



MIKOLOGI

Dr. Hj. Yani Suryani, M.Si

Opik Taupiqurrahman, S.Si., M. Biotek

Yuni Kulsum, S.Si

2020

**Yani Suryani
Opik Taupiqurrahman
Yuni Kulsum**

MIKOLOGI

**Penerbit :
PT. Freeline Cipta Granesia
2020**

KUTIPAN PASAL 72:
Ketentuan Undang-Undang Republik Indonesia
Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

MIKOLOGI

ISBN : 978 – 602 – 61072 – 7 – 5
Cet. 7 Februari 2020, 18,2 x 25,7 cm;
119 Halaman

Desain Cover
M. Ikhsan

Setting, Layout
M. Ikhsan

Penulis
Yani Suryani
Opik Taupiqurrahman
Yuni Kulsum

Cetakan ke- 1
Februari 2020

Diterbitkan oleh:
PT. Freeline Cipta Granesia
Jl. Raya Kuranji No. 42, Kuranji, Padang
Sumatera Barat 25157

Copy Right © 2020, PT. Freeline Cipta Granesia
Dilarang memperbanyak sebagian sebarang isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.
Hak penulis dilindungi undang-undang.
All right reserve

KATA PENGANTAR

Buku Mikologi disusun dalam rangka melengkapi khasanah keilmuan bidang biologi khususnya Mikrobiologi. Ditujukan untuk mahasiswa baik program sarjana maupun peminat ilmu dasar mengenai jamur atau fungi.

Dalam proses belajar mengajar di Perguruan Tinggi diperlukan adanya buku acuan dan bahan ajar sebagai bahan untuk dikembangkan baik oleh pengajar maupun oleh mahasiswa sehingga proses belajar akan tercapai sesuai dengan garis besar perkuliahan.

Buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mohon maaf atas kekurangan-kekurangannya, namun demikian semoga buku ini bermanfaat bagi yang menggunakannya.

Dengan tersusunnya buku ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dari semua pihak. Semoga buku ini dapat bermanfaat secara maksimal untuk seluruh pembaca. Terimakasih.

Bandung, Januari 2020
Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
1. Pendahuluan	1
A. Lata Belakang	1
B. Definisi dan Pengertian Umum Jamur.....	2
2. Sifat-Sifat Umum Jamur.....	4
A. Morfologi dan Anatomi Jamur	4
1. Hifa dan Miselium	4
2. Dinding Hifa	6
3. Membran Hifa.....	7
4. Kompartemen lain pada Hifa	8
5. Haustoria	8
6. Plectenchym	8
7. Stroma	8
8. Sklerotium	9
9. Spora	9
3. Fisiologi Jamur	13
A. Nutrisi Jamur	14
B. Metabolisme	13
C. Faktor-faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kehidupan Jamur	17
D. Media Pertumbuhan Jamur	18
E. Isolasi dan Identifikasi Jamur	20
4. Perkembangbiakan Jamur	22
A. Perkembangbiakan Secara Aseksual	23
B. Perkembangbiakan Secara Seksual.....	25

5. Klasifikasi Jamur	31
A. Schizomycophyta.....	34
B. Myxomycophyta.....	36
C. Eumycophyta	37
1. Klasifikasi Kelas Phycomycetes	37
2. Klasifikasi Kelas Ascomycetes.....	38
3. Klasifikasi Kelas Basidiomycetes.....	43
4. Klasifikasi Kelas Deuteromycetes	47
6. Jamur Kontaminan	53
A. Aspergillus sp	53
B. Penicillium sp.....	54
C. Monillia sp.....	56
D. Mucor sp	57
E. Rhizopus sp.....	58
F. Fusarium sp.....	60
G. Trichoderma sp	61
H. Mycelia sterilia sp.....	62
I. Saccharomyces sp.....	63
J. Rhodotorula sp.....	64
K. Curvularia sp.....	64
L. Homodendrum sp.....	65
7. Mikologi Industri.....	67
A. Perubahan-perubahan Selama Fermentasi	67
B. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fermentasi	68
C. Beberapa Contoh Jamur dan Peranannya Dalam Industri	
Makanan dan Minuman	72
1. Rhizopus Oligosporus	72
2. Saccharomyces cerevisiae	77
D. Jamur-jamur Penghasil Enzim	78
E. Jamur yang Berperan dalam Bidang Industri Obat-	
obatan	85

