitas diketahui bahwa nilai sig. *N-gain* siswa pada kelas eksperimen dan kontrol semuanya berada diatas 0,05, maka H_0 diterima dan H_a ditolak, artinya data berdistribusi homogen.

Berdasarkan uji yang telah dilakukan sebelumnya yaitu uji normalitas dan uji homogenitas diketahui bahwa *N-gain* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal dan homogen, maka pengujian hipotesis mengenai kemampuan literasi sains siswa secara keseluruhan dilakukan dengan uji parametrik yaitu uji *Independent Sample Test* (t).

Tabel 2. Hasil Uji Hipotesis *Independent Sample T Test* Kelas Eksperimen dan Kontrol

Data	Uji Hipotesis	Nilai Sig (2-tailed) ($\alpha < 0,05$)	Keterangan
N-gain	<i>T Test</i>	0.000	Berbeda signifikan

Kriteria Pengujian:

- Jika nilai signifikansi atau sig. (2-tailed) $< 0,05$, maka artinya H_a diterima dan H_0 ditolak
- Jika nilai signifikansi atau sig. (2-tailed) $> 0,05$, maka artinya H_a ditolak dan H_0 diterima.

Berdasarkan table di atas hasil dari uji *Independent Sample T test* diperoleh nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) $0,000 < 0,05$, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Tingkat kepercayaan 95% dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kemampuan literasi sains siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol pada konsep pencemaran lingkungan di kelas X SMAN 1 Maja Kabupaten Majalengka. Hasil uji ini menunjukkan bahwa metode *student created case studies* lebih baik dari pada pembelajaran konvensional.

Peningkatan Hasil Literasi Sains pada Setiap Aspek Literasi Sains

Literasi sains memiliki empat aspek yaitu konten, proses, konteks dan sikap. Aspek yang diambil untuk dijadikan sebagai indikator dalam soal hanya konten, proses dan konteks. Aspek sikap dinilai melalui lembar observasi aktivitas siswa. Untuk mengetahui kemampuan literasi sains siswa

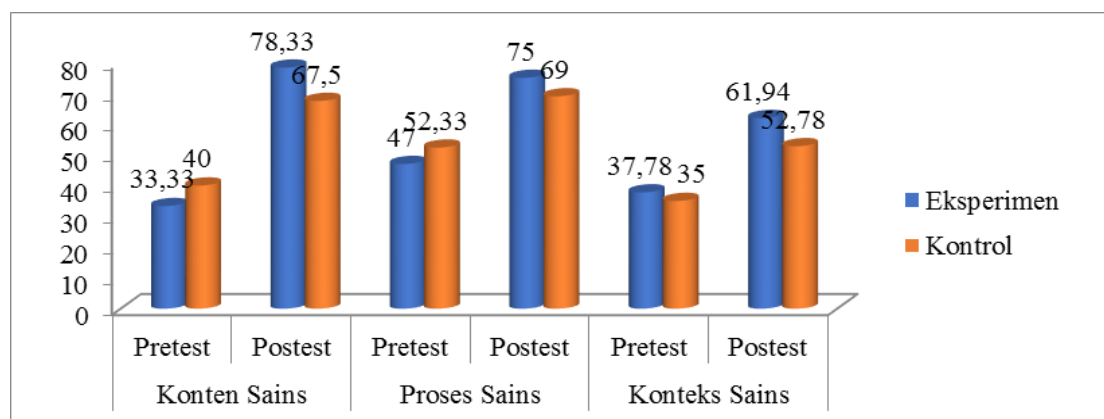
pada konsep pencemaran lingkungan, dilakukan analisis terlebih dahulu terhadap data skor *pretest*, *posttest* dan *N-gain* siswa pada setiap aspek literasi sains. Tahap pertama yaitu melakukan analisis yang meliputi pengelompokan soal-soal yang berjumlah 30 soal pilihan ganda yang disebar kedalam 3 aspek literasi sains yang diujikan menggunakan *Microsoft Office Excel 2007*. Pengelompokan soal-soal literasi sains siswa bertujuan sebagai salah satu upaya mengetahui kemampuan siswa pada setiap aspek literasi sains yang diujikan.

Tabel 3. Distribusi Soal Berdasarkan Tiga Aspek Literasi Sains

No	Aspek Literasi sains	Nomor Soal	Jumlah	Prosentase (%)
1	Konten	3,4,5,6,8,15, 24,30	8	20,67
2	Proses	1,2,7,16,17,18,20,23,27,29	10	33,33
3	Konteks	9,10,11,12,13,14,19,21,22,25,26,28	12	40
	Jumlah		30	100

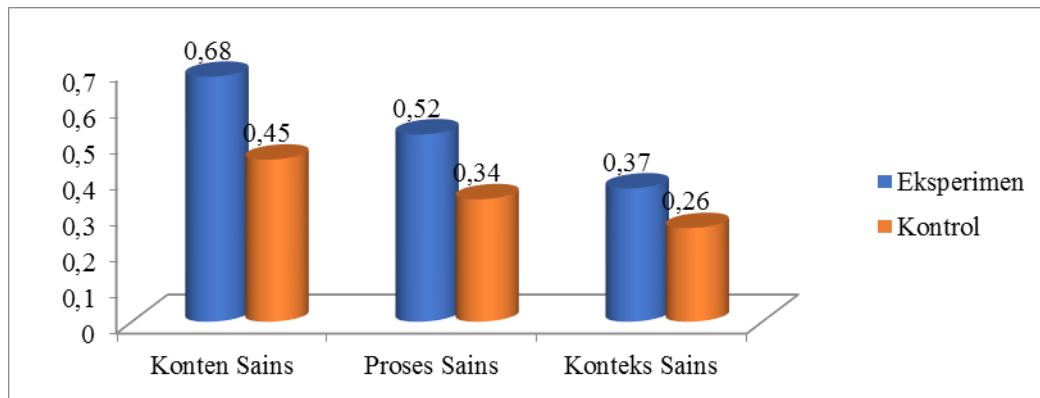
Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa jumlah soal aspek konteks lebih banyak daripada aspek konten dan proses. Ini dikarenakan soal yang digunakan lebih banyak mengarah pada kontekstual yang berkaitan dengan situasi kehidupan sehari-hari dan teknologi berkaitan dengan konsep pencemaran lingkungan. Aspek proses berjumlah lebih banyak dari konten karena penjabaran aspeknya yaitu mengidentifikasi pertanyaan ilmiah, menjelaskan fenomena ilmiah dan menggunakan bukti ilmiah. Aspek konten memiliki indikator seperti pengetahuan tentang alam yang ada dilingkungan dan pengetahuan tentang ilmu itu sendiri yang dimaksud disini adalah ilmu tentang pencemaran lingkungan.

Perbedaan peningkatan Literasi sains antara kelas eksperimen dan kontrol setiap aspek diketahui dari hasil *pretest*, *posttest* dan *N-gain* pada setiap aspek literasi sains siswa kedua kelas tersebut. Perbandingan nilai rata-rata untuk ketiga aspek tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Perbandingan Nilai rata-rata *pretest*, *posttest* pada kelas eksperimen dan kontrol setiap aspek

Berdasarkan gambar di atas, diketahui bahwa nilai rata-rata *pretest* kelas eksperimen untuk aspek konten, proses dan konteks sains sebesar 33,3; 47 dan 37,78. Sementara itu nilai *pretest* kelas kontrol untuk aspek konten, proses dan konteks sains sebesar 40; 52,33 dan 35. Sedangkan rata-rata nilai *posttest* eksperimen untuk aspek konten, proses dan konteks mencapai 78,33; 75 dan 61,94. Sementara itu nilai rata-rata *posttest* kelas kontrol untuk aspek konten, proses dan konteks mencapai 67,5; 69 dan 52,78. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai *posttest* kelas eksperimen untuk aspek konten, proses dan konteks sains lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kelas kontrol, Walaupun nilai *pretest* kelas kontrol lebih tinggi dibanding kelas eksperimen. Rata-rata perolehan *N-gain* kemampuan literasi sains untuk ketiga aspek Literasi sains dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Nilai rata-rata N-gain tiga aspek kemampuan Literasi sains

Gambar di atas menunjukkan data secara keseluruhan perolehan rata-rata *N-gain* kemampuan literasi sains siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada gambar tersebut dapat dilihat nilai *N-gain* kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol. Pada kelas eksperimen nilai rata-rata *N-gain* Literasi sains tertinggi ada pada aspek konten sebesar 0,68 yang termasuk kedalam katagori sedang. Rata-rata nilai *N-gain* terendah terdapat pada aspek literasi sains aspek konteks sebesar 0,37 termasuk dalam katagori sedang. Begitu pula nilai rata-rata *N-gain* literasi sains kelas kontrol tertinggi terdapat pada aspek konten sebesar 0,45 termasuk katagori sedang, dan nilai rata-rata *N-gain* terendah terdapat pada aspek konteks sebesar 0,26 termasuk katagori rendah.

Uji statistik yang dilakukan masih sama dengan uji statistik sebelumnya, yaitu uji prasyarat dan uji beda dengan menggunakan SPSS 21. Setelah diuji ternyata hasilnya bervariasi. Kesimpulan analisis aspek konten sains dan proses sains berdistribusi tidak normal sedangkan aspek konteks sains berdistribusi normal. Hasil dari uji prasyarat yang terdiri dari uji normalitas dan uji homogenitas dijelaskan pada tabel di berikut.

Tabel 4. Hasil uji prasyarat N-gain setiap Aspek Literasi Sains

Aspek Literasi Sains	Kelas	Uji Normalitas taraf signifikasi ($\alpha > 0,05$)		Uji Homogenitas
		Kolmogorov-Smirnov	Keterangan	
Konten Sains	Eksperimen	0.000	Tidak Normal	0,064 (Homogen)
	Kontrol	0.143	Normal	
Proses Sains	Eksperimen	0.137	Normal	0,581 (Homogen)
	Kontrol	0.016	Tidak Normal	
Konteks Sains	Eksperimen	0.200	Normal	0,377 (Homogen)
	Kontrol	0,070	Normal	

Berdasarkan tabel di atas didapatkan data normalitas dan homogenitas tiap aspek. Aspek konten memiliki nilai distribusi tidak normal. Nilai signifikansi kelas eksperimen yang lebih kecil dari 0,05 dan kelas kontrol yang memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 menyebabkan data berdistribusi tidak normal. Homogenitas bernilai 0,064 > 0,05. Kesimpulannya bahwa data berdistribusi tidak normal dan homogen.

Aspek proses memiliki nilai distribusi tidak normal. Nilai signifikansi kelas eksperimen yang lebih besar dari 0,05 dan kelas kontrol yang memiliki nilai signifikansi kecil dari 0,05 menyebabkan data berdistribusi tidak normal. Homogenitas bernilai 0,581 > 0,05. Kesimpulannya bahwa data berdistribusi tidak normal dan homogen.

Berbeda dengan kedua aspek sebelumnya, aspek konteks memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 pada kedua kelas sehingga data pada aspek konteks berdistribusi normal. Homogenitasnya 0,377 yang merupakan lebih besar dari 0,05 sehingga data bersifat homogen.

Berdasarkan hasil pemaparan uji prasyarat uji normalitas dan uji homogenitas untuk skor *N-gain* kemampuan literasi sains pada aspek konten, proses dan konteks. Maka dapat disimpulkan aspek

konten dan proses berdistribusi tidak normal. Oleh karena itu untuk mengetahui uji hipotesis non parametrik yaitu uji *Mann Whitney*. Uji ini merupakan alternatif untuk uji dua sampel independen (*Independent Samples t Test*). Tujuan dari uji *Mann Whitney U* adalah untuk membedakan kinerja kelompok yang terdapat dalam sampel ke dalam dua kelompok dengan dua kriteria yang berbeda. Sedangkan untuk aspek konteks menggunakan uji parametric yaitu uji T. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Hipotesis N-gain Pada setiap Aspek Literasi Sains

Aspek	Uji Hipotesis	Nilai Sig (2-tailed) ($\alpha < 0,05$)	Keterangan
Konten	<i>Mann Whitney U</i>	0,000	Berbeda signifikan
Proses	<i>Mann Whitney U</i>	0,004	Berbeda signifikan
Konteks	<i>T Test</i>	0,023	Berbeda signifikan

Berdasarkan tabel di atas didapatkan hasil ketiga aspek tersebut memiliki nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05 yang menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan literasi sains yang signifikan untuk aspek konten sains antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada konsep pencemaran lingkungan.

Respon Siswa Terhadap Penerapan Metode *Student Created Case Studies*

Respon siswa dalam suatu pembelajaran sangatlah penting karena dari respon tersebut dapat diketahui apakah perlakuan yang peneliti berikan kepada siswa dapat diterima atau bahkan ditolak oleh siswa. Setelah diterapkannya penerapan metode *student created case studies* diberikan pula angket untuk mengetahui respon yang diberikan siswa terhadap penerapan ini. Oleh karena itu, angket diberikan pada kelas eksperimen saja. Angket yang diberikan menggunakan skala Likert dengan *options* Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS).

Hasil analisis angket didapatkan prosentase yang paling tinggi yaitu mencapai 80% dengan kriteria kuat. Berdasarkan hasil angket yang didapatkan, siswa cenderung menyukai pembelajaran dengan pendekatan ini karena penerapan metode *student created case studies* memberikan suasana baru dalam proses pembelajaran bagi siswa karena belum pernah diterapkan pendekatan ini sebelumnya.

Penerapan metode *student created case studies*, merupakan pendekatan pembelajaran yang memberikan kesempatan pada peserta didik untuk ikut menghayati proses penemuan atau penyusunan suatu konsep, lalu menuntut siswa untuk berperan aktif dalam pembelajaran. Siswa diberikan ruang gerak yang lebih luas untuk berfikir mandiri, menemukan fakta-fakta, dan memberikan kesempatan pada siswa untuk bersentuhan dengan objek belajar sehingga siswa tidak bosan dan cenderung antusias saat pembelajaran. Pernyataan ini diperkuat dengan Mulyasa (2013) yang mengatakan bahwa kegiatan yang terpusat pada peserta didik (*student centered activities*) merupakan iklim yang dapat membangkitkan semangat belajar. Begitupun menurut Hamalik (2001) yang menyatakan bahwa proses belajar mengajar adalah suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan dan prosedur yang saling mempengaruhi mencapai tujuan pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam, shalawat serta salam semoga senantiasa dilimpahkan kehadiran junjungan alam Nabi Muhammad SAW kepada keluarga, sahabat dan para pengikutnya. Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan artikel Penelitian yang berjudul “Implementasi Metode *Student Created Case Studies* Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Pada Konsep Pencemaran Lingkungan”.

Dengan selesainya artikel ini penulis sampaikan rasa terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Sutarman, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Majalengka
2. Dr. Indra Adi Budiman, M.Pd Selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Majalengka.
3. Ipin Aripin, M.Pd, Selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Majalengka.

4. Kepala Sekolah SMAN 1 Maja Kabupaten Majalengka yang telah memberikan izin penelitian.
5. Rekan-rekan Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Majalengka.

Semoga segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis mendapatkan ridho Allah SWT, dan semoga artikel ini memberi manfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi dunia pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2012). *Dasar - Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Campbell et al. (2011). *Biologi Edisi 8 Jilid III*. Jakarta: Erlangga.
- Diana, R. (2015). Profil Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA Berdasarkan Instrumen *Scientific Literacy Assesments (SLA)*. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015 (285-291)*.
- Dimiyati et al. (2013). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Hamalik, O. (2001). *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Haryono. (2006). Model Pembelajaran Berbasis Peningkatan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 7(1), Semarang: UNNES.
- Kurniawan, A. (2009). *Belajar Mudah SPSS Untuk Pemula*. Yogyakarta: Mediakom.
- Mulyasa, E. (2013). *Pengembangan dan Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.
- Nopitasari, A et al (2012). Pengaruh Metode *Student Created Case Studies* Disertai Media Gambar Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X Sma Negeri 1 Mojolaban Sukoharjo. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(3).
- Odja. (2014). Analisis Kemampuan Awal Literasi Sains Siswa Pada Konsep IPA. *Prosiding Seminar Nasional Kimia. Gorontalo*.
- Rokhliyyah, Y. (2017). *Penerapan Metode Student Created Case Studies Disertai Media Gambar untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Konsep Pencemaran Lingkungan*. Cirebon: IAIN Syekh Nurjati.
- Rustaman, A. (2011). *Membangun Literasi Sains Peserta Didik*. Bandung: Humaniora.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta
- Sumantri, M. (2015). *Strategi Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Tiranto. (2009). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana Perdana Media Group.
- Tohir, Mohammad. (2016). Hasil PISA Indonesia Tahun 2015 Mengalami Peningkatan. Tersedia Online: <https://matematohir.wordpress.com/2016/12/08/hasil-pisa-indonesia-tahun-2015-mengalami-peningkatan/>.
- Usman et al. (2002). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Ciputat Pers.

PENGARUH PENDEKATAN LINGKUNGAN TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA KONSEP MAKANAN DAN KESEHATAN

Im Halimatul Mu'minah

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Majalengka
Jl. KH. Abdul Halim No.103 Majalengka 45418, Telp. (0233) 281496
e-mail: iimhalimatul1991@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini berdasarkan latar belakang bahwa mata pelajaran Biologi sering diidentikan dengan mata pelajaran hafalan saja sehingga siswa menjadi jenuh dan akhirnya mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep Biologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Makanan dan Kesehatan dengan pembelajaran melalui pendekatan lingkungan. Penelitian ini merupakan penelitian *Weak experiment* dengan desain penelitian yang digunakan "one group Pretest-posttest design". Sampel terdiri dari 5 kelas dan terpilih satu kelas sebanyak 35 siswa. Data kemampuan berpikir kritis dijarang melalui tes uraian. Kesimpulan penelitian berdasarkan hasil analisis pengolahan data menggunakan uji Paired Sample T-Test untuk kemampuan berpikir kritis siswa dan menggunakan SPSS 15 versi Windows. Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan yang signifikan pada kemampuan berpikir kritis siswa. Peningkatan kemampuan berpikir kritis termasuk kategori sedang dengan N-gain 0,41. Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pembelajaran melalui pendekatan lingkungan dapat menumbuhkan dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Kata kunci: Berpikir kritis, Makanan dan Kesehatan, Pendekatan Lingkungan.

Abstract. This research is based on the background that Biology subjects are often identified with memorizing subjects so that students become bored and eventually have difficulty understanding Biological concepts. The purpose of this study is to determine the increase in ability critical thinking skills of students on the material Food and Health with learning through environmental approaches. This research is *Weak experimental research* used "one-group pretest-posttest design" design. The sample consists of 5 classes and selected one class of 35 students. Data captured through the critical thinking skills test descriptions. Conclusion The study based on the analysis of data processing using Paired Sample T-Test for critical thinking skills of students and using SPSS 15 version of Windows. The results showed there is a significant increase in critical thinking skills of students. Increased ability to think critically medium category with N-gain of 0.41. Based on the results of statistical analysis showed that learning through environmental approaches can foster and improve the ability of critical thinking skills of students.

Keywords: Critical Thinking, Environmental Approaches, Food and Health.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) No.22 Tahun 2006 Tentang Standar Kompetensi dan Kometensi Dasar Kurikulum tingkat satua pendidikan, menjelaskan bahwa Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) termasuk Biologi berkaitan dengan cara memahami alam secara sistematis sehingga bukan hanya sebatas penguasaan kumpulan pengetahuan (produk ilmu) yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja, tetapi lebih sebagai proses penemuan. Pembelajaran IPA termasuk Biologi diharapkan dapat menjadi wahana bagi siswa untuk mempelajari diri sendiri dan lingkungannya, serta prospek penegmbangan lebih lanjut dengan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran IPA termasuk Biologi hendaknya menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi menjelajahi dan memahami alam secara ilmiah.