8. Mikologi Kesehatan.....	94
A Peranan Jamur Dalam Bidang Kesehatan	94
1. Jamur Penyebab Penyakit	95
2. Penyakit Jamur/Mikosis	96
B. Dermatomycosis	98
C. Otomycosis	100
D. Onychomycosis.....	101
E. Dermatophytosis	103
F. Beberapa Jenis Jamur Beracun dan Aspek- aspeknya	106
 9. Mikologi	 Pertanian
110	
A. Bidang Pertanian dan Kehutanan	110
B. Jamur Sebagai Penyebab Penyakit Tanaman	111
C. Gejala Penyakit yang Disebabkan Jamur pada Tumbuhan	113
D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Tumbuhan	115
 10. DAFTAR PUSTAKA	 119

BAB 1

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Peranan jamur dalam kehidupan manusia sudah dikenal sejak dahulu, karena jamur hidupnya kosmopolitan sehingga banyak terdapat pada macam-macam benda yang berhubungan dengan manusia seperti makanan, pakaian, rumah dan perabotannya dapat ditumbuhi jamur. Hal tersebut berlaku pula pada tumbuhan dan binatang peliharaan.

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis, dengan kelembapan berkisar antara 70-90% dan temperatur rata-rata 30°C. Faktor-faktor tersebut sangat optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur (Coveney, Peck dan Townsend, 1966; Hall, 1970; Townsend dkk., 1971). Di negara-negara tropis, kontaminasi makanan oleh jamur merupakan masalah yang sulit diatasi. Jamur yang tumbuh pada makanan tersebut dapat memproduksi dan mengakumulasikan mikotoksin yang sangat berbahaya bagi hewan maupun manusia.

Dengan sifat jamur yang tidak mempunyai klorofil, maka cara untuk mempertahankan hidupnya dengan memanfaatkan zat-zat yang sudah ada yang berasal oleh organisme lain, maka jamur disebut sebagai organisme yang heterotrop. Kalau zat organik yang diperlukan jamur itu zat yang sudah tidak dibutuhkan lagi oleh pemiliknya maka jamur semacam itu disebut saproba. Kalau jamur itu hidup pada jasad-jasad lain yang masih hidup sehingga akibatnya merugikan, maka jamur itu disebut parasit.

Jamur merupakan tumbuhan yang kosmopolitan sehingga tempat hidupnya sangat luas. Udara merupakan tempat yang penuh oleh spora jamur, umumnya jenis-jenis jamur penyebab

kontaminasi ataupun jenis tertentu penyebab penyakit pada tanaman dan hewan termasuk manusia. Tanah merupakan tempat yang paling padat oleh bermacam-macam jenis jamur, dari jamur yang bersifat saprofit ataupun parasit, serta jenis-jenis lain yang berguna dan bermanfaat. Sekelompok kecil jamur ada juga yang hidup di air, umumnya penyebab penyakit pada ikan dan tanaman air.

Kepentingan jamur di dalam kehidupan manusia bermacam-macam. Ada yang menguntungkan baik sebagai bahan makanan secara langsung, seperti beberapa jamur yang sudah dikenal antara lain: mushroom, champignon, shitake, mouleh, jamur kuping, jamur merang, dan sebagainya, maupun sebagai bahan makanan secara tidak langsung, misalnya jamur yang aktif di dalam proses pembuatan jenis makanan fermentasi seperti; oncom, kecap, tempe, sosis, tauco, yoghurt, keju dan sebagainya. Juga minuman fermentasi, seperti; anggur, tuak, bier, brem, dan sebagainya. Berperan juga di dalam pembuatan obat-obatan, vitamin, asam amino, hormon, protein dan sebagainya.

Ada juga jamur yang merugikan, baik secara langsung sebagai penyebab penyakit, seperti; panu, kadas, kurap, TBC semu dan sebagainya. Juga sebagai penghasil senyawa yang bersifat toksik atau racun, misalnya; aflatoksin, ochratoksin, luteoskirin dan sebagainya.

B. DEFINISI DAN PENGERTIAN UMUM JAMUR

Mikologi adalah ilmu yang mempelajari jamur, berasal dari kata: mykes = jamur; logos = ilmu (bahasa Yunani). Perintis ilmu jamur adalah Pier Antonio Micheli, seorang ahli tumbuhan berbangsa Italia yang mempelajari jamur dan mempublikasikan bukunya berjudul **Nova Plantarum Genera**

pada tahun 1729.

Penggunaan istilah umum jamur mencakup semua bentuk yang kecil maupun besar yang disebut kapang, cendawan, lapuk, kulat dan lain-lain. Dengan demikian jamur itu merupakan nama taksonomi seperti halnya dengan bakteri, ganggang, lumut-lumutan, dan paku-pakuan.

Jamur adalah suatu tumbuhan yang sangat sederhana, berinti, berspora, tidak berklorofil, berupa sel atau benang bercabang-cabang dengan dinding dari selulosa atau kitin atau keduanya dan umumnya berkembang biak secara seksual dan aseksual.

Jamur terbagi dalam dua golongan yaitu jamur yang uniseluler disebut khamir; contoh *Saccharomyces cerevisiae* dan yang multiseluler disebut kapang; contoh *Aspergillus fumigatus*. Jamur juga terbagi dalam dua golongan berdasarkan ukuran yaitu mikrofungi merupakan jamur yang strukturnya hanya dapat dilihat dengan mikroskop dan makrofungi yaitu jamur yang membentuk tubuh buah yang terbagi lagi dalam dua golongan yaitu jamur-jamur yang dapat dimakan atau disebut Edible mushroom; contoh *Pleurotus ostreatus* (jamur tiram), *Auricularia auricular* (jamur kuping), dan lain-lain, dan jamur-jamur beracun; contoh *Amanita pallioides*, *Rusula emetika*, dan lain-lain.

BAB 2

SIFAT-SIFAT UMUM JAMUR

A. MORFOLOGI DAN ANATOMI JAMUR

1. Hifa dan Miselium

Jamur terdiri dari struktur somatik atau vegetatif yaitu *thallus* yang merupakan *filament* atau benang hifa, miselium merupakan jalinan hifa. Jamur terdiri dari dua golongan yaitu yang bersifat uniseluler dikenal sebagai khamir atau ragi dan yang bersifat multiseluler dikenal sebagai kapang. Sel khamir lebih besar dari pada kebanyakan bakteri dengan ukuran beragam, biasanya berbentuk telur, memanjang atau bola. Setiap spesies memiliki bentuk yang khas.

Tubuh kapang pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu miselium dan spora. Miselium merupakan kumpulan Hifa (filament).

Bentuk Hifa ada 3 macam yaitu :

1. Aseptat yaitu Hifa yang tidak bersekat mengandung banyak inti disebut senositik (coenocytic).
2. Septat dengan sel-sel uninukleat disebut monositik hifa.
3. Septat dengan sel-sel multinukleat.

Diameter Hifa berkisar 3 – 30 μm . Hifa tua mempunyai ketebalan antara 100 – 150 μm dan pada dinding selnya terdapat senyawa melanin dan lipid yang berfungsi untuk melindungi sitoplasma dari ultraviolet.