Observasi di Sekolah MTs Negeri 2 Majalengka telah dilakukan sebagai studi pendahuluan, hasil wawancara dengan guru Biologi menunjukkan bahwa pembelajaran Biologi lebih cenderung pada

metode ceramah saja. Hal ini menimbulkan kemampuan siswa secara intelektual, manual dan social menjadi kurang berkembang. Subyantoro (2009) menyatakan bahwa penyampaian informasi yang sarat dan dominan satu arah dari guru dan ceramah, menyebabkan sedikitnya kesempatan dan ruang bagi siswa untuk berinteraksi dengan objek kajian Biologi secara langsung. Oleh karena itu mata pelajaran Biologi sering diidentikkan dengan mata pelajaran hafalan saja sehingga siswa menjadi jenuh dan akhirnya mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep Biologi. Salah satu proses pembelajaran yang dapat diterapkan oleh seorang guru guna menjawab permasalahan-permasalahan pembelajaran tersebut untuk lebih mengaktifkan siswa dalam pembelajaran adalah dengan memanfaatkan lingkungan sekolah sebagai sumber belajar Guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Pembelajaran dilaksanakan secara terintegrasi menggunakan berbagai sumber belajar, salah satunya yaitu lingkungan sekolah, sehingga pengetahuan peserta didik menyeluruh tidak terpisahkan dalam tiap bidang studi.

Melalui kegiatan observasi di lingkungan sekitar sekolah diharapkan siswa memperoleh pengetahuan berdasarkan kegiatan yang mereka lakukan sendiri sehingga siswa tidak hanya cenderung menghafal semua materi yang telah diajarkan, tetapi siswa dapat lebih memahami konsep mengenai makanan dan hubungannya dengan kesehatan dan menerapkannya dalam menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan materi makanan dan hubungannya dengan kesehatan.

Pemanfaatan lingkungan sebagai sumber belajar dapat mempermudah siswa menyerap bahan pelajaran, lebih mengenal kondisi lingkungan yang sebenarnya merupakan pengetahuan dan keterampilan yang dialami serta turut berpartisipasi untuk menjaga dan memelihara lingkungannya. Rousseau dalam Barlia (2002) menyatakan bahwa: “Anak-anak sebaiknya belajar secara langsung dari pengalamannya sendiri, daripada hanya mengandalkan informasi dari buku-buku, guru pertamaku adalah kakiku, tanganku dan mataku, karena dengan inderaku itu mengajarku berpikir”.

Pemanfaatan Lingkungan sekitar sekolah adalah salah satu cara pembelajaran yang dilaksanakan diluar kelas dan menuntut siswa untuk dapat bernalar serta memahami materi sehingga dibutuhkan konsentrasi siswa yang tinggi. Siswa diharapkan mampu untuk menyimpulkan, mendefinisikan, merumuskan dan berfikir secara general.

Kebiasaan mengkonsumsi makanan jajanan sangat populer dikalangan anak-anak sekolah. Kebiasaan jajan tersebut sangat sulit untuk dihilangkan. Biasanya makanan jajanan yang mereka sukai adalah makanan dengan warna, penampilan, tekstur, aroma dan rasa yang menarik. Mereka juga pada umumnya membeli jenis makanan jajanan yang kandungan zat gizinya kurang beragam yaitu hanya terdiri dari karbohidrat saja atau karbohidrat dan lemak (minyak). Kegemaran anak-anak akan hal yang manis dan gurih dan sering dimanfaatkan oleh para penjual untuk menarik perhatian anak-anak. Makanan jajanan yang ditawarkan belum tentu menyehatkan, karena kebanyakan dari penjual makanan jajanan belum sepenuhnya memperhatikan kebersihan, keamanan dan kandungan gizi makanan yang diujakan. Hasil penelitian Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (YLKI) menyebutkan bahwa makanan jajanan anak yang berharga murah dan berbentuk makanan basah siap konsumsi yang dijual pedagang di sekitar lokasi sekolah masih dicampur dengan berbagai zat berbahaya.

Siswa-siswi membeli makanan jajanan pada saat jam istirahat sekolah. Hal ini berkaitan dengan salah satu alasan siswa-siswi mengkonsumsi jajanan yaitu untuk mengurangi rasa lapar setelah beberapa jam belajar di kelas.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut maka dirumuskan masalah sebagai berikut: “Bagaimanakah pengaruh pendekatan lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa?”

Agar pelaksanaan penelitian lebih terarah, secara terperinci permasalahan penelitian dijabarkan dalam beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimanakah peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dengan pembelajaran melalui pendekatan lingkungan pada konsep makanan dan kesehatan?
2. Bagaimanakah tanggapan siswa terhadap pembelajaran melalui pendekatan lingkungan pada konsep makanan dan kesehatan?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dengan pembelajaran melalui pendekatan lingkungan pada konsep makanan dan kesehatan
2. Untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap pembelajaran melalui pendekatan lingkungan pada konsep makanan dan kesehatan?

Manfaat Penelitian

1. Memberikan sumbangan pemikiran bagi pihak sekolah dalam meningkatkan kereligiusan sekolah bisa melalui sains dalam proses pembelajarannya melalui pendekatan lingkungan.
2. Memberikan masukan kepada pihak sekolah dalam menentukan model pembelajaran yang sesuai dengan upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *weak experimental design* dengan adanya kelompok sampel perlakuan tanpa sampel kontrol (Fraenkel&Wallen, 2009). Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *the one- group Pretest-Posttest design* (Frankel dan Wallen, 2012). Dengan menggunakan desain ini, subjek penelitian adalah satu kelas eksperimen tanpa pembandingan. Pada desain ini terdapat *pretest/tes* awal(O), pada kelompok subjek tunggal sebelum diberi perlakuan, Perlakuan(X), dan *posttest/tes* akhir (O) Dengan demikian hasil penelitian dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum diberi perlakuan.

Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun pelajaran 2015/2016 di MTs Negeri 2 Majalengka kabupaten majalengka

Subjek Penelitian

Penelitian ini melibatkan seluruh siswa kelas VIII. Dipilih siswa kelas VIII-B sebanyak 35 orang siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Zat-Zat Makanan dan Hubungannya dengan Kesehatan

Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi zat-zat makanan dan hubungannya dengan kesehatan diperoleh dari selisih skor *pretest* dan *posttest* selama pembelajaran. Skor maksimal kemampuan berpikir kritis siswa adalah 100 (Tabel 1).

Tabel 1 Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	N-Gain	Kategori
67,91	81,57	0,41	Sedang

Berdasarkan Tabel diatas dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas tersebut. Skor rata-rata Pretest sebesar 67,91. Berdasarkan Arikunto (2002) nilai tersebut termasuk kategori kurang. Namun, setelah Pembelajaran melalui pendekatan lingkungan pada materi materi zat-zat makanan dan hubungannya dengan kesehatan, skor rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa menjadi 81,57. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa pada kelas sampel, kemampuan berpikir kritis *posttest* lebih baik dari *pretest*. Tabel 1 pun menunjukkan skor N-Gain sebesar 0,41. Berdasarkan kategorisasi menurut (Meltzer, 2002) maka kelas sampel tersebut kemampuan berpikir kritisnya berada pada kategori sedang.

Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII-B mengalami peningkatan. Hal ini dapat disebabkan karena adanya proses pembelajaran melalui pendekatan lingkungan yang mengadopsi model Transteoritikal pada konsep

makanan dan kesehatan, sehingga berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa.

Tanggapan Siswa Terhadap Pembelajaran Melalui Pendekatan Lingkungan pada Materi Makanan dan Hubungannya dengan Kesehatan

Angket terdiri atas empat Aspek Pengukuran tanggapan yang dijabarkan ke dalam 12 pertanyaan (Tabel 2).

Tabel 2 Persentase Tanggapan Siswa

No	Aspek Tanggapan siswa	Persentase Tanggapan Siswa
1	Persepsi Siswa tentang Pengalaman Sebelumnya Mengenai pembelajaran melalui Pendekatan Lingkungan yang melibatkan kegiatan praktikum pada materi Makanan dan Kesehatan	72,5%
2	Pengembangan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa Mengenai pembelajaran melalui Pendekatan Lingkungan yang melibatkan kegiatan praktikum pada materi Makanan dan Kesehatan	77%
3	Ketertarikan Terhadap pembelajaran melalui Pendekatan Lingkungan yang melibatkan kegiatan praktikum pada materi Makanan dan Kesehatan	88%
4	Kemudahan dalam proses pembelajaran melalui Pendekatan Lingkungan yang melibatkan kegiatan praktikum pada materi Makanan dan Kesehatan	88,33%
Rata-Rata		81,46%

Rata-rata persentase tanggapan siswa diperoleh sebesar 81,46%, menunjukkan hampir seluruh siswa memberikan tanggapan positif terhadap pembelajaran melalui pendekatan lingkungan yang melibatkan kegiatan praktikum pada materi makanan dan hubungannya dengan kesehatan ini (Tabel 2). Dengan demikian pembelajaran melalui pendekatan lingkungan yang melibatkan kegiatan praktikum pada materi Makanan dan Kesehatan dapat digunakan sebagai pembelajaran IPA yang menyenangkan dan siswa percaya pembelajaran melalui pendekatan lingkungan yang melibatkan kegiatan praktikum pada materi makanan dan kesehatan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

KESIMPULAN

Penggunaan pendekatan lingkungan pada materi zat-zat makanan dan hubungannya dengan kesehatan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis secara signifikan. Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dapat diketahui melalui skor rata-rata siswa sebelum pembelajaran sebesar 67,91 lebih kecil dibandingkan skor rata-rata siswa setelah pembelajaran sebesar 81,57. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menggunakan pendekatan lingkungan. Rata-rata nilai *N-gain* 0,41 dan berada pada kategori sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan pendekatan lingkungan pada materi Makanan dan hubungannya dengan kesehatan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Tanggapan siswa dan guru terhadap pembelajaran dengan pendekatan pendekatan lingkungan pada materi zat-zat makanan dan hubungannya dengan kesehatan menunjukkan respon yang positif. Siswa menjadi lebih termotivasi untuk belajar IPA (Biologi) karena dilibatkan secara penuh selama proses pembelajaran berlangsung. Guru menyadari pentingnya melatih dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis bukan hanya sekedar mengetahui konsep saja, tapi bagaimana guru bisa mengajarkan siswa sehingga menghasilkan lulusan yang berkualitas dengan memiliki kemampuan berpikir kritis yang baik yang nantinya mereka siap menghadapi tantangan hidup di masa sekarang dan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

Afandi, Sugiyarto, & Sunarno, W. (2012). Pembelajaran Biologi Menggunakan Pendekatan Metakognitif Melalui Model *Reciprocal Learning* dan *PBL* Ditinjau dari Kemandirian Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Inkuiri*, 1(1), 86-92.

- Anggareni, N. W., Ristiati, N. P. & Widiyanti. (2013). Implementasi Strategi Pembelajaran Inkuiri Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemahaman Konsep IPA Siswa SMP. *E-Journal Program Pascasarjana UNDIKSHA Program Studi IPA*, 3.
- Agustian, D. (2014). Pengaruh Pembelajaran Ekosistem Berbasis Masalah Global Terhadap Penguasaan Konsep, Kemampuan Penalaran dan Kesadaran Lingkungan Siswa Kelas X. *Tesis. Magister PPs UPI Bandung*: Tidak diterbitkan.
- Agniya, E. W., Pramudiyanti & Achmad, A. (2014). Penggunaan Metode *Discovery* terhadap Aktivitas dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Bioterdidik*, 2(3).
- Aminah, S. & Hidayah, N. (2006). Pengetahuan Keamanan Pangan Penjual Makanan Jajanan Di Lingkungan Sekolah Kelurahan Wonogiri Kecamatan Semarang Selatan Kota Semarang. *Jurnal Litbang Universitas Muhammadiyah Semarang*, 4(3).
- Arafah, S. F., Priyono, B. & Ridlo, S. (2012). Pengembangan LKS Berbasis Berpikir Kritis pada Materi Animalia. *Unnes Journal of Biologi Education*, 1(1).
- Arends, R. I. (2008). *Learning to Teach*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- _____. (2012). *Learning to Teach Ninth Edition*. New York (USA): McGraw-Hill.
- Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- _____. (2006). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- _____. (2012). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ariyati, E. (2010). Pembelajaran Berbasis Praktikum untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Matematika dan IPA*, 1(2).
- Aryanti, F. (2013). Penerapan Problem Based Learning (PBL) Berbantuani Teknologi Informasi Dan Komunikasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Sikap Ilmiah Siswa Pada Konsep Pencemaran Lingkungan. *Tesis. Magister PPs UPI Bandung*: Tidak diterbitkan.
- Arnyana, I., B., P. (2007). Penerapan Model *PBL* Pada Pelajaran Biologi Untuk Meningkatkan Kompetensi Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan & Pengajaran UNDIKSHA*, 2.
- Astuti, R., Sunarno, W. & Sudasman, S. (2012). *Pembelajaran IPA dengan Pendekatan Keterampilan Proses Sains Menggunakan Metode Eksperimen Bebas Termodifikasi dan Eksperimen Terbimbing ditinjau dari Sikap Ilmiah dan Motivasi Belajar Siswa*. *Jurnal Inkuiri*, 1(1), 51-59.
- Brahim, T. K. (2007). Peningkatan Hasil Belajar Sains Melalui Pendekatan Pemanfaatan Sumber Daya Alam Hayati Di Lingkungan Sekitar. *Jurnal Lentera Pendidikan Penabur*, 9.
- Cahyadi, F. D., Suciati & Probosari, R. M. (2012). Penerapan Blended Learning Dalam Pembelajaran Biologi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI IPA Putra SMA Pondok Pesantren Assalam Sukoharjo. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(1), 15-22.
- Permenkes RI No. 722/Menkes/Per/IX/1988 Tentang Bahan Tambahan Makanan (BMT).
- Depkes RI. (1979). Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 235/Menkes/Per/VII/1979 Tentang Zat warna Tertentu yang dinyatakan sebagai Bahan Berbahaya.
- Ekawati, M., Munandar, A. & Saefudin. (2014). Efektifitas Penerapan Pendekatan Saintifik Berbantuan Bahan Ajar Berbasis Lingkungan Pesisir Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa. *Prosiding Mathematic and Sciences Forum 2014*, ISBN 978-602-0960-00-5.
- Ennis, R. H. (1981). *Critical Thinking*. New York: Prentice-Hall
- Fachruzi. (2011). Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Komunikasi Matematis Siswa Sekolah Dasar. *ISSN 1421-565X*, Edisi Khusus (1), Agustus 2011.
- Februhartanti, J. (2015). Amankah Makanan Jajanan Anak Sekolah di Indonesia?. [Online]. Tersedia: <http://www.gizi.net> (Diakses tanggal 11-06-2015)
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education (eighth ed.)*. Singapura: McGraw-Hill Book Co.
- French, T. G., Howel, J., Haven, P. & Britten. (2006). Designing My Pyramid for Kids Material to Help Children Eat Right, Exercise, Have Fun. *Journal Nutrition Education and behavior*, 38, 150-158.

POTENSI *Nasturtium indicum* (L.) DC. SEBAGAI TUMBUHAN MODEL DALAM PRAKTIKUM REPRODUKSI DAN EMBRIOLOGI TUMBUHAN

Dias Idha Pramesti

Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta
Jl. Marsda Adisucipto, Yogyakarta, telp. (0274) 55195
e-mail: dias.pramesti@uin-suka.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan memperoleh informasi tentang biologi reproduksi *Nasturtium indicum* serta potensinya sebagai tumbuhan model dalam praktikum reproduksi dan embriologi tumbuhan di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Metode yang digunakan adalah observasi struktur morfologi dan anatomi organ reproduksi tumbuhan tersebut yang selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif. Pengkajian mengenai potensi pemanfaatannya dalam praktikum dilakukan dengan membandingkan struktur dan mekanisme reproduksi *N. indicum* dengan tumbuhan lain dari Brassicaceae berbasis literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mekanisme polinasi *N. indicum* sangat terkait dengan tahap perkembangan bunga. Pada satu cabang perbungaan dapat ditemukan berbagai tahap perkembangan bunga, buah, biji dan embrio. Struktur dan mekanisme reproduksi tumbuhan ini memiliki kemiripan yang tinggi dengan tumbuhan model *Arabidopsis thaliana* khususnya dalam hal durasi masa reproduktif yang pendek, keberlimpahan jumlah biji serta keragaman fase perkembangan embrio. Oleh karena itu *N. indicum* yang keberadaannya cukup mudah dijumpai di lingkungan sekitar berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai tumbuhan model pada praktikum reproduksi dan embriologi tumbuhan.

Kata kunci: *Nasturtium indicum*, reproduksi dan embriologi tumbuhan, tumbuhan model.

Abstract. This study aims at obtaining information about reproductive biology *Nasturtium indicum* and its potential as a model plant in plant reproduction embryology practicum at UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. The method used is the observation of the morphological structure and anatomy of the plant's reproductive organs which are then analyzed qualitatively. The assessment of *N. indicum* utilization in practicum is carried out by comparing it with other Brassicaceae plants based on literature. The mechanism of pollination of *N. indicum* is strongly related to the stage of developing flowers. As an inflorescence, various stages of development of flowers, fruit, seeds, embryos are found in one plant. The reproduction structure and mechanism of *N. indicum* has similarities with a model plant *Arabidopsis thaliana* especially in reproductive period, the abundance of seeds and the diversity of phases of embryo development. It concluded that *N. indicum* can be used as model plant in plant reproduction and embryology practicum.

Keywords: model plant, *Nasturtium indicum*, plant reproduction and embryology

PENDAHULUAN

Nasturtium indicum termasuk dalam famili Brassicaceae atau Cruciferae. Tumbuhan herba perennial ini merupakan sinonim dari *Rorippa indica* (L.) DC. dan tersebar di daratan Asia serta subkontinen India pada habitat yang bervariasi. Buah *N. indicum* yang berkembang dari perbungaan tipe bulir menghasilkan biji dengan viabilitas tinggi serta mudah terbawa aliran air. *N. indicum* bersifat insensitif terhadap fotoperiode sehingga bunganya dapat dijumpai sepanjang tahun.

Di Indonesia *N. indicum* dikenal juga dengan nama sawi lemah (Jawa), jukut sakti (Sunda) dan diklasifikasikan sebagai gulma disebabkan keberadaannya yang secara umum tumbuh tanpa dikehendaki. Meskipun demikian beberapa penelitian menyebutkan bahwa *N. indicum* dapat dikembangkan sebagai pengendali hama tanaman hortikultura antara lain *Liriomyza huidobrensis* (Hamdani & Nuryanti, 2011) dan *Liphaphis erysimi* (Hamdani & Nuryanti, 2011) dan *Plutella xylostella* (Ngatimin & Syatrawati, 2010). Hal ini disebabkan oleh kandungan allelokimia tumbuhan tersebut yaitu defensin (Sarkar et al., 2016) hirsutin, arabin, camelin dan ω-metilsulfonilalkil isotiosianat (Yamane et al., 1992). Selain dimanfaatkan sebagai pengendali hama secara hayati, *N.*

indicum juga dikonsumsi sebagai obat, sayuran serta berpotensi untuk digunakan sebagai tumbuhan model dalam penelitian sebagaimana anggota Brassicaceae lain utamanya *Arabidopsis thaliana* (Xu et al., 2016).

Arabidopsis thaliana dikenal sebagai organisme model yang mewakili tumbuhan sejak 1986 dan pada tahun 2000 dinyatakan telah selesai dibaca genom penyusunnya. Meskipun termasuk tumbuhan edible, *A. thaliana* tidak banyak dikonsumsi sebagaimana anggota Brassicaceae lainnya. Pemanfaatan tumbuhan ini utamanya dalam riset dalam bidang genetika serta biologi sel dan molekuler tumbuhan disebabkan siklus hidup yang pendek, kemudahan penanaman serta kromosom yang hanya berjumlah lima. Selain kedua bidang riset tersebut *A. thaliana* juga digunakan sebagai tumbuhan model dalam hal perkembangan bunga, daun, sensor daun, emisi cahaya serta interaksi tumbuhan-patogen (Meinke et al., 2000). Informasi yang diperoleh dari riset *A. thaliana* selanjutnya diaplikasikan pada organisme-tumbuhan yang lain disamping semakin berkembangnya penelitian-penelitian yang mengangkat anggota Brassicaceae sebagai tumbuhan model (Lysak & Koch, 2011).

Keberadaan tanaman model dalam biologi tumbuhan merupakan suatu kebutuhan bagi mahasiswa khususnya sebagai sesi konfirmasi materi perkuliahan yang terfasilitasi dalam aktivitas praktikum (Da Silva et al., 2016). Kegiatan tersebut tidak hanya terbatas pada pembuktian teori namun dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai keterampilan diantaranya keterampilan fisik serta sosial (Suryaningsih, 2017) dan melengkapi upaya pemenuhan kebutuhan kualitas sumber daya manusia abad ke-21 (Osman et al., 2013). Penggunaan tanaman model dalam biologi tumbuhan khususnya praktikum reproduksi dan embriologi tumbuhan dengan spesies yang berasal dari lingkungan sekitar diharapkan dapat memberikan konsep yang lebih mendalam dalam perkuliahan tersebut.

Kegiatan praktikum mata kuliah reproduksi dan embriologi tumbuhan di UIN Sunan Kalijaga belum dilengkapi penggunaan tumbuhan model yang relatif mudah diperoleh serta dipelihara. Sampai saat ini bahan pengamatan yang cukup umum digunakan dalam praktikum tersebut berupa preparat organ reproduksi jantan dan betina *Lilium* sp. tanpa dilengkapi tahapan pembentukan embrio. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pengkajian tentang biologi reproduksi *N. indicum* serta potensinya sebagai tumbuhan model bagi praktikum reproduksi dan embriologi tumbuhan yang mencakup fase perkecambahan biji, pertumbuhan struktur vegetatif, pembentukan organ generatif sampai dengan berbagai tahapan perkembangan embrio.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2018 sampai dengan Januari 2019 dan dibagi dalam dua tahap. Tahap yang pertama adalah observasi deskriptif terhadap struktur morfologi dan anatomi organ reproduksi *N. indicum*. Bahan yang diamati diperoleh dari *N. indicum* yang ditumbuhkan dari biji. Biji tersebut diperoleh dari tumbuhan di lahan pertanian Desa Tamanan Banguntapan Bantul. Pengamatan dimulai sejak terbentuknya perbungaan hingga perkembangan buah dan biji. Morfologi organ reproduksi berupa bunga, buah dan biji diamati secara langsung maupun menggunakan mikroskop stereo Nikon SMZ 645 yang terhubung dengan kamera optilab Advance. Sedangkan pengamatan struktur anatomi bunga, buah dan biji dilakukan dengan mengamati preparat irisan yang dibuat dengan modifikasi metode Kardi dan Budipramana (Kardi & Budipramana, 1992). Preparat tersebut diamati dengan mikroskop Nikon YS100 yang juga terhubung dengan kamera optilab Advance untuk selanjutnya dianalisis secara deskriptif. Tahap kedua penelitian berupa analisis potensi *N. indicum* sebagai tumbuhan model dalam praktikum reproduksi dan embriologi tumbuhan melalui studi literatur.

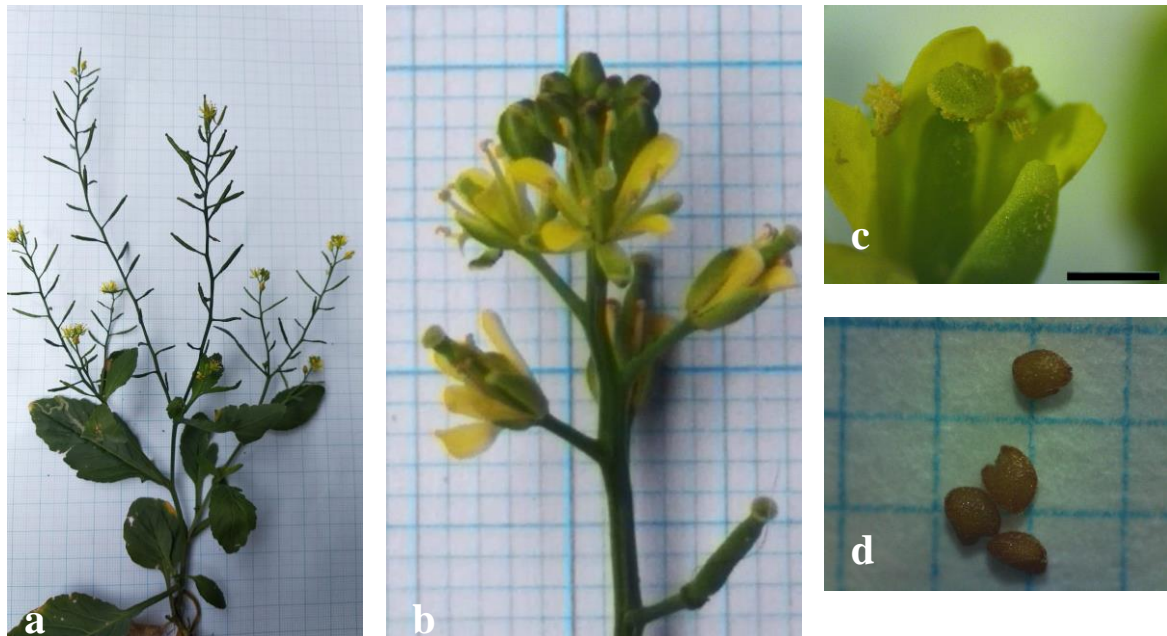
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Morfologis dan Anatomis

Fase paling lama yang dilewati *Nasturtium indicum* untuk tumbuh adalah fase juvenile. Setelah biji berkecambah 4-6 hari pasca semai, tumbuhan ini akan mengalami fase stagnan cukup lama antara 3-4 minggu. Setelah pekan ke-4 terjadilah pertumbuhan vegetatif khususnya batang dan daun. Pada pekan ke 6 mulai terinisiasi adanya kuncup perbungaan dan pada pekan ke 7 secara bertahap bunga akan membuka, terjadi antesis. Bunga *N. indicum* bertahan hanya 1 hari, sebab pada H+1 telah

terjadi pemanjangan bakal buah sebagai tanda terjadinya fertilisasi meskipun daun mahkota masih belum terlepas (Gambar 1b).

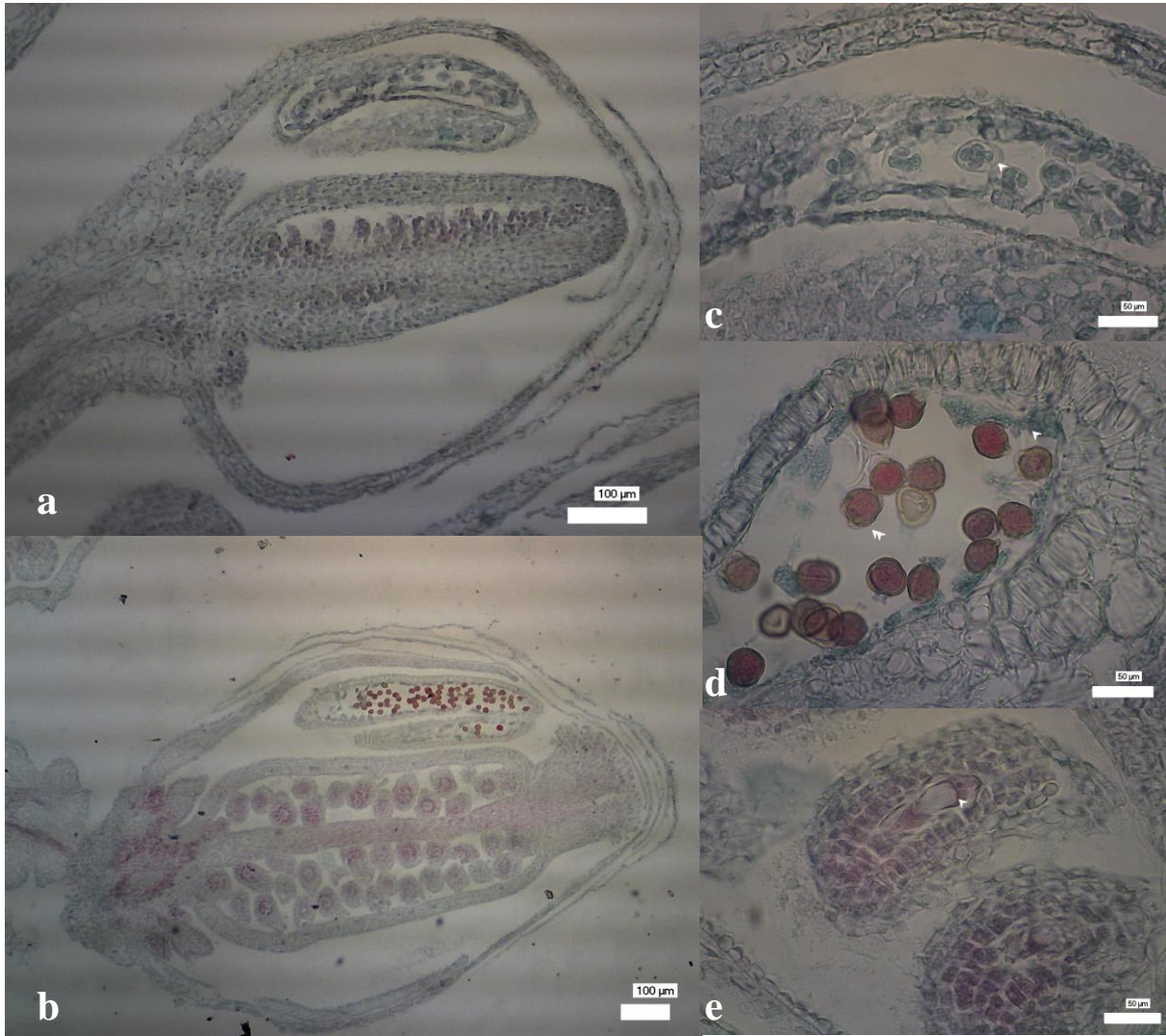
Pada gambar 1b juga dapat diketahui bahwa tangkai perbungaan yang pendek dijumpai pada saat bunga majemuk berada dalam kondisi masih kuncup, setelah terjadi fertilisasi atau H+1 pemanjangan terjadi tidak hanya bakal buah tetapi juga pada masing-masing tangkai bunga atau buah yang baru terbentuk.



Gambar 1. Morfologi *N. indicum*. a. tumbuhan berusia 4 bulan, b. tangkai perbungaan, tampak bunga berusia 2 hari setelah antesis, buah muda yang telah terbentuk dan kumpulan bunga yang masih berupa kuncup; c. bunga yang baru mengalami antesis, tampak posisi stigma sejajar dengan anthera sehingga memfasilitasi peristiwa polinasi dengan sangat baik; d. biji yang telah dewasa, kulit biji berwarna coklat dan siap terdispersi

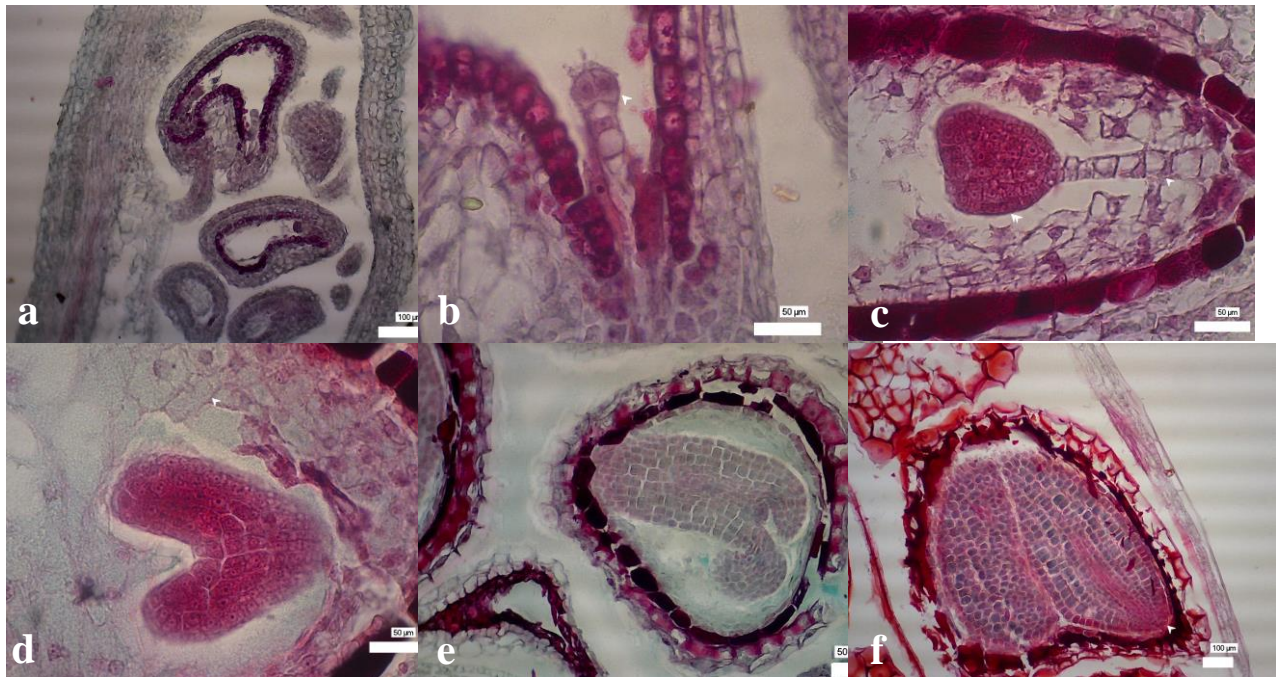
Masing-masing pistillum bunga dalam satu tangkai perbungaan *N. indicum* memiliki satu ruang dengan kelenjar banyak ovulum. Probabilitas terjadinya polinasi sendiri pada tumbuhan ini sangat tinggi. Hal ini didukung oleh posisi stigma dan anthera berdampingan sehingga sedikit gerakan tumbuhan yang disebabkan hembusan menyebabkan terjadinya polinasi (gambar 1c). Selain itu diantara lingkaran daun mahkota, struktur reproduksi dan kelopak juga dapat dijumpai kelenjar nektar yang dapat mengundang hadirnya serangga misalnya semut untuk selanjutnya berpengaruh terhadap polinasi.

Bersamaan dengan perkembangan secara morfologis khususnya pada struktur bunga, secara anatomis terlihat adanya aktivitas perkembangan bunga. Perbungaan *N. indicum* yang bersifat tak terbatas menyebabkan terjadinya beragam tahap perkembangan bunga dan struktur anatomis yang terlibat mekanisme reproduksi dapat dijumpai pada satu tangkai perbungaan.



Gambar 2. Struktur anatomi bunga *N. indicum*: a. kuncup bunga berukuran 0,6 mm, pada ukuran tersebut kantung embrio belum terbentuk, mikrospora dalam fase perkembangan; b. kuncup bunga berukuran 1,27 mm, tampak ovul dalam fase pendewasaan dan antera dengan pollen yang juga telah masak. Tampak stigma dan kelenjar nektar di daerah pangkal ovarium yang telah terbentuk sempurna; c. mikrospora tetrad (tanda panah) di dalam antera yang terdapat pada kuncup 0,6 mm (bar=50 μ m); d. pollen telah terbentuk (panah ganda), tanda panah menunjukkan tapetum yang masih dapat dijumpai dalam mikrosporangium serta jaringan tertekan yang sangat tipis (bar 50 μ m); e. Gametofit betina yang berkembang di dalam ovulum (bar=50 μ m).

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada saat kuncup bunga berukuran sekitar 0,6 mm, mikrospora dalam antera tumbuhan tersebut berada pada fase tetrad, sedangkan pada ovulum kantong embrio belum terbentuk (Gambar 2a & 2c). Pada ukuran kuncup bunga yang lebih kecil daripada 2a, misalnya 0,2 mm mikrospora belum terbentuk bahkan pistillum maupun antera berada dalam fase inisiasi. Sedangkan pada gambar 2b; d; e dapat diketahui bahwa dalam kuncup bunga yang berukuran lebih dari 1 mm, mikrospora masak/pollen maupun kantong embrio/gametofit betina telah terbentuk. Seiring pembesaran kuncup bunga, filament mengalami pemanjangan khususnya pada saat mendekati fase antesis.



Gambar 3. Perkembangan embrio *N. indicum*: a. buah berdiameter 0,7 mm (bar=100µm), pada fase tersebut tampak zigot telah mengalami perkembangan dan pembelahan sel, menghasilkan embrio proper 2 pada bagian terminal dan 1 sel basal (b); c. perkembangan lebih lanjut dari embrio fase globuler, membentuk tahap peralihan antara fase globuler dan Heart, tampak suspensor telah terbentuk sempurna sedangkan endosperm mulai terselulerisasi; d. embrio fase heart diantara endosperm seluler, suspensor sudah tidak tampak; e. fase peralihan embrio fase torpedo menuju fase kotiledon, kulit biji mulai terbentuk sempurna; f. embrio dewasa yang masih berada dalam struktur buah, tampak area meristematik pada ujung radikula, berkas pengangkut di area perakaran mulai terbentuk (bar= 50µm).

Perkembangan embrio *N. indicum* dimulai dari pembelahan zigot yang sebelumnya didahului pemanjangan sel mengakibatkan polarisasi sitoplasma. Sel terminal (gambar 3b) selanjutnya berkembang membentuk embrio sedangkan sel basal membentuk suspensor yang bertahan sampai embrio berada pada tahap transisi menuju fase *heart* (gambar 3c). Endosperm terbentuk sempurna dan terselulerisasi dengan optimal pada embrio fase *heart* sedangkan pada saat embrio dewasa tertinggal sebagai sisa jaringan bahkan tidak ada disebabkan ruang biji digunakan seluruhnya bagi perkembangan embrio yang menuju fase dewasa.

Analisis Potensi *N. indicum* sebagai Tumbuhan Model

Organisme model merupakan suatu organisme yang dipelajari secara spesifik berdasarkan karakteristik tertentu sehingga kemiripan fenomena yang dijumpai dapat digunakan sebagai acuan dalam mengkaji spesies yang lain (Padole & Ingle, 2017). Pada bidang tumbuhan keberadaan model ini tidak dibatasi hanya satu jenis saja, melainkan banyak spesies antara lain *Zea mays* dan *Oryza sativa* sebagai tumbuhan model bagi kelompok monokotil, *Brassica napus* yang dikenal sebagai fastplant disebabkan kecepatannya menyelesaikan satu siklus hidup serta *Arabidopsis thaliana* yang banyak dikaji dari sudut pandang genetika molekuler (Koorneef & Meinke, 2010).

Pada praktikum reproduksi dan embriologi tumbuhan di UIN Sunan Kalijaga keberadaan tumbuhan model sebagai bahan pengamatan dan pengkajian cukup diperlukan. Hal ini disebabkan belum tersedianya seri preparat atau bahan pengamatan yang memiliki runutan struktur organ reproduksi baik jantan maupun betina serta tahap perkembangan embrio. Tumbuhan model yang digunakanpun sebaiknya dapat diamati secara langsung sehingga memberikan gambaran yang saling terkait namun menyeluruh tentang perkembangan dan pertumbuhan pada tingkat morfologi, anatomi dan reproduksi.

Analisis potensi *Nasturtium indicum* sebagai tumbuhan model dimulai dari karakteristik pertumbuhan, struktur morfologi serta kemudahan untuk diakses. Tumbuhan ini tumbuh dalam struktur roset sebagaimana anggota Brassicaceae lainnya, memiliki bunga spesifik khas famili tersebut

serta viabilitas pollen tinggi dan probabilitas terjadinya fertilisasi menghasilkan biji fertil dalam jumlah cukup banyak yaitu 50 biji dalam setiap buah.

Anther pada *N. indicum* bersifat tetrasporangiat dengan dinding anter tersusun atas epidermis, endotesium, 1 lapisan tengah dan tapetum. Pada Brassicaceae dilaporkan bahwa setelah sel induk mikrospora mengalami meiosis lapisan tengah terdegenerasi (Yankova-Tsvetkova et al., 2016). Fenomena yang sama dijumpai pada *N. indicum*, saat pollen terbentuk sempurna lapisan tengah tidak dijumpai sebagaimana tapetum.