Secara fungsional Hifa terdiri dari:

1. Hifa vegetatif yang umumnya rebah di atas substrat, berfungsi untuk menyerap nutrisi dari substrat.
2. Hifa fertil yaitu hifa yang tumbuh tegak di atas permukaan substrat berfungsi untuk reproduksi. Hifa fertil berupa *sporangiofor* atau *konidiofor*. Sejalan dengan

pertumbuhannya hifa-hifa bertambah banyak dan membentuk jalinan hifa yang disebut miselium yang makin lama makin tebal maka terbentuk koloni. Hifa udara (aerial hypha) atau miselium udara (aerial mycelium)

3. Stolon yaitu hypha panjang menegak yang terdapat pada *Rhizopus spp.* dan *Mucor spp.*
4. Klamidospora adalah sel-sel hifa berdinding tebal dan merupakan sel dominan dan akan berkecambah bila kondisi lingkungan kondusif.

Anastomosis hifa yaitu pertemuan 2 ujung hifa atau ujung hifa satu bertemu dengan bagian yang menonjol dari sel hifa lain atau pertemuan antara bagian yang menonjol dari masing-masing sel hifa, kemudian terjadi persatuan sitoplasma dan inti, selanjutnya membentuk hifa baru dan menjadi jala atau miselium. (modifikasi ST Chang, carlie & Wathmann, 1994 dalam Indrawati Ganjar, dkk., 2006).

Macam-macam Hifa berdasarkan proses pembentukannya:

1. Hifa palsu atau Pseudohifa yaitu hifa yang terbentuk pada jamur uniseluler (Khamir). Khamir bersifat dimorphism yaitu memiliki 2 fase dalam siklus hidupnya yaitu fase khamir dan fase hifa yang selanjutnya membentuk pseudomiselium; contohnya *Candida spp.*, *Kluyveromyces spp.*, dan *Pichia spp.* Pada golongan khamir juga ada yang dapat membentuk miselium sejati misalnya pada *Trichosporon spp.*
2. Hifa sejati yaitu hifa cendawan berbentuk tabung yang kemudian terbentuk sekat-sekat/atau tidak terbentuk sekat. Pada setiap sel dari hifa hanya ada satu inti disebut monokariotik. Bila dalam satu sel selalu ada dua inti disebut hifa dikariotik. Basidiomycetes mempunyai 3

macam hifa yaitu;

- a. Hifa primer yaitu hifa yang tumbuh dari satu basidiospora dan berinti banyak, selanjutnya terbentuk sekat-sekat dan setiap sel berinti satu (homokariotik).
- b. Hifa sekunder adalah hifa yang terbentuk dari hasil persatuan antara 2 hifa homokariotik yang kompatibel.
- c. Hifa tertier adalah hifa yang berfungsi sebagai penyangga tubuh buah, pada ujungnya membentuk lamella dengan basidium yang mengandung basidiospora.

Miselium adalah kumpulan dari hifa atau filamen yang membentuk koloni.

2. Dinding Hifa

Dinding Hifa atau dinding sel umumnya terdiri dari selulose (suatu karbohidrat yang berantai panjang), zat serupa lignin dan beberapa zat organik lainnya.

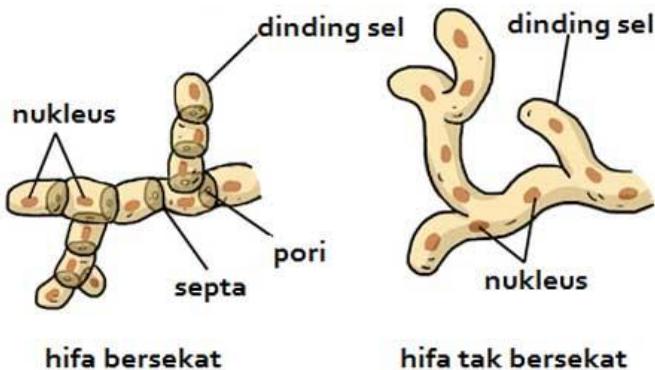
Tabel 2.1 Komposisi dinding sel jamur
(Alexopolous dan Mims, 1979).