Ovul pada *N. indicum* bersifat ana-amphilotropus, krassinuselat dan bitegmik. Fase kematangan kantung embrio terjadi bersamaan dengan pematangan pollen atau gametofit jantan sehingga proses polinasi terjadi bersamaan dengan antesis.

Embriogenesis *N. indicum* dimulai setelah terjadi fertilisasi pada hari yang sama dengan anthesis. Pada H+1 anthesis, ovarium mulai memanjang dan membesar sebagaimana ciri keberhasilan fertilisasi pada tumbuhan Angiospermae. Pada H+2 antesis, tangkai bunga maupun perbungaanpun bertambah panjang sehingga memisahkan posisi bunga yang mulai berkembang membentuk buah dengan kuncup perbungaan yang lain. Hal ini merupakan fenomena yang mudah dijumpai diantaranya pada genus Brassica, Arabidopsis serta Nasturtium (Boscá et al., 2011).

Perkembangan embrio *N. indicum* mengikuti tipe Crucifer atau Onagrad. Pada tipe ini sel basal hanya sedikit berperan, membentuk suspensor yang tidak bertahan lama. Sedangkan pembelahan lebih lanjut pada sel terminal terjadi secara antiklinal menghasilkan dua sel fase proembrio I. Pada fase proembrio II terjadi pembelahan periklinal diikuti dengan berbagai tahapan pembelahan proembrio menghasilkan embrio globuler (Boscá et al., 2011). Seiring perkembangan embrio, endosperm yang berkembang pada awalnya bertipe nuklear, akan tetapi pada saat embrio memasuki fase globuler endosperm berdiferensiasi menjadi tipe seluler.

Pada biji yang telah masak (Gambar 3e) embrio tampak mengkurva dan mengisi seluruh ruang dalam kantung embrio tanpa menyisakan endosperm. Hal ini sebagaimana dijumpai pada biji *Brassica jordanoffii* (Yankova-Tsvetkova et al., 2016) dan *A. thaliana*.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan dapat disimpulkan bahwa *Nasturtium indicum* yang memiliki fase perkembangan sejak biji berkecambah sampai dengan terbentuk bunga dan buah dalam durasi 2 bulan memiliki struktur serta tahapan reproduksi yang sangat mirip dengan tumbuhan pada family Brassicaceae lainnya sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai tumbuhan model dalam praktikum reproduksi dan embriologi tumbuhan.

Tahapan perkembangan yang organ reproduksi jantan, betina maupun embrio tumbuhan tersebut yang lebih terstruktur dapat diperoleh dengan menyusun dokumentasi berupa preparat mikroskopis yang lebih spesifik pada setiap tahapan. Sedangkan analisis ketercapaian tujuan praktikum menggunakan *N. indicum* akan dapat diketahui apabila tumbuhan ini diimplementasikan secara langsung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Widodo yang telah mengenalkan *Nasturtium indicum* serta Hulyatul Adzkiya yang telah membantu terlaksananya penelitian ini. Jazakumullah khairan katsira.

DAFTAR PUSTAKA

- Boscá, S., Knauer, S. & Laux, T. (2011). Embryonic Development in *Arabidopsis thaliana*: from the Zygote Division to the Shoot Meristem. *Frontiers in Plant Science*, 2.
- Hamdani & Nuryanti, N. S. P. (2011). Potensi Gulma *Rorippa indica* Sebagai Reservoir Parasitoid *Hemiptarsinus varicornis* untuk Mengendalikan *Liriomyza huidobrensis*. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 11(2), 92–98.
- Kardi, S. & Budipramana, L. S. (1992). *Mikroteknik dan Pembuatan Peraga Biologi*. Surabaya: University Press IKIP Surabaya.
- Koornneef, M. & Meinke, D. (2010). The Development of Arabidopsis as a Model Plant. *Plant Journal*, 61(6), 909–921.

- Lysak, M. A. & Koch, M. A. (2011). Phylogeny, Genome and Karyotype Evolution of Crucifers (Brassicaceae). In R. Schmid & I. Bancroft (Eds.). *Genetics and Genomics of the Brassicaceae* 1–13.
- Meinke, D. W., Cherry, J. M., Dean, C., Rounsley, S. D. & Koornneef, M. (2000). *Arabidopsis thaliana: A Model Plant for Genome Analysis*. 282.
- Ngatimin, S. N. A. & Syatrawati. (2010). Keragaman Arthropoda Tanah pada Lahan Kubis yang Ditumbuhi Gulma Berbunga di Daerah Malino Sulawesi Selatan. *Seminar Nasional Keanekaragaman Hayati Tanah-I*, 44–53.
- Osman, K., Hiong, L. C., Vebrianto, R. & Omar, Z. (2013). 21 st Century Biology: An Interdisciplinary Approach of Biology, Technology, Engineering and Mathematics Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 102, 188–194.
- Padole, D. A. & Ingle, K. P. (2017). Arabidopsis-a Model Plant. *Trends in Biosciences*, 10(2), 557–559.
- Santos Da Silva, J. R., Guimarães, F. & Sano, P. T. (2016). Teaching of Botany in higher education: representations and discussions of undergraduate students. *Revista Eletrônica de Enseñanza de Las Ciencias*, 15(3), 380–393.
- Suryaningsih, Y. (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa Untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains Dalam Materi Biologi. *Bio Educatio*, 2(2), 49–57.
- Xu, K., Chang, Y., Zhang, Y., Liu, K., Zhang, J., Wang, W., ... Li, C. (2016). Rorippa indica Regeneration via Somatic Embryogenesis Involving Frog Egg-like Bodies Efficiently Induced by the Synergy of Salt and Drought Stresses. *Scientific Reports*, 6, 1–7.
- Yamane, A., Fujikura, J., Ogawa, H. & Mizutani, J. (1992). Isothiocyanates as alleopathic compounds from Rorippa indica Hiern. (Cruciferae) roots. *Journal of Chemical Ecology*, 18(11), 1941–1954.
- Yankova-Tsvetkova, E., Yurukova-grancharova, P. & Vladimirov, V. (2016). *On the embryology of Brassica jordanoffii (Brassicaceae) – an endemic species in the Bulgarian flora*. 12.
- Yankova-Tsvetkova, E., Yurukova-Grancharova, P. & Vladimirov, V. (2016). On the Embryology of Brassica jordanoffii (Brassicaceae) – an endemic species in the Bulgarian flora. *Phytologia Balcanica*, 22(2), 149–153.

KORELASI ANTARA KETERAMPILAN METAKOGNISI DENGAN HASIL BELAJAR SISWA MELALUI MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) PADA MATERI LINGKUNGAN

Lilis Lisnawati¹, Sumiyati Sa'adah^{*2}, Iwan Ridwan Yusup³

Jurusan Pendidikan MIPA, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung,
Jl. A.H Nasution No.150 Bandung 40614
e-mail: ^{*2}sumiyatisaadah@uinsgd.ac.id

Abstrak: Keterampilan metakognisi merupakan salah satu indikator penting dalam proses pembelajaran yang perlu diberdayakan dan dikuasai oleh siswa sebagai suatu proses yang dilakukan dalam menyelesaikan tugas. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan keterampilan metakognisi siswa dan mencari korelasi antara keterampilan metakognisi dengan hasil belajar siswa. Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif menggunakan bentuk penelitian korelasional. Keterlaksanaan pembelajaran diukur menggunakan (Lembar Observasi), keterampilan metakognisi diukur menggunakan angket kuesioner dan hasil belajar siswa diukur menggunakan tes pilihan ganda. Hasil analisis menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran siswa dan guru berjalan dengan sangat baik. Keterampilan metakognisi siswa kelas X IPA 1 SMAN 26 Bandung berada dalam tingkat 3 (tiga) yaitu berada dalam tahap *developing* atau berkembang. Hasil belajar kognitif siswa memperoleh nilai *N-gain* sebesar 0.46 dalam kategori sedang dengan pencapaian indikator hasil belajar sebesar (86.04%) dengan kualifikasi sangat baik. Hasil uji korelasi antara keterampilan metakognisi dengan hasil belajar siswa memperoleh nilai koefisien korelasi (r_{xy}) sebesar 0,26 dengan nilai interval interpretasi korelasi rendah. Hasil uji *t* menunjukkan bahwa $t_{hitung} (1,43) < t_{tabel} (2,76)$, maka H_1 ditolak dan H_0 diterima tidak terdapat korelasi antara keterampilan metakognisi dengan hasil belajar siswa melalui model pembelajaran *Problem Based Learning* pada materi lingkungan.

Kata kunci: keterampilan metakognisi, model pembelajaran *Problem Based Learning*, hasil belajar, korelasi.

Abstract: Metacognition skills are one of the important indicators in the learning process that need to be empowered and mastered by students as a process carried out in completing tasks. This study aims to describe the feasibility of learning using the *Problem Based Learning* model, students' metacognition skills and looking for correlations between metacognition skills and student learning outcomes. This research was conducted using descriptive method using correlational research. implementation of the learning measured using (Observation Sheet), metacognition skills were measured using questionnaire questionnaire and student learning outcomes were measured using multiple choice tests. The results of the analysis show that the implementation of student and teacher learning goes very well. Metacognition skills of class X IPA 1 SMAN 26 Bandung are at level 3 (three) that is in the stage of *developing* or developing. Cognitive learning outcomes of students obtain an *N-gain* value of 0.46 in the medium category with the achievement of indicators of learning outcomes of (86.04%) with very good qualifications. The results of the correlation test between metacognition skills with student learning outcomes obtained a correlation coefficient (r_{xy}) of 0.26 with an interval value of low correlation interpretation. The result of the *t* test shows that t count (1.43) < t table (2.76), then H_1 is rejected and H_0 is accepted there is no correlation between metacognition skills and student learning outcomes through *Problem Based Learning* models on environmental material.

Keywords: learning outcomes, correlation, metacognition skills, *Problem Based Learning* models.

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana dalam mewujudkan proses belajar dan pembelajaran agar peserta didik dapat secara aktif mengembangkan potensi dirinya agar memiliki kekuatan spiritual, pengendalian diri kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan, yang

di perlukannya untuk hidup bermasyarakat, berbangsa dan bernegara (Hidayat, 2010). Potensi yang perlu diperhatikan dan ditingkatkan dalam dunia pendidikan tersebut salah satunya adalah potensi keterampilan metakognisi peserta didik. Metakognisi adalah bagian dari dimensi pengetahuan menurut Anderson et al. dalam Desmita (2012) menyatakan bahwa penguasaan pengetahuan tanpa dilengkapi metakognisi menjadi kurang bermakna, karena metakognisi berkaitan dengan representasi yang disertai pengendalian diri. Metakognisi merupakan suatu tingkatan dalam proses berpikir.

Metakognisi terdiri dari *self regulation, reflection* terhadap diri sendiri tentang kelebihan, kelemahan, dan strategi belajar yang dimiliki peserta didik. Metakognisi dapat digunakan seseorang untuk memantau kemampuan kognisinya sejauh mana memahami suatu masalah. Adanya metakognisi dalam konteks pembelajaran, maka siswa mengetahui bagaimana untuk belajar, mengetahui kemampuan dan modalitas belajar yang dimiliki dan mengetahui strategi belajar terbaik untuk belajar efektif menurut Flavell dalam Desmita (2012).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti di kelas X MIPA 1 SMAN 26 Bandung, menunjukkan bahwa pembelajaran biologi yang biasa dilakukan masih belum memberdayakan potensi siswa secara optimal. Hal tersebut salah satunya disebabkan oleh kurangnya pemberdayaan keterampilan metakognisi siswa dan kemampuan berpikir siswa, karena mayoritas persepsi pembelajaran biologi terpaku pada mengetahui dan menghafal teori saja. Hal ini menyebabkan pembelajaran yang berlangsung hanya berorientasi pada hasil saja, tanpa meningkatkan keterampilan metakognisi siswa secara langsung.

Menurut Paidi (2007) metakognisi merupakan salah satu penggabungan dari tingkatan domain kognitif seseorang dan merupakan salah satu tipe pengetahuan yang harus dimiliki oleh seseorang. Dengan demikian perlu diungkap melalui tes atau tugas berupa pemecahan masalah. Memecahkan masalah merupakan salah satu bentuk berpikir kritis. Kemampuan untuk melakukan pemecahan masalah bukan saja terkait dengan ketepatan solusi yang diperoleh, melainkan kemampuan yang ditunjukkan sejak mengenali masalah, menemukan alternatif-alternatif solusi, memilih salah satu alternatif sebagai solusi, serta mengevaluasi jawaban yang telah diperoleh.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rusdi (2014) menunjukkan bahwa pada umumnya siswa cenderung belajar dengan menghafal dari pada membangun pemahaman terhadap konsep-konsep. Cara belajar dengan hafalan seperti itu yang menyebabkan siswa tidak dapat mengenali konsep-konsep kunci atau hubungan antar konsep yang diperlukan untuk memahami konsep materi. Untuk itu, mengetahui kemampuan bagaimana caranya belajar dalam proses pembelajaran sangatlah penting bagi siswa, agar siswa dapat mengatur cara belajarnya sendiri. Salah satu kemampuan yang diperlukan siswa dalam proses belajar di sekolah adalah kemampuan metakognisi. Menghadapi kenyataan tersebut diperlukan upaya untuk mengembangkan keterampilan metakognisi dalam diri siswa, agar nantinya berdampak pada peningkatan hasil belajar siswa. Keterampilan metakognisi merupakan salah satu indikator penting dalam proses pembelajaran yang perlu diberdayakan karena menurut Nurisya et al. (2017) metakognisi mengarahkan kepada proses berpikir tingkat tinggi yang melibatkan kontrol aktif proses kognisi dalam pembelajaran selain itu kemungkinan aspek-aspek dari keterampilan metakognitif dapat mengatasi kesulitan siswa dalam belajar.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurisya et al. (2017) menunjukkan bahwa sumbangan keterampilan metakognisi lebih besar jika dibandingkan dengan variabel lainnya. Keterkaitan antara keterampilan metakognisi dengan penguasaan konsep siswa dimungkinkan karena adanya kegiatan yang mengarah pada metakognisi akan meningkatkan hasil belajar siswa.

Lebih lanjut hal ini disebabkan adanya persamaan komponen-komponen yang termuat dalam keterampilan metakognisi dan hasil belajar kognitif. Indikator hasil belajar kognitif menempatkan kemampuan analisis dan evaluasi sebagai kognisi tingkat tinggi, C4 untuk kemampuan analisis dan C5 untuk kemampuan evaluasi Anderson & Krathwoll (2010) dimana kedua komponen tersebut juga merupakan komponen dalam keterampilan metakognisi.

Demi menunjang keberhasilan belajar maka diperlukan strategi pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi yang akan diajarkan dimana materi tentang lingkungan berorientasi pada permasalahan yang ada pada lingkungan dan solusi untuk pemecahannya. Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dalam bahasa Indonesia disebut pembelajaran berbasis masalah (PBM) merupakan penggunaan berbagai macam kecerdasan yang diperlukan untuk melakukan konfrontasi terhadap tantangan dunia nyata, kemampuan untuk menghadapi segala sesuatu yang baru dan kompleksitas yang ada (Novita et al., 2016). Salah satu model pembelajaran yang dapat memfasilitasi

siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikirnya adalah model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), karena dalam model pembelajaran PBL siswa tidak hanya mencatat materi penting dan mendengarkan ceramah dari guru saja tetapi disini siswa diajak untuk berfikir secara kritis dan logis.

Pemilihan model pembelajaran yang digunakan tentu harus disesuaikan dengan indikator keterampilan metakognisi yang berorientasi pada pengembangan kemampuan peserta didik sejauh mana memahami suatu masalah dan mencari solusi untuk memecahkannya. Sebagaimana inovasi pedagogi pada umumnya, PBL tidak dikembangkan berdasarkan teori pembelajaran atau teori psikologi, namun proses PBL mencakup penggunaan metakognisi dan pengaturan diri dikenal sebagai suatu pendekatan pembelajaran aktif yang progresif dan berpusat kepada pembelajar di mana permasalahan-permasalahan yang tidak terstruktur dunia nyata atau problema kompleks yang disimulasikan atau ditirukan digunakan sebagai titik awal dan akhir selama proses pembelajaran. Hal ini sesuai dengan salah satu karakteristik dari kurikulum 2013 dimana pembelajaran itu harus (*student centered*) berpusat pada siswa (Danial, 2010).

Pemilihan model Pembelajaran *Problem Based Learning* yang berorientasi pada kemampuan siswa untuk mampu memecahkan permasalahan sendiri. Didukung oleh penelitian yang mengkaji tentang hubungan atau korelasi dua variabel bebas dengan satu variabel terikat. Contohnya penelitian tentang hubungan keterampilan metakognitif dan kemampuan berpikir kritis dengan hasil belajar siswa yang dilakukan oleh Malhayati (2014) yang menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa keterampilan metakognisi memberikan sumbangan sebesar 28,86% dan berpikir kritis memberikan sumbangan sebesar 46,16% terhadap hasil belajar siswa sehingga total sumbangan efektif sebesar 75,02%. Lebih lanjut dinyatakan pula siswa yang menggunakan keterampilan metakognisi memiliki prestasi yang lebih baik dibanding siswa yang tidak menggunakan keterampilan metakognisinya. Dengan demikian, keterampilan metakognisi dengan Hasil belajar siswa melalui pembelajaran *Problem Based Learning* dimungkinkan dapat menunjukkan hubungan positif (Malhayati, 2014).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan jenis studi korelasional. Metode deskriptif korelasional yaitu penelitian yang diarahkan untuk menjelaskan hubungan antara dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat dimana keterampilan metakognisi sebagai prediktor dengan hasil belajar kognitif sebagai kriterium (Sugiyono, 2013). Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *one-shot case study*.

Penelitian ini dilakukan di SMAN 26 Bandung, Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X MIPA SMAN 26 Bandung tahun pelajaran 2017/2018 yang terdiri dari 5 kelas. Sampel diambil dengan teknik pengambilan sampel *purposive sampling* sehingga di peroleh kelas X MIPA 1 sebagai sampel penelitian ini yang diajar menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL).

Pengambilan data dalam penelitian yang dilakukan menggunakan seperangkat instrumen, yaitu: Lembar Observasi, Tes, Angket dan. Lembar Observasi digunakan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran model *Problem Based Learning* pada materi lingkungan. Lembar observasi terdiri dari lembar observasi aktivitas guru dan siswa. Tes Penguasaan Materi tes ini bertujuan mengetahui hasil belajar berupa pengetahuan kognitif siswa. Bentuk tes yang digunakan berupa soal pilihan ganda. Angket yang diberikan kepada siswa digunakan untuk mengukur keterampilan metakognisi siswa pada pembelajaran yang dilakukan. Angket dalam penelitian ini berbentuk Angket Tertutup berisikan pernyataan dan jawaban. Angket metakognisi merupakan modifikasi dari indikator-indikator keterampilan metakognisi.

Uji korelasi dalam penelitian ini dengan teknik korelasi product moment (*product moment correlation*). Uji ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara keterampilan metakognisi dengan hasil belajar siswa. Sebelum dilakukan uji hipotesis didahului dengan uji prasyarat yaitu uji normalitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterampilan Metakognisi Siswa

Berdasarkan hasil analisis pengolahan data angket keterampilan metakognisi atau variabel X menunjukkan rata-rata yang bervariasi baik untuk rata-rata peritem pertanyaan maupun perindikator keterampilan metakognisi, sebagaimana yang disajikan dalam Tabel 1. rata-rata skor jawaban perindikator angket keterampilan metakognisi siswa variabel X berikut:

Tabel 1. Rata-Rata Skor Jawaban Perindikator Angket Keterampilan Metakognisi Siswa Variabel X

No	Indikator	Rata-rata	Kualifikasi	Keterangan
1.	Mengidentifikasi tugas yang sedang dikerjakan	2,81	<i>Can't really</i> (masih belum terlalu bisa)	“Tidak mampu memisahkan apa yang dipikirkan dengan bagaimana dia berpikir”
2.	Mengawasi kemajuan pekerjaannya	3,00	<i>Developing</i> (berkembang)	“Dapat dibantu menuju kesadaran berpikir sendiri jika tergugah atau didukung”
3.	Mengevaluasi kemajuannya	2,87	<i>Can't really</i> (masih belum terlalu bisa)	“Tidak mampu memisahkan apa yang dipikirkan dengan bagaimana dia berpikir”
4.	Memprediksi hasil yang akan di peroleh	3,00	<i>Developing</i> (berkembang)	“Dapat dibantu menuju kesadaran berpikir sendiri jika tergugah atau didukung”
Jumlah Rata-rata keseluruhan indicator		3,00	<i>Developing</i> (berkembang)	“Dapat dibantu menuju kesadaran berpikir sendiri jika tergugah atau didukung”

Berdasarkan hasil analisis data keseluruhan keterampilan metakognisi yang dilakukan, diperoleh nilai rata-rata pencapaian keterampilan metakognisi siswa terhadap tingkat keterampilan metakognisi dari total 4 indikator keterampilan metakognisi yang digunakan sebagai angket kuesioner keterampilan metakognisi, hasil angket kuesioner menunjukkan bahwa pada perolehan rata indikator keterampilan metakognisi ke-1 (mengidentifikasi tugas yang sedang dikerjakan) dan ke-3 (mengevaluasi kemajuannya) siswa SMA Negeri 26 Bandung kelas X MIPA 1 yang berada pada tingkat 2 dengan kualifikasi kualifikasi *Can not really* (masih belum terlalu bisa), berarti siswa tidak mampu memisahkan apa yang dipikirkan dengan bagaimana siswa tersebut berpikir. Adapun pada indikator ke-2 (mengawasi kemajuan pekerjaannya) dan ke-4 (meprediksi hasil yang akan diperoleh) keterampilan metakognisi siswa berada pada tingkat 3 dengan kualifikasi *developing* (berkembang), artinya siswa dapat dibantu menuju kesadaran berpikir sendiri jika tergugah atau didukung. Pernyataan tersebut berdasarkan skala tingkat keterampilan metakognisi yang di adaptasi dari Kurniawan (2017).

Data penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rusdi (2014) yang menyatakan bahwa sebesar 56,73% siswa SMA Negeri 4 Pontianak kelas XI IPA 3, XI IPA 4, dan XI IPA 5 berada pada tingkat 3 yaitu tahap berkembang yakni siswa dapat dibantu menuju kesadaran berpikir sendiri jika tergugah atau didukung, sehingga guru disarankan untuk mendukung siswa dan memfasilitasi siswa dengan menerapkan strategi-strategi metakognisi, sehingga dapat meningkatkan keterampilan metakognisi siswa dan membantu siswa mencapai kemampuan berpikir mandiri.

Berdasarkan hasil analisis tersebut secara deskriptif sudah memiliki keterampilan metakognisi dan menggunakannya di awal penyelesaian masalah, namun siswa tidak mampu memisahkan apa yang

dipikirkan dengan bagaimana dia berpikir. Keterampilan metakognitif merupakan kemampuan siswa dalam mengontrol proses kognitifnya.

Dalam penelitian ini keterampilan metakognisi siswa yang diungkapkan masih merupakan kemampuan dasar yang masih asli dan belum disadari siswa, serta tumbuh berkembang tanpa bimbingan. Apabila keterampilan ini tidak dilatih dan dikembangkan dengan penerapan strategi metakognisi dalam pembelajaran oleh guru, maka dapat dimaklumi jika belum mencapai tingkat keterampilan metakognisi yang berkualifikasi tinggi.

Hasil Belajar Siswa Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Pada Materi Lingkungan

Hasil belajar siswa pada materi lingkungan diambil dari test akhir (post-test) setelah siswa mengikuti proses kegiatan belajar pembelajaran menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). Adapun hasil presentase pencapaian tiap indikator hasil belajar kognitif dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Rata-Rata Indikator Hasil Belajar Kognitif

Indikator	No soal	Rata-rata persoaal	Rata-rata perindikator	Kualifikasi
Mengingat (C1)	2	53%	72,5%	Baik
	4	87%		
	15	60%		
	16	90%		
Memahami (C2)	6	93%	89,4%	Sangat baik
	3	93%		
	7	83%		
	9	93%		
	10	70%		
Menerapkan (C3)	11	97%	85,3%	Sangat baik
	12	97%		
	17	93%		
Menganalisis (C4)	19	93%	90%	Sangat baik
	20	70%		
	1	93%		
Mengevaluasi (C5)	8	93%	93%	Sangat baik
	14	77%		
	18	97%		
Rata-rata			86,04%	Sangat baik

Berdasarkan Hasil analisis data N-Gain data pretest dan posttest setelah dianalisis di dapatkan nilai rata-rata pretest sebesar 73 sedangkan untuk posttest sebesar 85,5 dan untuk nilai N-gain didapat sebesar 0,46 dan dalam kategori sedang. N-gain bertujuan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah pembelajaran yang diukur menggunakan soal *pretest* dan *posttest*. Berdasarkan hasil analisis N-gain tersebut dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah pembelajaran namun peningkatan tersebut hanya sebesar 0,46 dalam kategori sedang.

Hasil belajar siswa menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* berdasarkan data hasil penelitian rata-rata persentase perindikator hasil belajar kognitif siswa baik dari C1 sampai dengan C5 berada dalam tingkatan kategori sangat baik hal ini di dapat dilihat dari persentase yang didapatkan dari perindikator hasil belajar kognitif yaitu indikator C1 mendapatkan persentase jawaban siswa sebesar 72,5%, indikator C2 mendapatkan persentase rata-rata jawaban siswa sebanyak 89,4%, indikator C3 mendapatkan presentase sebanyak 85,3%, indikator C4 mendapatkan presentase

sebanyak 90% dan indikator C5 mendapatkan presentase sebanyak 93%. Jika di rata-ratakan berdasarkan keseluruhan indikator hasil belajar kognitif didapatkan nilai rata-rata persentase sebanyak (86,04%) persentase ini berada pada tingkat kualifikasi sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran PBL pada materi lingkungan membantu siswa dalam memahami materi lingkungan sehingga mampu meningkatkan dan memberi dampak positif bagi hasil belajar kognitif siswa.

Keberhasilan dalam pencapaian hasil belajar siswa yang baik tidak terlepas dari peranan guru dalam membawakan kegiatan pembelajaran. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Sudjana (2014) yang menyatakan bahwa hasil belajar pada dasarnya merupakan akibat dari suatu proses belajar. Berarti optimalnya hasil belajar siswa bergantung pula pada proses belajar siswa dan proses mengajar guru. Guru tidak hanya menuangkan semua yang disampaikan ke dalam benak siswa. Siswa harus menata dan mengkonstruksi apa yang mereka alami menjadi satu kesatuan yang bermakna.

Ditambahkan oleh Sutikno, (2013) bahwa Hasil belajar seseorang ditentukan oleh berbagai faktor yang mempengaruhinya salah satu faktor yang ada di luar siswa adalah guru profesional yang mampu mengelola pembelajaran dengan metode-metode yang tepat, yang memberi kemudahan bagi siswa untuk mempelajari materi pelajaran, sehingga menghasilkan belajar yang baik.

Proses belajar yang baik akan berjalan baik apabila materi pelajaran yang baru beradaptasi dengan struktur kognitif yang telah dimiliki oleh siswa. Menurut Thobroni (2015) teori belajar kognitif adalah perubahan persepsi dan pemahaman. Asumsi dasar teori ini adalah bahwa setiap orang memiliki pengalaman pengetahuan tersebut tertata dalam bentuk struktur kognitif. Oleh karena itu, proses belajar yang baik adalah apabila materi pembelajaran yang baru beradaptasi dengan struktur kognitif yang sudah dimiliki oleh siswa. Terkait dengan hal tersebut model pembelajaran PBL merupakan salah satu model pembelajaran inovatif yang dapat memberikan kondisi belajar yang aktif dan melibatkan siswa untuk memecahkan suatu masalah melalui masalah metode ilmiah sehingga siswa dapat mempelajari pengetahuan yang berhubungan dengan masalah tersebut serta sekaligus memiliki keterampilan untuk memecahkan masalah (Sumantri, 2015).

Lebih lanjut dijelaskan bahwa pembelajaran berbasis masalah adalah memberikan siswa masalah yang berfungsi sebagai batu loncatan untuk proses pemecahan masalah. Siswa dalam memecahkan masalah harus berpikir, mencobakan hipotesis dan bila berhasil memecahkan masalah itu siswa juga mempelajari sesuatu yang baru (Sumantri, 2015). Dengan penggunaan model pembelajaran *Problem Based Learning* diharapkan siswa lebih tertarik dengan materi pelajaran, karena pelajaran dengan adanya masalah membuat siswa lebih aktif lagi dalam memulai pelajaran yang berlangsung.

Selain itu menurut Sudjana (2013) faktor yang dapat mempengaruhi hasil belajar siswa salah satunya adalah faktor kemampuan yang dimiliki oleh siswa, kemampuan siswa besar sekali pengaruhnya terhadap hasil belajar yang mereka capai. Di samping faktor kemampuan dalam diri siswa juga terdapat faktor lain seperti motivasi, minat, perhatian, sikap dan kebiasaan dalam belajar.

Korelasi Antara Keterampilan Metakognisi dengan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Pada Materi Lingkungan

Data yang telah diperoleh sebelumnya berdistribusi normal. Dengan demikian untuk mencari koefisien korelasinya digunakan rumus koefisien korelasi parametrik dari *Product Moment* atau disebut koefisien korelasi product moment dengan simbol r_{xy} . (Tabel 3)

Tabel 3. Koefisien Korelasi Variabel X dan Y

Nilai koefisien korelasi (r_{xy})	Interval koefisien korelasi	Kategori tingkat hubungan
0,26	0,20-0,40	Rendah
Kesimpulan	Terdapat korelasi antara variabel X dan Y dengan kategori rendah	

Berdasarkan analisis data hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara keterampilan metakognisi siswa dengan hasil belajar siswa melalui model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) pada materi lingkungan. Dari hasil perhitungan data penelitian diperoleh koefisien korelasi variabel X (keterampilan metakognisi siswa) dan variabel Y (hasil belajar siswa) sebesar 0.26 nilai koefisien korelasi antara keterampilan metakognisi siswa dengan hasil belajar siswa melalui model pembelajaran *problem based learning* (PBL) pada materi lingkungan termasuk ke dalam kategori kualifikasi korelasi rendah.

Setelah menghitung koefisien korelasi maka di lakukan analisis selanjutnya yaitu uji hipotesis untuk mengetahui hipotesis korelasi pada penelitian ini, setelah di analisis di dapat hasil perhitungan (Tabel 4).

Tabel 4. Pengujian Hipotesis Korelasi

Statistik	Hasil analisis uji korelasi
t_{hitung}	1,43
Taraf signifikansi	5%
t_{tabel}	2,76
Kesimpulan	$t_{hitung} < t_{tabel}$ H ₁ ditolak dan H ₀ diterima

Hasil perhitungan t_{tabel} di atas untuk db (28) pada taraf signifikansi 5% adalah 2,76. Pengujian hipotesis dengan ketentuan, Apabila $t_{hitung} >$ dari t_{tabel} maka hipotesis alternatif diterima dan hipotesis nol ditolak. Apabila $t_{hitung} <$ dari t_{tabel} maka hipotesis alternatif ditolak dan hipotesis nol diterima.

Berdasarkan hasil uji hipotesis di tabel nilai t_{hitung} (1,43) $<$ t_{tabel} (2,76). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Kurniawan et al. (2017) Berdasarkan hasil perhitungan korelasi *pearson product moment* dengan N=102 diperoleh sig 0,136. Sig 0,136 \geq 0,01 menunjukkan tidak adanya korelasi antara keterampilan metakognisi dengan hasil belajar kimia.

Tidak terdapatnya korelasi antara keterampilan metakognisi dengan hasil belajar disebabkan karena keterampilan metakognisi siswa berada pada tingkatan *developing* berkembang yang artinya keterampilan metakognisinya belum mencapai tingkatan baik namun sudah berada tingkatan perkembangan dapat dibantu menuju kesadaran berpikir sendiri jika tergugah atau didukung. Dengan kata lain masih diperlukan tahap pengembangan yang berfokus untuk melatih keterampilan metakognisi peserta didik.

Hal ini sejalan dengan pendapat Saleh (2017) yang menyatakan bahwa hal ini dapat terjadi karena siswa dengan keterampilan metakognisi dalam kategori berkembang tetapi memiliki hasil belajar dalam kategori baik, ada siswa yang memiliki keterampilan metakognisi dalam kategori masih belum terlalu bisa namun hasil belajarnya juga dalam kategori baik. Hal ini yang menyebabkan tidak adanya korelasi antara keterampilan metakognisi dengan hasil belajar siswa.

Muisman (2003) dalam teori belajar modern, strategi kognitif merupakan proses kontrol, yaitu suatu proses internal yang digunakan siswa untuk memilih dan mengubah cara-cara memberikan perhatian belajar, mengingat, dan berpikir. Strategi kognitif yang dimaksud adalah salah satu dari kemampuan metakognitif. Karena metakognisi adalah pengetahuan dan kesadaran seseorang tentang proses-proses kognitifnya sendiri. Proses kognitif manusia dikendalikan oleh otak sedangkan kecerdasan ada di dalam otak sehingga proses kognitif manusia dipengaruhi kecerdasan atau intelegensi West et al. dalam Hsiao (1997).

Adapun menurut Van dalam Masrura (2010) mengenai sejauh mana kebolehan atau andil metakognisi memengaruhi hubungan pencapaian prestasi belajar sebenarnya bergantung kepada pola motivasi yang dimiliki seseorang pelajar. Hal ini menjelaskan wujud hubungannya antara metakognisi dan motivasi dalam memengaruhi pencapaian pelajar. Maksudnya tingkat kemampuan, kesadaran dan keterampilan metakognisi memengaruhi prestasi atau hasil belajar siswa sebenarnya bergantung kepada pola motivasi seseorang siswa ini menunjukkan hubungan antara motivasi seseorang dalam mempengaruhi prestasi belajar siswa.

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor psikologis memengaruhi kesadaran metakognisi serta masing-masing pula memengaruhi prestasi belajar. Dari sekian banyak faktor-faktor psikologi yang tersebut ada yang bersifat positif dan ada yang bersifat negatif.

Adapun faktor yang lain yang dapat memengaruhi adalah peran guru dalam membangun keterampilan metakognisi siswa melalui pembelajaran yang belum maksimal. Karena menurut pendapat Viyanti & Rosidin (2014) Guru sebagai perancang suatu kegiatan belajar dan pembelajaran mempunyai tanggung jawab dan mempunyai kesempatan untuk mengembangkan keterampilan metakognisi dalam kegiatan pembelajaran. Pemilihan model atau instrumen yang digunakan untuk

mengukur keterampilan metakognisi dan hasil belajarpun dapat menjadi faktor yang sangat berpengaruh.

KESIMPULAN

1. Keterampilan metakognisi siswa kelas X MIPA 1 SMAN 26 Bandung berada pada tingkatan keterampilan metakognisi tingkat 3 (tiga) *developing* atau berkembang yakni siswa dapat dibantu menuju kesadaran berpikir sendiri jika tergugah atau didukung
2. Hasil belajar kognitif siswa kelas X MIPA 1 SMAN 26 Bandung pada materi lingkungan hasil memiliki nilai N-gain sebesar 0,46 dalam kategori sedang dan pencapaian indikator hasil belajar kognitif sebesar (86.04%) dengan tingkat kualifikasi sangat baik
3. Hasil uji korelasi antara keterampilan metakognisi dengan hasil belajar siswa memperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,26 dengan interval korelasi sangat rendah, hasil uji t menunjukkan bahwa $t_{hitung} (1,43) < t_{tabel} (2,76)$ maka H_1 di tolak dan H_0 di terima artinya tidak terdapat korelasi antara keterampilan metakognisi dengan hasil belajar siswa melalui model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL).

SARAN

Berdasarkan temuan penelitian yang mengkaji tentang hubungan antara keterampilan metakognisi dengan hasil belajar siswa hasil menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi antara keterampilan metakognisi siswa dengan hasil belajar melalui model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) sehingga peneliti menyarankan agar dilakukan penelitian selanjutnya, mengenai keterampilan metakognisi siswa dengan menggunakan model atau variabel korelasi yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson. (2010). *Kerangka Landasan Untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Assesmen (Revisi Taksonomi Pendidikan Bloom)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Danial, M. (2010). *Pengaruh Strategi PBL Terhadap Keterampilan Metakognisi dan Respon Mahasiswa*. *Jurnal Chemical*, 11(2).
- Desmita. (2012). *Psikologi Perkembangan Peserta Anak Didik*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Hidayat, S. (2010). *Pengantar Umum Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Verifikatif*. Pekanbaru: Suska Pres.
- Hsiao, Y. (1997). *The Effect of Cognitive Styles and Learning Strategies in a Hypermedia Environment: A Review of Literature*, (Online) Tersedia <http://www.edb.utexas.edu>. [Diakses 30 Juli 2018].
- Kurniawan, N., Mawardi & Rizmahardian. (2017). *Korelasi Antara Keterampilan Metakognisi Dengan Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Kimia Kelas X MIA SMA Negeri 7 Pontianak*. *Jurnal Ilmiah*, 5(1).
- Malahayati, E. N. (2014). Hubungan Keterampilan Metakognitif dan Kemampuan Berpikir Kritis dengan Hasil Belajar Biologi Siswa yang Menjalani Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Pada Kelas XI SMA di Kota Malang. *Tesis*. tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Muisman. (2003). Analisis Jalur Hasil Belajar Mata Pelajaran Ekonomi Berdasarkan Kecerdasan, Strategi-Strategi Metakognitif dan Pengetahuan Awal. *Tesis*. Tidak diterbitkan. IKIP Singaraja.
- Novita, I. R. & Aloysius. (2016). Hubungan Keterampilan Metakognitif dengan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Berbasis Skor Selisih dalam Pembelajaran Biologi Pada Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) di Kota Malang. *Prosiding Seminar Nasional II Tahun 2016*.
- Nurisyah, Corebima & Fatchur. (2017). Analisis Perbandingan Hubungan Antara Keterampilan Metakognitif Terhadap Hasil Belajar Dan Retensi Siswa Sma Pada Pembelajaran Biologi Berbasis (PBL). *Jurnal Pendidikan*, 2(2).
- Paidi. (2007). *Model Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran Biologi di SMA*. Tersedia <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/132048519r>. [Diakses 16 Juni 2018].

- Rusdi, A. (2014). Korelasi Antara Kesadaran Metakognisi dengan Hasil Belajar Siswa dalam Mata Pelajaran Kimia Kelas XI SMA Negeri 4 Pontianak. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Sudjana, N. (2013). *Penilaian Hasil dan Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sumantri, M. S. (2015). *Strategi pembelajaran: Teori dan praktik di tingkat pendidikan dasar*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Thobroni & Rahman, A. (2015). *Belajar dan Pembelajaran Teori dan Praktik*: Ar-ruzz Media.
- Viyanti, N. M. A. & Rosidin, U. (2014). *Pengembangan Instrumen Penilaian Keterampilan Metakognisi Pada Pembelajaran IPA di SMP*. Lampung: FKIP Unila.