Katagori dinding sel	Kelompok jamur	Genus
1. Sellulose – Glycogen	Acrasiomycetes	Poltsphondylium, Dictyostellium
2. Sellulose – <i>B</i> -Glucan	Oomycetes Hyphochytridi	Phytophthora, Phythium, Saprolegnia
3. Sellulose – Chitin	omycetes Zygomycetes	Rhizidiomyces Mucor, Phycomyces,
4. Chitin – Chitosan	Chytridiomycetes	Zygorchynchus Allomyces,
5. Chitin- <i>B</i> -	Ascomycetes	Blastocladiella

Glucan	Deuteromycetes	Neurospora, Ajellomyces
6. Mannan-B-Glucan	Basidiomycetes	Aspergillus
7. Chitin-Mannan	Ascomycetes	Schizophyllum, Fomes, Polyporus
8. Galactosamine-Galactose polymers	Basidiomycetes	Sporobolomyces, Rhodotorula
	Trichomycetes	Sporobolomyces, Rhodotorula
	Amoebias	Amoebidium

3. Membran Hifa (Moore-Landecker, 1996)

Di bawah dinding sel yang kuat terdapat lapisan yang melindungi isi sel, yaitu membran sel. Komposisi kimia membran sel fungi diduga terdiri dari senyawa-senyawa sterol, protein (dalam bentuk molekul-molekul yang amorf), serta senyawa-senyawa fosfolipid.



Gambar 2.1 Jenis-jenis hifa
(Sumber : Suprvisor IPA, 2018)

4. Kompartemen lain pada Hyfa

Adanya kompartemen pada hifa memudahkan kita mempelajari isi sel fungi dengan mikroskop elektron. Di samping nukleus seringkali terlihat bentuk-bentuk ultra struktur seperti mitokondria, retikulum endoplasma, ribosom, apparatus Golgi, *microbodies* (peroksisom, glioksisom, hidrogenesom, dan lisosom).

Mitokondria terdapat dalam sitoplasma sel fungi berbentuk oval atau memanjang.

Retikulum endoplasma adalah membran yang mengelilingi organel-organel yang hanya terdapat pada golongan eukariot.

Ribosom terdapat pada sitoplasma berfungsi untuk sintesis polipeptida, Ribosom terdapat dalam matriks mitokondria.

Aparatus Golgi berfungsi dalam sintesis bahan dinding sel yaitu glikoprotein, menyekresikan bahan-bahan ekstraseluler seperti cell coat pada pembelahan spora dari suatu sitoplasma yang multiseluler dan menghasilkan vesikel yang berperan dalam pembentukan dinding sel.

Vesikel merupakan struktur berbentuk kantung terdapat pada lokasi-lokasi pertumbuhan dinding sel, terutama pada hifa apical. Vesikel mengandung bahan-bahan untuk pembentukan dinding sel. Vesikel juga berperan dalam mengikat zat warna dan racun serta mengekskresikan enzim-enzim ekstraseluler. Selain itu ada vesikel yang sangat kecil yang disebut kitosom, mengandung enzim kitin-sintase dan berperan dalam membentuk fibril kitin dari prekursornya. (Moore-Landecker, 1996).

Microbodies yaitu: **peroksisom** yang mengandung katalase, **glioksisom** mengandung enzim-enzim yang terlibat dalam

oksidasi asam lemak dan dalam siklus glio-oksalat, **hidrogenosom** mengandung hidrogenase untuk reaksi-reaksi anaerob dalam sel, **lisosom** mengatur pemecahan komponen-komponen sel, misalnya pemecahan septum agar inti sel dapat bergerak dari sel satu ke sel yang lain dan pada sel yang bersifat parasit untuk memecahkan dinding sel inang (Moore-Landecker, 1996).

Nukleus / Inti jamur mempunyai inti yang lengkap yang kita sebut eukarion, yaitu inti yang ber dinding, mempunyai nucleolus dan bahan inti (kromatin) yang membentuk kromosom. Pada jamur yang tumbuhnya terdiri dari hifa yang tidak bersekat (nonseptate), inti tersebar dimana-mana, hifa tersebut dinamakan senosit (ceonocyt). Sedang pada hifa yang bersekat (septate hypha), pada setiap sel terdapat satu, dua atau lebih inti.