PROGRAM EDUKASI LINGKUNGAN HIDUP BAGI SISWA RA UNTUK MEMAHAMKAN KONSEP “KANG PISMAN” MELALUI KEGIATAN BERMAIN

Dede Trie Kurniawan*¹, Sri Maryanti², Astri Yuliawati³, Nailah Tresnawati⁴

^{1,4}Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

^{2,3}Program Studi Pendidikan Biologi FTK, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung

e-mail: *dhe3kurniawan@gmail.com

Abstrak. Sampah adalah masalah dunia. Perlu sebuah aksi pengurangan sampah dari hulu dengan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Berbagai macam sampah sebagai hasil samping kegiatan manusia terus diproduksi setiap harinya, maka Perlu adanya pembenahan budaya bagi masyarakat Indonesia mengenai pengelolaan sampah plastik. Penanaman nilai kebersihan lingkungan terhadap anak sejak dini sangatlah penting, karena Anak-anak yang masih dalam tahap perkembangan berada pada proses imitasi dengan melihat apa yang orang dewasa di sekitarnya lakukan. Perlu dilakukan kegiatan edukasi lingkungan hidup mengenai gaya hidup bijak dalam penggunaan plastik melalui kegiatan mewarnai tas pakai ulang (*Totebag*) bagi anak-anak. Kegiatan ini dimaksudkan sebagai wahana edukasi lingkungan hidup dalam menanamkan sebuah gaya hidup “Zero Waste” melalui motto *kang pisman* (*kurangi, pisahkan dan manfaatkan*) kepada siswa Raudatul Atfal (RA) disalah satu RA Kabupaten Bandung. Secara garis besar Pelaksanaan kegiatan ini dapat dikategorikan sukses dan berjalan dengan baik. Hal ini dapat ditunjukkan dengan sebagian besar pemberian respon dari peserta siswa RA, Guru dan Kepala sekolah RA yang mengungkapkan bahwa kegiatan ini sangat baik karena dapat memberikan manfaat dan memperluas wawasan mereka selaku anggota masyarakat yang di lingkungan mereka terkenal selalu rawan kejadian banjir akibat penanganan sampah plastik yang tidak baik.

Kata Kunci: *diet kantong plastik, pendidikan anak usia dini, pendidikan lingkungan hidup.*

PENDAHULUAN

Sampah adalah masalah dunia. Tidak hanya di kota-kota besar di dunia, tapi juga di Indonesia. Kalau kita hanya fokus pada penanganan di akhir, hanya masalah waktu untuk meledak. Justru yang penting adalah aksi pengurangan sampah dari hulu dengan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Masalah sampah seakan menjadi persoalan yang terus menyita energi untuk dapat diselesaikan. Berbagai macam sampah sebagai hasil samping kegiatan manusia terus diproduksi setiap harinya. Di pasar, industri, perkantoran, rumah tangga, bahkan di sekolah tidak luput dengan masalah sampah. Hal ini disebabkan oleh kebiasaan masyarakat membuang sampah sembarangan yang sulit dihilangkan. Permasalahan mendasar dari masyarakat dalam membuang sampah sembarangan ini disebabkan karena selama ini masyarakat terlanjur berperilaku atau memiliki kebiasaan yang tidak benar dalam mengelola sampah.

Dewasa ini plastik merupakan sesuatu yang sudah tidak asing lagi di telinga kita, bahan plastik disukai karena memiliki sifat praktis, mudah, dan kedap air, hal ini sesuai dengan mobilitas kehidupan orang modern. Tidak terkecuali juga pada kantong plastik belanjaan sekali pakai yang sering kali kita buang begitu saja sehabis kita pakai, kantong plastik sekali pakai yang kita gunakan juga tidak semuanya terbuat dari bahan kimia yang baik, dan sehat untuk diri dan lingkungan kita. Beberapa jenis kantong plastik yang kita gunakan justru sangat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan kita, terutama kantong-kantong plastik sekali pakai yang terbuat dari bahan daur ulang plastik lainnya yang tidak jelas riwayat penggunaannya, plastik seperti ini bisa saja berasal dari bekas wadah limbah berbahaya seperti pestisida dan logam berat, limbah rumah sakit atau kotoran hewan, yang lebih menakutkan proses daur ulang kantong plastik ini kerap menggunakan bahan kimia yang berbahaya. Akibatnya tidak hanya bagi kesehatan kita melainkan bagi lingkungan kita juga.

Jenis plastik seperti ini sangat berbahaya bagi kesehatan karena jika dipakai untuk membungkus makanan bahan kimia yang terdapat pada kantong plastik sangat mudah terdegradasi jika terkena panas dan akan mengenai makanan yang terdapat di dalam kantong plastik tersebut, bagi

lingkungan kita plastik seperti ini juga sangat berbahaya karena plastik seperti ini membutuhkan waktu puluhan sampai ratusan tahun untuk plastik ini dapat terurai dengan baik dengan lingkungan kita sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, penggunaan plastik yang terus bertambah setiap harinya menyebabkan sampah plastik ini semakin hari semakin menumpuk yang akhirnya akan tertimbun dan menjadi gunung sampah yang kemudian sebagai solusinya sampah plastik ini dibakar, akan tetapi kantong plastik ini tetap tidak akan terurai dengan baik sekalipun dibakar, melainkan akan menghasilkan gas dioksin yang akan menjadi racun bagi makhluk hidup dan merusak lingkungan kita serta menimbulkan efek pemanasan global. Jika dibuang di sembarang tempat seperti solokan atau sungai plastik ini juga akan menyumbat saluran air dan menyebabkan pencemaran air serta banjir.

Plastik seperti ini banyak sekali beredar di pasar-pasar tradisional, pedagang asongan pinggir jalan dan di beberapa pertokoan. Plastik seperti ini banyak sekali berputar dan di konsumsi oleh masyarakat dengan kelas menengah kebawah yang cenderung memiliki tingkat pendidikan dan taraf kehidupan yang rendah, hal itu tentu berpengaruh pada perilaku mereka, banyak dari mereka yang tidak mengetahui bahaya dan ancaman apa yang akan terjadi jika mereka terus menerus menggunakan kantong plastik dengan kualitas sangat buruk yang kemudian setelah mereka pergunkan mereka akan membuangnya di sembarang tempat tanpa memikirkan waktu yang di butuhkan untuk plastik tersebut untuk terurai maksimal sehingga semakin hari sampah-sampah plastik tersebut semakin bertambah, menumpuk dan mencemari lingkungan kita, bahkan banyak juga dari mereka yang menggunakan plastik tersebut sampai berulang kali.

Hal ini merupakan sebuah masalah besar bagi kita, karena sebagian besar dari masyarakat bangsa Indonesia ini adalah mereka-mereka yang memiliki tingkat dan taraf kehidupan yang rendah dan mereka inilah yang merupakan konsumen dan pengguna terbesar dari kantong plastik yang tidak ramah lingkungan, hal ini sudah menjadi sebuah kebiasaan dan gaya hidup bagi mereka. Ini merupakan ancaman besar bagi bangsa kita karena apabila tidak segera diatasi, lingkungan kita akan tertutupi, rusak, dan terkontaminasi oleh plastik tersebut yang juga akan memberikan dampak buruk juga bagi ekosistem yang ada didalamnya.

Sekolah sebagai tempat berkumpulnya banyak orang dapat menjadi penghasil sampah terbesar selain pasar, rumah tangga, industri dan perkantoran. Secara umum sampah dapat dipisahkan menjadi:

1. Sampah organik atau mudah busuk berasal dari: sisa makanan, sisa sayuran dan kulit buah-buahan, sisa ikan dan daging, sampah kebun (rumput, daun dan ranting),
2. Sampah anorganik atau tidak mudah busuk berupa: kertas, kayu, kain, kaca, logam, plastik, karet dan tanah. Sampah yang dihasilkan sekolah kebanyakan adalah jenis sampah kering dan hanya sedikit sampah basah.

Sampah kering yang dihasilkan kebanyakan berupa kertas, plastik dan sedikit logam. Sedangkan sampah basah berasal dari guguran daun pohon, sisa makanan dan daun pisang pembungkus makanan (Nasih, 2010).

Pemilahan sampah merupakan perlakuan awal dalam penanganan sampah dengan memisahkan paling sedikit menjadi tiga jenis sampah, yaitu: (1) Sampah yang mudah terurai, meliputi sampah yang berasal dari tumbuhan, hewan, dan/atau bagian yang dapat terurai oleh makhluk hidup lainnya dan/atau mikroorganisme; (2) Sampah yang dapat digunakan kembali dan sampah yang dapat didaur ulang; dan (3) Sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun. Sampah yang telah terpilah tersebut harus ditempatkan atau ditampung dalam wadah sampah berdasarkan jenis sampah. Pemilahan dan penempatan sampah pada tempatnya merupakan tahapan paling utama yang memungkinkan untuk diterapkan pada usia anak-anak Sekolah dasar sebagai bentuk pembelajaran untuk menanamkan nilai-nilai kebersihan lingkungan sejak dini (Amri & Widyantoro, 2017).

Penanaman nilai kebersihan lingkungan terhadap anak sejak dini sangatlah penting, karena anak merupakan generasi penerus bangsa yang sebaiknya telah dibekali oleh orang dewasa atau guru mengenai hal-hal yang dapat menjaga keberlangsungan sebuah bangsa dalam hal ini salah satunya adalah dengan menjaga lingkungan bersih. Anak-anak yang masih dalam tahap perkembangan berada pada proses imitasi dengan melihat apa yang orang dewasa di sekitarnya lakukan. (Gunarsa, 2004) Demikian juga dalam hal membuang sampah. Mencontohkan membuang sampah pada tempatnya oleh orang dewasa kepada anak usia dini merupakan salah satu upaya mengurangi kebiasaan buruk yang dapat menyelamatkan lingkungan.

Anak pada usia dini sangatlah mudah untuk diberi pengetahuan atau diarahkan yang lebih baik, dalam hal ini yaitu untuk menjaga kebersihan lingkungan sekolahnya. Untuk menjaga kebersihan

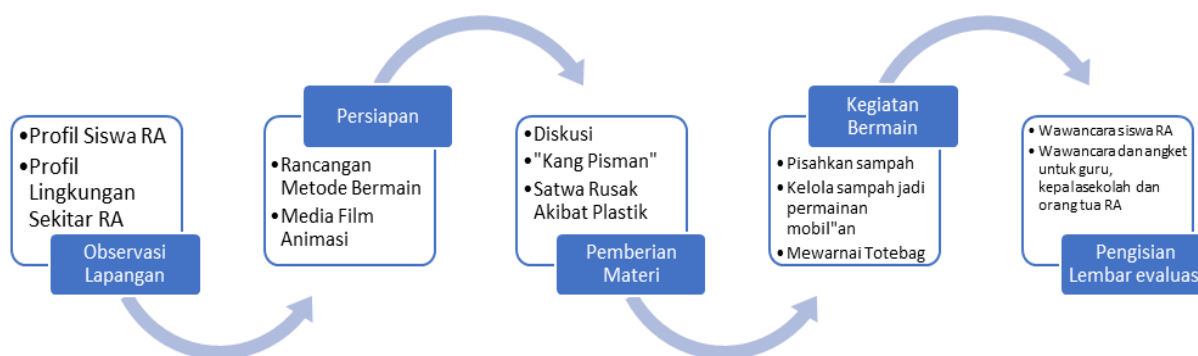
lingkungan sekolahnya ini, anak harus dibiasakan membuang sampah pada tempatnya. Kesadaran anak untuk membuang sampah pada tempatnya menjadi salah satu faktor penting dalam pembelajaran kesehatan lingkungan bersih. Pengelolaan sampah tidak semata-mata menggunakan teknologi canggih, tetapi lebih membutuhkan perubahan dan pembentukan perilaku individu. Untuk pembentukan perilaku individu dalam mengelola sampah yang benar perlu ditanamkan sejak usia dini, yang merupakan usia emas pembentukan perilaku. Pembentukan perilaku pada usia ini lebih mudah dan lebih terlihat hasilnya daripada usia berikutnya. Pembentukan perilaku mengelola sampah sejak usia dini ini dapat dimulai dari pembentukan kebiasaan memilah dan menempatkan sampah pada tempatnya. Apabila kebiasaan memilah dan menempatkan sampah pada tempatnya sudah tertanam sejak usia dini, selanjutnya diharapkan akan terus terbawa hingga perjalanan usia selanjutnya, yang pada gilirannya akan lebih mudah secara bersama-sama dalam mengelola sampah dan menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat.

Penggunaan tas pakai ulang merupakan salah satu usaha yang bisa diterapkan masyarakat ketika berbelanja, seperti kembali lagi ke jaman dahulu dimana para ibu tidak pernah lupa membawa kantong belanja ketika berbelanja ke pasar dan ketika pembungkus tahu atau bahkan daging hanya menggunakan daun pisang yang dilipat apik secara khusus dan bukan plastik berukuran 24 x 32 x 3,8 cm. Akan tetapi kini masyarakat moderen menuntut hal yang bersifat praktis, ringkas dan sederhana. Para ibu sudah mulai meninggalkan cara-cara konvensional, beralih ke gaya hidup yang konsumtif, sebagian darinya hanya demi gengsi dan sebagian yang lainnya beralih karena sudah menjadi kebiasaan untuk “terfasilitasi” kantong plastik gratis dimana-mana.

Dari latar belakang yang telah dipaparkan, maka perlu dilakukan kegiatan edukasi lingkungan hidup mengenai gaya hidup bijak dalam penggunaan plastik melalui kegiatan mewarnai tas pakai ulang (*Totebag*) bagi anak-anak. Kegiatan ini dimaksudkan sebagai wahana edukasi lingkungan hidup dalam menanamkan sebuah gaya hidup “Zero Waste” kepada siswa Raudatul Atfal (RA) disalah satu RA Kabupaten Bandung. Melalui kegiatan ini diharapkan guru – guru dan siswa dapat lebih eksplorasi kreatifitas pengajarannya, menyenangkan, siap berpartisipasi dalam pendidikan lingkungan hidup bagi anak sedari dini di pembelajaran IPA menjadi menyenangkan dalam memahami konten fisika/biologi mengenai lingkungan hidup.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap (Gambar 1).



Gambar 1. Bagan Penelitian

Penelitian yang dilakukan berupa kegiatan pengabdian dengan bentuk program edukasi untuk siswa RA mengenai pendidikan lingkungan hidup dengan tema diet kantong plastik dengan moto “Kang Pisman” di RA Atta’Awun, Kecamatan Cileunyi Kabupaten Bandung. Selama kegiatan dilakukan pengamatan terkait aktifitas belajar peserta didik dengan indikator meliputi keaktifan dan pemahaman mengenai konsep “kang pisman”. Kegiatan pendahuluan berupa observasi lapangan dengan melihat secara langsung kondisi subjek pelatihan, dengan observasi lapangan. Observasi lapangan dilaksanakan dengan mewawancarai Kepala Sekolah terkait keadaan peserta didik. Tahap Persiapan dilakukan dengan pembuatan dan uji coba Animasi Film dan Kegiatan bermain mewarnai totebag. Tahap pelaksanaan dilaksanakan dengan acara tatap muka, diskusi dan praktek kegiatan di

kelas dan lapangan. Pertemuan tatap muka menggunakan metode ceramah, demonstrasi serta praktik terbimbing dengan metode bermain dilakukan dengan berbantuan media laptop, proyektor dan bahan bermain mewarnai totebag yang telah disiapkan. Berdasarkan rencana kegiatan yang telah disusun maka target luaran yang diharapkan setelah pelaksanaan program pelatihan ini adalah siswa-siswa SD kelas rendah dan anak usia dini mendapatkan wawasan pengetahuan dan pemberian pemahaman bagi siswa mengenai permasalahan sampah plastik dan turut serta berpartisipasi dalam program pemerintah berupa Diet Kantong plastik sebagai upaya mengurangi penggunaan plastik di Indonesia dengan membuat Totebag dari media yang sederhana dan digambar sesuai selera siswa agar menarik. Selain itu melalui kegiatan program pengabdian edukasi ini dapat menjadi sebuah stimulan awal untuk membuat kelompok kepedulian pendidikan lingkungan hidup sebagai wahana ekstrakurikuler di sekolah dasar yang menjadi objek pengabdian dan bila sudah terbentuk kelompok kepedulian ini akan dibuat program pendampingan bagi guru yang ditugaskan sebagai pembina ekstrakurikuler ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan ini dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan dan pemahaman atas permasalahan sampah plastik dan mengajak untuk dapat berpartisipasi dalam kegiatan “diet kantong plastik” yang sedang digalakkan oleh pemerintah kota Bandung dengan slogan “kang pisman” nya. Melalui kegiatan program pengabdian edukasi ini diharapkan dapat menjadi wadah pengamalan ilmu dan pembelajaran dari bidang kepakaran dosen yang dimiliki. Dan melalui kegiatan program pengabdian edukasi ini dapat menjadi sebuah stimulan awal untuk membuat kajian pendidikan lingkungan hidup bagi siswa RA yang dapat didiskusikan dengan ikatan guru – guru RA di wilayah kota/kabupaten Bandung.



Gambar 2. Dokumentasi Kegiatan

Telah dilaksanakan kegiatan Edukasi Lingkungan Hidup Bagi Siswa Raudatul Atfal (RA) Melalui Kegiatan Menggambar Totebag Sebagai Upaya Meminimalisir Penggunaan Plastik di RA

Atta'awun Komplek Pilar Biru Kabupaten Bandung. Kegiatan ini dilaksanakan dengan acara tatap muka penyampaian materi, *story telling*, pemutaran video, bermain mewarnai totebag dan makan snack bersama dengan penanaman budaya “zero waste” dengan membawa tempat makan dan minum sendiri. Secara garis besar kegiatan berjalan dengan baik dan lancar. Pertemuan tatap muka dengan metode ceramah, *story telling* dan demonstrasi menggunakan video melalui media laptop dan infokus yang difasilitasi oleh sekolah. Kegiatan ini dilaksanakan sehari yaitu pada hari Jumat tanggal 29 Maret 2019 dari pukul 08.00 – 11.00 WIB. Peserta kegiatan berjumlah 18 orang siswa yang merupakan siswa – siswi RA Atta'awun kelas A dan B Usia 5 - 6 Tahun. Lokasi Penyelenggaraan Kegiatan Pengabdian ini dilaksanakan di RA Atta'awun Komplek pilar biru jalan pilar barat no.15 Rt. 02 / Rw 12 Desa Cibiru Hilir Kecamatan cileunyi Kabupaten Bandung. Adapun yang menjadi pemateri edukasi pengurangan sampah plastik untuk siswa RA adalah Ibu Astri Yuliawati, M.Si yang merupakan dosen pendidikan biologi FTK UIN SGD Bandung; sedangkan untuk kegiatan bermain dalam edukasi sampah plastik dengan kegiatan mewarnai totebag difasilitasi oleh ibu Sri Maryanti, S.Si., M.Pd yang merupakan Dosen Pendidikan Biologi Fakultas tarbiyah dan keguruan UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Secara keseluruhan kegiatan ini di ketuai oleh Bapak Dr. Dede Trie Kurniawan, S.Si., M.Pd selaku dosen PGSD FKIP Universitas swadaya gunung Jati Cirebon.



Gambar 3. Dokumentasi Kegiatan menonton Film Animasi Pendidikan Lingkungan Hidup yang dikembangkan (Sumber Video: <https://www.youtube.com/watch?v=Uw2KhEbwsvo&feature=youtu.be>)

Pelaksanaan kegiatan Edukasi Lingkungan Hidup Bagi Siswa Raudatul Atfal (RA) Melalui Kegiatan Menggambar Totebag Sebagai Upaya Meminimalisir Penggunaan Plastik di RA Atta'awun Komplek Pilar Biru Kabupaten Bandung ini dilakukan 2 (dua) orang tim pemateri dengan pokok bahasan yang disampaikan mengenai: Pengurangan sampah plastik dengan Budaya Kang Pisman dan bermain mewarnai totebag sebagai upaya pengurangan sampah plastik, Diskusi tanya jawab, Pengisian Lembar Evaluasi pelaksanaan kegiatan oleh pengelola sekolah, dan Ramah-tamah dan foto bersama. Semua Kegiatan dapat terlaksana kegiatan baik dan lancar berkat dukungan dan bantuan semua pihak baik sekolah maupun kampus.

Kegiatan yang diawali dengan perkenalan pemateri dan penyampaian maksud dan tujuan diselenggarakannya kegiatan Edukasi Lingkungan Hidup Bagi Siswa RA Melalui Kegiatan Menggambar Totebag Sebagai Upaya Meminimalisir Penggunaan Plastik di RA Atta'awun Komplek Pilar Biru Kabupaten Bandung. Dari Kegiatan ini, dapat diketahui bahwa pada umumnya siswa antusias dan baru mengetahui mengenai bahaya sampah plastik bagi bumi dan bagaimana cara mengurangi sampah plastik yang ada. Acara kemudian dilanjutkan dengan sesi tanya jawab. Secara Garis Besar Inti pertanyaan siswa adalah: bencana yang dihadapi bila masalah sampah tidak ditangani dengan benar, seperti banjir dan mengapa sampah bisa mengalir sampai kelaut dan diskusi tindak lanjut kegiatan kepada siswa bagaimana mengurangi penggunaan sampah plastik yang ada.



Gambar 4. Dokumentasi Kegiatan Siswa Berkreasi dan memanfaatkan sampah bekas untuk membuat permainan Mobil roket balon

Secara Garis besar Pelaksanaakan kegiatan Edukasi Lingkungan Hidup Bagi Siswa RA Melalui Kegiatan Menggambar Totebag Sebagai Upaya Meminimalisir Penggunaan Plastik di RA Atta'awun Komplek Pilar Biru Kabupaten bandung dapat dikategorikan sukses dan berjalan dengan baik. Hal ini dapat ditunjukkan dengan sebagian besar pemberian respon dari peserta siswa RA, Guru dan Kepala sekolah RA yang mengungkapkan bahwa kegiatan ini sangat baik karena dapat memberikan manfaat dan memperluas wawasan mereka selaku anggota masyarakat yang di lingkungan mereka terkenal selalu rawan kejadian banjir akibat penanganan sampah plastik yang tidak baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Makalah ini didanai oleh Program Pengabdian Kepada Masyarakat Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Swadaya Gunung Jati Tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, M. (2008). *Peran Pemerintah, Industri Ritel, dan Masyarakat dalam Membatasi Penggunaan Kantong Plastik Sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan*. Indonesia. Fakultas Ekonomi Universitas Kristen Petra.
- Amri, C. & Widyantoro, W. (2017). Pendampingan Pembelajaran Memilah dan Menempatkan Sampah Pada Tempatnya Sejak Usia Dini Di TK Imbas 1. *International Journal of Community Service Learning*, 1(3), 121-126.
- Asih, N. T. (2018). *Pengelolaan Sampah di Sekolah (Studi Tentang Pembentukan Karakter Peduli Lingkungan di SD Negeri 3 Bancarkembar Kabupaten Banyumas)*. Skripsi. Jurusan PAI FTK IAIN Purwokerto.
- Billah, M. N. M. (2013). *Diet Kantong Plastik, dari Kantong plastik ke Tas Ramah Lingkungan*. Semarang: Jurusan Administrasi Publik. FISIP UNDIP Semarang.
- Gunarsa, S. (2004). *Psikologi Praktis: Anak, Remaja, dan Keluarga*. Jakarta: Gunung Mulia.
- Nasih, W. (2010). *Pengelolaan Sampah yang Ramah Lingkungan di Sekolah, Pelatihan Pengembangan Sekolah Hijau untuk guru-guru SMK RSBI se-DIY*. LPPM UGM bekerja sama dengan Dinas Pendidikan, Pemuda dan Olah Raga Provinsi DIY.
- Wibisono, C. H. (2011). *Sosialisasi Gaya Hidup Cermat Menggunakan Kantong Plastik Melalui Kampanye Cemerlang*. Fakultas Seni Rupa Dan Desain Universitas Kristen Maranatha.
- Wintoko, B. (2012). *Panduan Praktis Mendirikan Bank Sampah Keuntungan Ganda Lingkungan Bersih dan Keamanan Finansial*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

EFEKTIVITAS MODEL TPS (*THINK-PAIR-SHARE*) TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA MATERI PLANTAE

Tuti Garnasih

MA Swasta Ar-Rosyidiyah, Bandung

e-mail: tutigarnasih06@gmail.com

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan hasil belajar Biologi siswa kelas X-MIA MA Swasta Ar-Rosyidiyah melalui penerapan metode Think Pair Share (TPS). Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas (Classroom Action Research) yang terdiri dari tiga siklus. Subjek penelitian adalah kelas X-MIA dengan jumlah siswa sebanyak 40 orang, terdiri dari 29 perempuan dan 11 laki-laki. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen berupa lembar observasi dan tes. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) Proses pembelajaran dengan penerapan metode TPS terdiri empat tahapan yaitu Pertama, tahap think (berpikir secara individu). Kedua, tahap pair (berpasangan). Ketiga, tahap share (berbagi jawaban dengan pasangan lain), siswa atau kelompok terpilih dapat mempresentasikan jawaban kelompoknya di depan kelas, dan Keempat, tahap penghargaan, pada tahap akhir siswa diberi penghargaan baik dari segi individu maupun kelompok. Nilai individu didapatkan berdasarkan hasil jawaban pada tahap think, sedangkan nilai kelompok diambil berdasarkan tahap pair dan share. 2) Dengan penerapan metode TPS dalam pembelajaran Plantae kelas X-MIA MA Swasta Ar-Rosyidiyah ternyata dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini dapat ditunjukkan dengan rata-rata hasil evaluasi tiap siklus mengalami peningkatan yaitu dari 66,25 pada pra tindakan menjadi 75,63 pada siklus 1 serta terjadi peningkatan rata-rata secara klasikal menjadi 84,63 pada siklus 2, kemudian terjadi peningkatan rata-rata kembali secara klasikal menjadi 89,50 pada siklus 3 dan sudah dikatakan tuntas.

Kata Kunci: plantae, hasil belajar, Think-Pair-Share (TPS).

Abstract. The purpose of this study was to determine the increase in biology learning outcomes of students of X-MIA MAS Ar-Rosyidiyah through the application of Think Pair Share (TPS) methods. This research is a Classroom Action Research with three cycles. The subjects of this study were X-MIA student class with 40 students. Data collection is done by using instruments in the form of observation and test sheets. The results of the study show that 1) Individual values are obtained based on the results of answers in the think stage, while group values are taken based on pair and share stages. 2) With the TPS method in learning Plantae, the X-MIA student class can actually improve student learning outcomes. This can be indicated by the average evaluation results for each cycle which increased from 66.25 in the pre-action to 75.63 in the first cycle and increase to 84.63 in the second cycle, then increase to 89.50 in cycle three.

Keywords: plantae, learning outcomes, Think-Pair-Share (TPS).

PENDAHULUAN

Proses belajar mengajar memiliki peran yang sangat penting bagi guru dalam mengaktualisasikan keterampilannya dalam mengajar. Guru dianggap orang yang mampu merubah manusia yang tadinya tidak ada apa-apanya menjadi manusia yang serba bisa dan serba tahu. Pembelajaran adalah membangun pengalaman belajar siswa dengan berbagai keterampilan proses sehingga mendapatkan pengalaman dan pengetahuan baru. Sedangkan kreatif dimaksudkan agar guru mampu menciptakan kegiatan belajar yang beragam sehingga memenuhi dan mampu memberikan pelayanan pada berbagai tingkat kemampuan dan gaya belajar siswa. Di sisi lain menyenangkan dimaksudkan agar guru mampu menciptakan suasana belajar yang menyenangkan sehingga siswa memusatkan perhatian secara penuh. Seperti halnya yang dikemukakan oleh Subana (2002) bahwa pembelajaran kreatif dan menyenangkan merupakan usaha membangun pengalaman belajar siswa dengan berbagai keterampilan proses untuk mendapatkan pengalaman dan pengetahuan baru, melalui

penciptaan kegiatan belajar yang beragam dan mengkondisikan suasana belajar sehingga tingkat kemampuan siswa bertambah, serta siswa lebih terpusat perhatiannya secara penuh.

Pendapat di atas, menunjukkan bahwa melalui proses belajar, siswa dapat memiliki perubahan tingkah laku ke arah keberhasilan pengetahuan, dan peningkatan kompetensi sebagaimana yang telah menjadi target pendidikan.

Namun untuk mewujudkan tuntutan sebagaimana harapan, sudah tentu tidak semudah membalikkan telapak tangan. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa siswa kelas X MA Swasta Ar-Rosyidiyah, kurang mampu menguasai kompetensi klasifikasi tumbuhan (*Plantae*) sebagaimana tuntutan dalam pembelajaran. Salah satu faktor penyebabnya adalah kurang kreatifnya guru dalam memilih model pembelajaran. Seperti yang dikemukakan Slameto (1995) bahwa cara guru mengajar yang kurang menarik dapat menimbulkan kebosanan pada siswa. Sehingga siswa terkesan kurang memiliki motivasi yang baik untuk mengikuti pembelajaran guru.

Salah satu upaya yang diperkirakan mampu mengatasi masalah tersebut, adalah model *Think-Pair-Share* (TPS) adalah salah satu model pembelajaran kooperatif (*cooperative learning*) yang dikembangkan oleh Frank Lyman (Lie, 2005). TPS memberikan kesempatan kepada siswa untuk bekerja sendiri serta bekerja sama dengan orang lain baik itu teman sebangkunya, maupun teman sekelasnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas dengan tiga siklus yang dilaksanakan di kelas X-MIA MA Swasta Ar-Rosyidiyah. Subjek penelitian terdiri atas 40 siswa yang terdiri dari 29 perempuan dan 11 laki-laki. Pembelajaran pada kedua kelas penelitian menggunakan metode *Think Pair Share* dengan pelaksanaan kegiatan pada bulan Februari dan Maret tahun pelajaran 2017-2018.

Jenis data berupa data kuantitatif yaitu data yang diperoleh dari hasil tes. Dan data kualitatif yaitu data yang diperoleh dari hasil observasi aktivitas maupun kemampuan ilmiah siswa. Instrumen penelitian meliputi lembar observasi, LKS dan soal tes.

Pedoman observasi keterlaksanaan pembelajaran mempunyai 4 alternatif jawaban, yaitu dengan cara penskoran dengan rentang skor 1, 2, 3 dan 4. Untuk mengetahui ada tidaknya peningkatan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah pada mata pelajaran Biologi pada materi klasifikasi tumbuhan (*Plantae*), langkah selanjutnya yang peneliti lakukan adalah menghitung nilai rata-rata hasil tes pada tiap siklus dengan rumus:

$$X = (\sum X) / N$$

Keterangan:

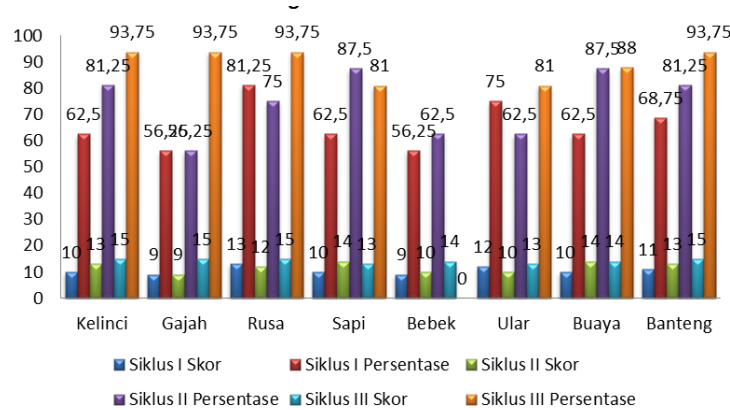
X = nilai rata-rata hasil tes
 $\sum X$ = skor tes semua siswa
 N = banyaknya siswa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun keberhasilan yang diperoleh selama penelitian yang dilakukan mulai dari siklus 1 sampai siklus 3 ini, yaitu ditandai dengan adanya peningkatan hasil baik dari sisi keterlaksanaan proses langkah-langkah pembelajaran yang dilakukan oleh guru, dari sisi aktivitas siswa, hasil perolehan nilai kelompok serta hasil evaluasi penguasaan materi pembelajaran siswa, adalah sebagai berikut.

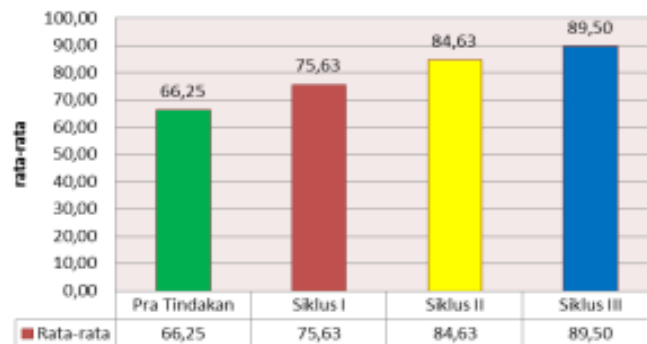
Aktivitas siswa dalam PBM sudah mengarah ke pembelajaran Biologi dengan kompetensi dasar menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan pengamatan morfologi dan metagenesis tumbuhan serta mengaitkan peranannya dalam kelangsungan kehidupan di bumi berdasarkan langkah-langkah model TPS secara lebih baik. Siswa sudah mampu membangun kerja sama dalam kelompok untuk memahami tugas yang diberikan guru. Siswa mulai mampu berpartisipasi dalam kegiatan dan tepat waktu dalam melaksanakannya. Siswa sudah mampu mempresentasikan hasil kerja. Maka dengan itu untuk lebih jelasnya berikut akan disajikan grafik peningkatan aktivitas siswa tiap kelompok.

Meningkatnya aktivitas siswa dalam PBM didukung oleh meningkatnya aktivitas guru dalam mempertahankan dan meningkatkan suasana pembelajaran yang mengarah pada langkah-langkah pembelajaran berdasarkan model TPS. Guru sangat intensif membimbing siswa, terutama saat siswa mengalami kesulitan dalam PBM dapat dilihat dari hasil observasi aktivitas guru dalam PBM meningkat apabila dirata-ratakan dari tiap siklus dari 83,5% pada siklus 1, menjadi 93,5% pada siklus 2 dan terakhir pada siklus 3 menjadi 96 (Gambar 1).

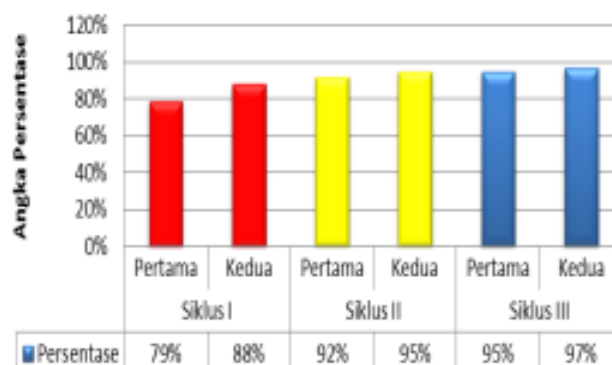


Gambar 1. Grafik Peningkatan Aktivitas Siswa dalam PBM

Meningkatnya rata-rata nilai post tes tiap tindakan dari 66,25 pada pra tindakan menjadi 75,63 pada siklus 1 serta mengalami peningkatan rata-rata menjadi 84,63 pada siklus 2, kemudian terakhir mengalami peningkatan kembali pada siklus 3 yaitu sebesar 89,50 dan dengan demikian bahwa nilai siswa sudah dikatakan tuntas (Gambar 2 & 3).



Gambar 2. Grafik Peningkatan Nilai Rata-Rata Postest



Gambar 3. Grafik Peningkatan Keterlaksanaan Pembelajaran

Dengan demikian dari hasil data yang diperoleh dalam penelitian, maka tidak perlu dilakukan pembelajaran lanjutan karena penelitian ini telah menunjukkan adanya peningkatan sesuai dengan harapan dan standar ketuntasan yang telah ditetapkan di sekolah ini.

KESIMPULAN

Dengan penerapan model TPS dalam pembelajaran Biologi kelas X-MIA MA Swasta Ar-Rosyidiyah ternyata dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini dapat ditunjukkan dengan rata-rata hasil evaluasi tiap siklus mengalami peningkatan yaitu dari 66,25 pada pra tindakan menjadi 75,63 pada siklus 1 serta terjadi peningkatan rata-rata secara klasikal menjadi 84,63 pada siklus 2, serta mengalami peningkatan juga pada siklus 3 yaitu menjadi 89,50 dan sudah dikatakan tuntas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2006). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Dahar, R. W. (1996). *Teori-Teori Belajar*. Jakarta: Erlangga.
- Margono. (2004). *Metode Penelitian Pendidikan: Komponen MKDK*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Moleong, L. J. (2000). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Natawijaya, R. (1997). *Konsep Dasar Penelitian Tindakan (Action Research)*. Bandung: IKIP Bandung.
- Slameto (1995). *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka cipta
- Subana. (2002). *Strategi Belajar Mengajar Bahasa Indonesia*. Jakarta:Pustaka Setia.
- Sudjana, N. (2001). *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru.
- Suprayekti. (2003). *Interaksi Belajar Mengajar*. Jakarta: Direktorat Tenaga Kependidikan.
- Wiriadmadja, R. (2005). *Metode Penelitian Tindakan Kelas*. Bandung: Remaja Rosda Karya.

PENGARUH *CONCEPT ATTAINMENT MODEL* (CAM) TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI SISWA PADA MATERI EKOSISTEM

Istianah Nur Isnaeni, Muhammad Muttaqin, Sri Hartati

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati
Bandung 40294, e-mail: ftk@uinsgd.ac.id

email: istianahnurisnaeni@gmail.com, muttabio@yahoo.com, newhartati@yahoo.com

Abstrak. Pembelajaran biologi di dalam kurikulum 2017 yang direvisi diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir logis, kritis, kreatif, inisiatif, dan adaptif terhadap perubahan dan perkembangan. Kemampuan berpikir tingkat tinggi mencakup berpikir kritis dan berpikir kreatif. Model CAM menekankan siswa pada proses berpikir sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan keterlaksanaan proses pembelajaran, menganalisis kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, menganalisis pengaruh model CAM terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, dan menganalisis respon siswa terhadap model CAM. Metode penelitian yang digunakan adalah *Quasi Experimental* dengan desain *Nonequivalent Control Group Design* yang terdiri dari dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Penelitian dilaksanakan di kelas X SMA Negeri 27 Bandung. Sampel dua kelas yaitu kelas X IPA 5 sebagai kelas eksperimen dan X IPA 6 sebagai kelas kontrol. Teknik pengumpulan data menggunakan tes tertulis yaitu *pretest* dan *posttest*, lembar observasi, dan angket. Analisis data penelitian meliputi uji normalitas, uji homogenitas, dan uji *t*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlaksanaan model CAM memiliki nilai rata-rata aktivitas guru sebesar 95% dan aktivitas siswa sebesar 87%, keduanya memiliki interpretasi sangat baik. Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dengan model CAM memiliki nilai rata-rata 70,03 dengan kategori cukup dan nilai rata-rata *N-Gain* 0,44 dengan kategori sedang. Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa tanpa model CAM memiliki nilai rata-rata 59,75 dengan kategori rendah dan nilai rata-rata *N-Gain* 0,30 dengan kategori sedang. Hasil tes akhir menunjukkan $t_{hitung} = 4,18 \geq t_{tabel} = 2,00$, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Respon siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan model CAM pada materi ekosistem memiliki nilai rata-rata sebesar 3,54 dengan kategori tinggi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model CAM terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi ekosistem.

Kata Kunci: Model Pembelajaran CAM, Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi, Materi Ekosistem

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu kebutuhan yang harus dipenuhi dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara. Berkembangnya suatu negara atau bangsa, salah satunya ditentukan oleh kualitas pendidikan yang diterapkan di dalamnya. Saputra (2016) menyatakan bahwa pendidikan merupakan faktor utama dalam pembentukan pribadi manusia. Menyadari akan hal tersebut, pemerintah sangat serius dalam menangani bidang pendidikan, sebab dengan sistem pendidikan yang baik diharapkan muncul generasi penerus bangsa yang berkualitas dan mampu menyesuaikan diri untuk hidup bermasyarakat, berbangsa dan bernegara.