5. Haustoria

Haustoria yaitu hifa bercabang atau gelembung bertangkai yang terdapat pada jamur parasit yang dapat menembus dinding sel inang berfungsi untuk absorpsi makanan dari sel inang.

6. Plectenchym

Plectenchym yaitu jaringan tenun dari miselium, terdapat dua bentuk yaitu jaringan longgar disebut prosenchyma dan jaringan padat disebut pseudopharenchyma.

7. Stroma

Stroma yaitu suatu anyaman / jalinan hifa yang cukup padat, fungsinya sebagai bantalan untuk tumbuh bagian-bagian lain.

8. Sklerotium

Sklerotium yaitu anyaman padat serupa rizopor, berfungsi untuk melekat.

9. Spora

Spora adalah ujung hifa jamur yang menggelembung membentuk serupa wadah, sedangkan protoplasmanya menjadi spora, berfungsi sebagai alat perkembangbiakan jamur.

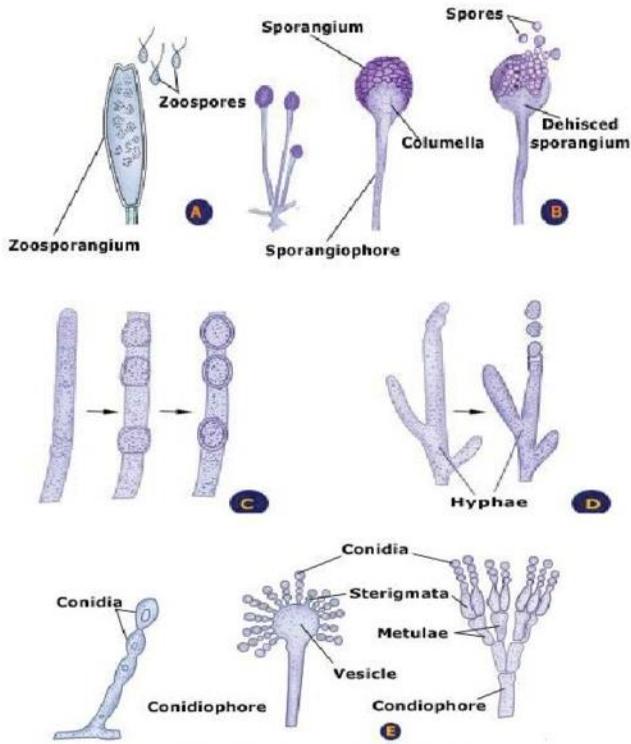
Spora terbagi dalam dua golongan yaitu: spora aseksual dan spora seksual.

1. Spora aseksual terdiri dari:

- a. Konidiospora atau konidium, terbentuk di ujung di sisi suatu hifa
- b. Sporangiospora, terbentuk dalam suatu kantung yang disebut sporangium
- c. Oidium atau Oidiospora, terbentuk karena terputusnya sel-sel hifa
- d. Klamidospora, terbentuk dari sel hifa somatik
- e. Blastospora, terbentuk pada bagian tengah hifa

Berdasarkan ukuran, spora terbagi dalam:

- a. Mikrospora atau mikrokonidia, umumnya pada golongan kapang dan khamir.
- b. Makrospora atau makrokonidia, banyak terdapat pada beberapa jenis jamur pathogen.

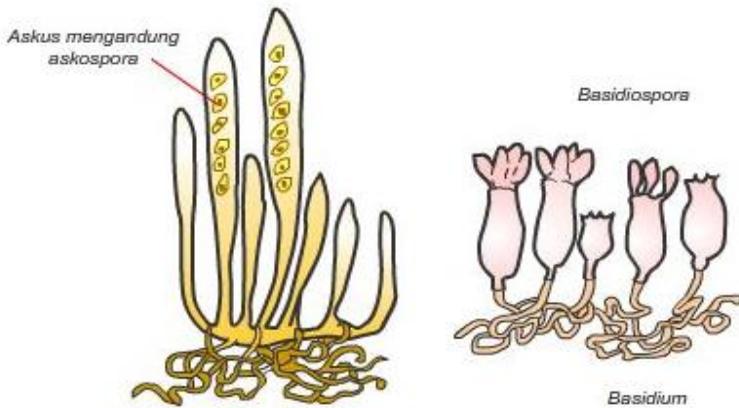


Gambar 2.2 Spora Aseksual
(Sumber : Siswapedia, 2019)