Kurikulum 2017 yang direvisi menekankan pembelajaran Biologi melalui pemberian pengalaman secara langsung untuk mengembangkan kompetensi menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Penekanan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa semakin kuat apabila dalam pembelajaran mampu menumbuhkan kemampuan berpikir logis, kritis, kreatif, inisiatif, dan adaptif terhadap perubahan dan perkembangan (Munandar, 1992). Institusi pendidikan sebagai lembaga yang bertanggung jawab dalam mengelola dan menyelenggarakan pendidikan berperan untuk membekali siswa dengan kemampuan-kemampuan yang berguna untuk menghadapi kehidupannya kelak, salah satunya adalah *High Order of Thinking Skill* (HOTS) atau kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa menurut Rubiyanto (2016) penting untuk dikembangkan melalui pembelajaran sains khususnya biologi yang memiliki karakteristik pembelajaran yang mempelajari tentang fenomena alam dan membutuhkan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif, serta kemampuan untuk memecahkan berbagai masalah. Kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan salah satu kemampuan berpikir yang sangat penting dalam pembelajaran, sebab memadukan antara berpikir kritis dan berpikir kreatif.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah kemampuan menghubungkan, memanipulasi, dan mentransformasi pengetahuan serta pengalaman yang sudah dimiliki untuk berpikir kritis dan kreatif dalam upaya menentukan keputusan dan memecahkan masalah pada situasi baru (Rofiah, 2013).

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan di salah satu SMA Negeri di Bandung melalui wawancara dengan salah satu guru biologi ditemukan masalah dalam pelaksanaan pembelajaran. Selama ini kendala guru dalam menghadapi siswa adalah bagaimana cara agar siswa dapat memahami materi yang disampaikan oleh guru tersebut, karena terkadang bagi guru materi tersebut mudah untuk dipahami dan metode/model yang digunakan sudah cukup sesuai dengan materi, namun kenyataannya hal ini sulit bagi siswa. Siswa memiliki daya pemahaman yang berbeda-beda. Sedangkan pada kurikulum 2017 yang direvisi menuntut siswa untuk aktif di kelas, memiliki keterampilan berpikir kritis, dan menguasai suatu konsep tertentu. Oleh karena itu diperlukan suatu model yang dapat mengoptimalkan pembelajaran di dalam kelas.

Model pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam menguasai konsep salah satunya adalah model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM). Model CAM merupakan model pembelajaran yang bertujuan untuk membantu siswa memahami suatu konsep tertentu (Uno, 2011:10). Utami (2017:4) mengemukakan bahwa model CAM terdiri atas model mengajar yang menjelaskan bagaimana cara individu memberikan respon yang datang dari lingkungannya dengan cara mengorganisasikan data, memformulasikan masalah, membentuk konsep, dan memecahkan masalah yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga model ini cocok digunakan pada konsep yang sering siswa jumpai sehari-hari yang bersifat nyata atau konkrit, seperti halnya pada materi ekosistem.

Dewi (2016:5) mengemukakan bahwa materi ekosistem merupakan salah satu materi biologi yang menuntut guru mengembangkan retensi siswa ke arah proses berpikir kritis sehingga materi ekosistem merupakan materi yang sangat tepat untuk disandingkan dengan model CAM.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka peneliti merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keterlaksanaan model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM) terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Ekosistem?
2. Bagaimana kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Ekosistem dengan model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM)?
3. Bagaimana kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Ekosistem tanpa model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM)?
4. Bagaimana pengaruh model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM) terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Ekosistem?
5. Bagaimana respon siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan model *Concept Attainment Model* (CAM) pada materi Ekosistem?

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendeskripsikan keterlaksanaan model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM) terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Ekosistem.
2. Untuk menganalisis kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Ekosistem dengan model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM).
3. Untuk menganalisis kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Ekosistem tanpa model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM).
4. Untuk menganalisis pengaruh model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM) terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Ekosistem.
5. Untuk mengetahui respon siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan model *Concept Attainment Model* (CAM) pada materi Ekosistem.

Rumusan hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

H₀: Tidak terdapat pengaruh model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM) terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Ekosistem.

H₁: Terdapat pengaruh model pembelajaran *Concept Attainment Model* (CAM) terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Ekosistem.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang mendukung pengaruh model CAM terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, antara lain:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Martomidjojo (2011:323) berjudul “Pembelajaran Biologi Sel Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis Menggunakan *Concept Attainment Model*”, menunjukkan bahwa terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis pada mahasiswa yang mendapatkan perlakuan model pembelajaran “*concept attainment*” maupun mahasiswa yang mendapatkan model pembelajaran konvensional. Skor rerata *N-gain* yang dinormalisasi keterampilan berpikir kritis konsep biologi sel pada kelompok eksperimen sebesar 0,29 dan kelompok kontrol 0,09.
2. Penelitian yang dilakukan Muhammad (2014:9) berjudul “Penerapan Model *Concept Attainment* Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Metabolisme”, menunjukkan bahwa penerapan model *concept attainment* dapat meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan proses sains, dan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi metabolisme. Hasil uji t menunjukkan bahwa $t\text{-hitung} = 6,32$ sedangkan $t\text{-tabel} = 2.002$, sehingga dapat dinyatakan bahwa $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$. Jadi, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara *N-gain* kelas eksperimen dengan *N-gain* kelas kontrol.
3. Penelitian yang dilakukan Risdawati (2017:158) berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *Concept Attainment* Terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Biologi Siswa di Kelas XI IPA SMAN 11 Bulukumba”, menunjukkan bahwa aktivitas siswa setelah penerapan model pembelajaran pencapaian konsep (*Concept Attainment*) di kelas XI SMAN 11 Bulukumba siswa terlihat lebih aktif dan antusias pada proses pembelajaran. Selain itu hasil belajar siswa setelah penerapan model pembelajaran pencapaian konsep (*Concept Attainment*) di kelas XI SMAN 11 Bulukumba menunjukkan rata-rata tingkat pencapaian siswa berada pada kategori tinggi yaitu 55,88%.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Quasi Experiment*. Penggunaan metode ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Variabel bebas adalah materi ekosistem dengan menggunakan model CAM, sedangkan variabel terikatnya adalah kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Penelitian ini menggunakan dua kelompok yaitu kelas eksperimen yang diberikan perlakuan model CAM dan kelas kontrol yang diberikan tahapan 5M (mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasikan, dan mengkomunikasikan). Metode ini dilakukan dengan menggunakan desain *Nonequivalent Control Group Design*.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif adalah data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan/scoring (Sugiyono, 2015:6), diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest*. Sedangkan data kualitatif yaitu data yang berbentuk deskripsi dari interpretasi data kuantitatif, diperoleh dari lembar observasi dan angket. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X IPA di SMA Negeri 27 Bandung pada tahun pelajaran 2017/2018 yang terdiri dari 6 kelas. Sampel penelitian ini diambil dari dua kelas, yaitu kelas X IPA 5 sebagai kelas eksperimen dengan jumlah siswa 31 dan kelas X IPA 6 sebagai kelas kontrol dengan jumlah siswa 33. Teknik *sampling* yang digunakan adalah *simple random sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel secara acak.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa cara yaitu tes objektif yang terdiri dari *pretest* dan *posttest*, lembar observasi (LO) aktivitas guru dan siswa, serta angket berupa respon siswa selama mengikuti pembelajaran CAM. Teknik analisis data meliputi analisis instrumen yang terdiri dari validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran, serta analisis data yang terdiri dari perhitungan *N-Gain*, uji normalitas, uji homogenitas, uji t, perhitungan LO dan angket.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data keterlaksanaan aktivitas guru dan siswa diperoleh dari lembar observasi yang dilakukan oleh observer melalui pengamatan langsung dengan cara mencatat dan mendokumentasikan proses pembelajaran. Hasil analisis data keterlaksanaan aktivitas guru pada kelas eksperimen dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Keterlaksanaan Aktivitas Guru

Kelas	Pertemuan	Persentase Keterlaksanaan	Rata-Rata	Interpretasi
Eksperimen	1	91%	95%	Sangat Baik
	2	100%		
Kontrol	1	96%	98%	Sangat Baik
	2	100%		

Hasil analisis data keterlaksanaan aktivitas siswa dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Keterlaksanaan Aktivitas Siswa

Kelas	Pertemuan	Persentase Keterlaksanaan	Rata-Rata	Interpretasi
Eksperimen	1	80%	87%	Sangat Baik
	2	94,5%		
Kontrol	1	83%	87,5 %	Sangat Baik
	2	92%		

Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa diukur dengan menggunakan tes tertulis berupa *pretest* dan *posttest* yang berjumlah 8 soal uraian. Adapun hasil analisis data *pretest* dan *posttest* pada kelas yang menggunakan model CAM dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa dengan Menggunakan Model CAM

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Gain</i>	<i>N-Gain</i>
Jumlah	1392	2171	779	
Rata-Rata	44,90	70,03	25,13	0,44
Kategori	Kurang	Cukup	-	Sedang

Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi ekosistem. Adapun peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dengan model CAM per-indikatornya dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Peningkatan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa dengan Model CAM Per-Indikator

No.	Indikator Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi	<i>Posttest</i>		Kategori
		Rata-Rata	Kualifikasi	
1.	Menganalisis	83	Baik	Sedang
2.	Mengevaluasi	103,5	Sangat Baik	Sedang
3.	Mengkreasi	79,7	Baik	Sedang
	Rata-Rata	88,7	Baik	Sedang

Sama halnya pada kelas eksperimen, kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada kelas kontrol diperoleh dari nilai tes berupa *pretest* dan *posttest*. Adapun hasil analisis data *pretest* dan *posttest* pada kelas tanpa menggunakan model CAM dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Hasil Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa tanpa Menggunakan Model CAM

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Gain</i>	<i>N-Gain</i>
Jumlah	1354	1972	618	
Rata-Rata	41,03	59,75	18,72	0,30
Kategori	Kurang	Kurang	-	Sedang

Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang cukup baik pada *materi* ekosistem. Adapun peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dengan model CAM per-indikatornya dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Peningkatan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa dengan Menggunakan 5M Per-Indikator

No.	Indikator Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi	<i>Posttest</i>		Kategori
		Rata-Rata	Kualifikasi	
1.	Menganalisis	82	Baik	Sedang
2.	Mengevaluasi	84,5	Baik	Sedang
3.	Mengkreasi	72,3	Kurang	Sedang
	Rata-Rata	79,6	Baik	Sedang

Data keseluruhan hasil penelitian kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dengan dan tanpa menggunakan *model* CAM mengalami peningkatan sesudah pembelajaran dan nilai rata-rata kelas eksperimen lebih besar dari kelas kontrol. Hal ini dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	Nilai Rata-Rata			
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Gain</i>	<i>N-Gain</i>
Eksperimen	44,90	70,03	25,13	0,44
Kategori	Kurang	Cukup	-	Sedang
Kontrol	41,03	59,75	18,72	0,30
Kategori	Kurang	Kurang	-	Sedang

Data respon diperoleh dari angket siswa yang diberikan pada kelas yang menggunakan model CAM. Angket tersebut berisi 20 pernyataan mengenai sikap siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan model CAM pada materi ekosistem. Pernyataan-pernyataan di dalam angket tersebut dibagi menjadi 5 aspek indikator yang masing-masingnya terdiri dari aspek positif dan negatif. Hasil analisis respon siswa terhadap penggunaan model CAM pada materi ekosistem dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Sikap Siswa Terhadap Penggunaan Model CAM

No.	Indikator	Rata-Rata Pernyataan	Kategori
1.	Sikap disiplin siswa terhadap kehadiran	3,52	Tinggi
2.	Perhatian siswa selama aktivitas pembelajaran <i>Concept Attainment Model (CAM)</i> berlangsung	3,54	Tinggi
3.	Partisipasi siswa dalam proses pembelajaran <i>Concept Attainment Model (CAM)</i>	3,60	Tinggi
4.	Sikap peserta didik terhadap tugas	3,48	Sedang
5.	Giat belajar	3,56	Tinggi
	Jumlah	17,70	
	Rata-Rata	3,54	Tinggi

Hal ini menunjukkan bahwa siswa responsif dan antusias dalam mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model CAM. Rusman (2013) menyatakan bahwa model CAM dalam penerapannya dapat meningkatkan aktivitas siswa dalam belajar karena model ini memiliki beberapa keunggulan diantaranya melakukan tindakan untuk menarik perhatian siswa, memberikan informasi mengenai tujuan pembelajaran dan topik yang akan dibahas, merangsang siswa untuk memulai aktivitas pembelajaran, menyampaikan isi pembelajaran sesuai dengan topik yang telah direncanakan, memberikan bimbingan bagi aktivitas siswa dalam pembelajaran, memberikan penguatan pada perilaku pembelajaran, melaksanakan penilaian proses dan hasil, dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya dan menjawab berdasarkan pengalamannya. Namun jika dibandingkan, keterlaksanaan aktivitas guru dan siswa pada kelas eksperimen secara keseluruhan memiliki nilai rata-rata lebih rendah dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini disebabkan karena terdapat beberapa tahapan yang tidak terlaksana akibat waktu yang tidak mencukupi dalam pembelajaran menggunakan model CAM. Utami (2017:13) menyatakan bahwa salah satu kekurangan model ini ialah penggunaan waktu yang cukup banyak karena guru memberikan sejumlah pertanyaan kepada siswa untuk mengarahkan siswa berfikir.

Kumar (2013) dalam Muhammad (2014) menyatakan bahwa penerapan model CAM mampu meningkatkan kemampuan berpikir serta mengungkapkan hasil pemikiran secara ilmiah dan sistematis. Menurut Joyce (2009) model pembelajaran CAM dapat mempertajam dasar keterampilan berpikir. Selain itu Dahar (1996) dalam Martomidjojo (2011) menyatakan bahwa model pembelajaran CAM menekankan pada studi proses berpikir sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa.

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi tinggi atau rendahnya aktivitas belajar siswa. Selain komunikasi dan interaksi yang terjalin antara guru dan siswa, model pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru bidang studi memegang peranan penting dalam mencapai tujuan pembelajaran. Dalam proses pembelajaran seorang guru hendaknya mampu menerapkan model pembelajaran yang tepat dalam menerangkan pelajaran. Hal ini dilakukan agar perhatian siswa terpusat pada materi. Model pembelajaran yang ditampilkan guru di depan kelas sebaiknya dapat menarik perhatian siswa sehingga siswa beraktivitas untuk mengikuti pelajaran sampai akhir jam pelajaran (Ridwan, 2013).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi sikap siswa dalam merespon pembelajaran menggunakan model CAM, yaitu faktor internal, faktor eksternal, dan faktor pendekatan belajar.

1. Faktor internal (faktor dari dalam diri siswa), yakni keadaan jasmani dan rohani siswa, yaitu aspek fisiologis (jasmani, mata dan telinga) dan aspek psikologis (intelegensi, sikap, bakat, minat, dan motivasi siswa).
2. Faktor eksternal (faktor dari luar siswa), yakni kondisi lingkungan di sekitar siswa, yaitu lingkungan sosial (keluarga, guru, masyarakat, teman) dan lingkungan non-sosial (rumah, sekolah, peralatan, alam).
3. Faktor pendekatan belajar, yakni jenis upaya siswa yang meliputi strategi dan metode yang digunakan siswa untuk melakukan kegiatan pembelajaran materi pelajaran yang terdiri atas pendekatan tinggi, sedang, dan rendah (Muhibbin, 2010:132).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh model pembelajaran CAM terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi ekosistem dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Keterlaksanaan model pembelajaran CAM terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi ekosistem memiliki interpretasi aktivitas guru dan siswa sangat baik.
2. Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi ekosistem dengan model pembelajaran CAM memiliki interpretasi cukup dan nilai rata-rata *N-Gain* dengan kategori sedang.
3. Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi ekosistem tanpa model pembelajaran CAM memiliki interpretasi rendah dan nilai rata-rata *N-Gain* dengan kategori sedang.
4. Model pembelajaran CAM memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi ekosistem. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis uji hipotesis pada *posttest* siswa dengan menggunakan uji t yang menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima dengan $t_{hitung} \geq t_{tabel}$, artinya terdapat perbedaan antara hasil *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol atau dengan kata lain terdapat pengaruh model CAM terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.
5. Respon siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan model CAM pada materi ekosistem memiliki interpretasi tinggi.

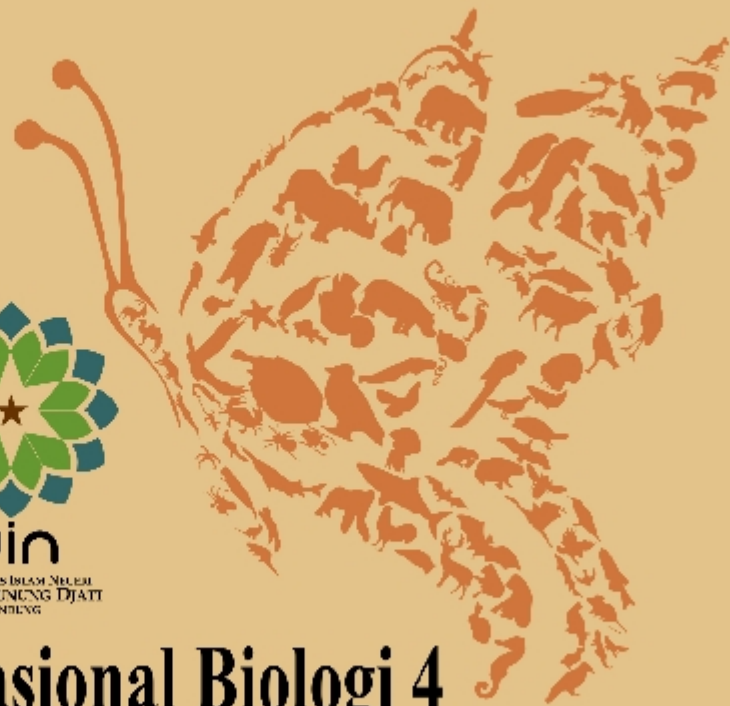
DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, S. I. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Examples Non-Examples Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP pada Materi Ekosistem. *Skripsi*. FTK UIN Sunan Gunung Djati Bandung: Tidak diterbitkan.
- Martomidjojo, R. & Rustaman, N. Y. (2011). Pembelajaran Biologi Sel Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis Menggunakan “*Concept Attainment Model*”. Seminar Nasional, 317-323.
- Muhammad, N. & Djufri, M. (2014). Penerapan Model *Concept Attainment* Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Metabolisme. *Jurnal Biologi Edukasi*, 6 (12): 9-15.
- Muhibbin, S. (2010). *Psikologi Pendidikan dengan Pendekatan Baru*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Munandar, U. (1992). *Kreativitas dan Keberkatan Strategi Mewujudkan Potensi Kreatif & Bakat*. Jakarta: PT Gramedia.
- Ridwan, R. (2005). Penerapan Model Pembelajaran Concept Attainment dalam Upaya Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar IPS Terpadu Siswa Kelas VII J SMP N 4 Bukittingi. *Skripsi*. Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang. Padang. (2012)
- Risdawati, Mustami, M. K. & Hamansah. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Concept Attainment Terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Biologi Siswa di Kelas XI IPA SMAN 11 Bulukumba. *Jurnal Biotek*, 5 (2): 158-177.
- Rofiah, E., Aminah, N.S. & Ekawati, E.Y. (2013). Penyusunan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika pada Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 1 (2): 17-22.
- Rubiyanto, B. A. J. & Marjono, P., B. A. (2016). Penerapan Model *Discovery Learning* pada Materi Ekosistem untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Kelas X SMA. *Bio-Pedagogi*, 5 (1): 6-14.
- Rusman. (2013). *Model-Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Rajawali Press.

- Saputra, P.M.A., Wirawan, I.M.A & Arthana, I.K.R. (2016). Film Animasi Pembelajaran Sistem Pencernaan Manusia pada Kelas VIII SMP Negeri 3 Banjar Tahun Ajaran 2015/2016. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, 5(2): 1-11.
- Uno, H. B. (2011). *Model Pembelajaran Menciptakan Proses Belajar yang Kreatif dan Efektif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Utami, T. (2017). Implementasi Model Pembelajaran *Concept Attainment* Terhadap Peningkatan Penguasaan Konsep Siswa SMA Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pasundan. Bandung.



UIN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG



Seminar Nasional Biologi 4 2019



Sekretariat : Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. A. H. Nasution No. 105, Cibiru, Bandung
Email : semabio.fst@uinsgd.ac.id
Website : <http://conference.bio.uinsgd.ac.id>
Contact Person : Isma Dwi Kurniawan, M.Sc. (081329248278)
Balqis Tri Oktaria (081314683488)

ISBN 978-623-7036-76-0



9 786237 036760