2. **Spora seksual** terdiri dari :

- a. Askospora, terbentuk dalam kandung askus terdapat pada kelas Ascomycetes
- b. Basidiospora, terbentuk dalam struktur yang berbentuk gada disebut basidium, terdapat pada kelas Basidiomycetes.
- c. Zigospora disebut juga gametosit, terbentuk bila dua hifa secara seksual serasi.
- d. Oospora, terbentuk dalam struktur betina khusus yang disebut oogonium.

Meskipun suatu cendawan tunggal dapat membentuk spora aseksual dan seksual dengan beberapa cara pada waktu yang berlainan dan dalam kondisi yang berbeda, struktur dan metode pembentukkan spora-spora tersebut cukup konstan untuk digunakan dalam identifikasi dan klasifikasi.



Gambar 2.3 Spora Seksual
(Sumber : Rumah Belajar, 2011)

BAB 3

FISIOLOGI JAMUR

A. NUTRISI JAMUR

Jamur adalah suatu organisme heterotrop artinya untuk hidupnya memerlukan zat-zat organik dari organisme lain. Dari cara hidupnya jamur dibagi dalam 4 golongan yaitu: parasit, saprofit, komensal dan simbion. Sebagai parasit jamur memerlukan zat hidup yang diperoleh dari makhluk lain yaitu manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan. Sebagai saproba atau saprofit jamur memerlukan zat organik mati untuk hidupnya terutama pada tumbuh-tumbuhan. Sebagai komensal atau simbion jamur memerlukan organisme lain untuk menumpang atau bersimbiosis misalnya mikoriza dan lichen.

Senyawa-senyawa nutrisi yang diperlukan untuk kehidupan jamur antara lain:

1. Senyawa organik, sumber karbon diperoleh dari glukosa, sukrosa, maltose, tepung dan selulosa.
2. Sumber nitrogen diperoleh dari pepton, asam amino, protein, nitrat, garam ammonium dan urea
3. Ion-ion anorganik esensial yaitu Na, P, Mg, S.
4. Ion-ion anorganik sebagai trace element: Fe, Zn, Cu, Mn, Mo dan Galium.
5. Faktor tumbuh: Zat perangsang tumbuh, vitamin dan hormon.

Disamping senyawa-senyawa nutrisi tersebut di atas ada beberapa jamur yang membutuhkan suatu zat organik khusus yaitu thiamin. Energi yang diperlukan oleh jamur didapat dari senyawa-senyawa karbon melalui suatu proses respirasi aerob yaitu adanya pemecahan karbohidrat menjadi $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Energi}$.

Pemecahan karbohidrat dalam kondisi anaerob juga dihasilkan energi yang nilainya kurang dibandingkan dengan energi yang dihasilkan dari proses respirasi. Tipe energi ini terdapat dalam proses fermentasi. Sebagai contoh misalnya pada jamur *Aspergillus oryzae* memerlukan 51 senyawa terutama alkohol dan asam-asam untuk pertumbuhan dan respirasi. Contoh senyawa yang diperlukan tersebut adalah triolen, pentosan, amilo peptin, selulose, gula, tepung, dll.

B. METABOLISME

Metabolisme adalah proses kimiawi dalam sel hidup yang menghasilkan dan menggunakan energi untuk hidup sel. Oleh karena itu dibutuhkan nutrisi yang mungkin berbeda untuk setiap jenis. Nutrisi tersebut dirubah menjadi materi sel, energi dan produk buangan.

Metabolisme dibagi dua yaitu katabolisme dan anabolisme. Katabolisme merupakan penguraian atau desimilasi senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang disertai dengan pembebasan energi. Energi tersebut disimpan dalam bentuk Adenosin trifosfat (ATP) hasil sintesis dari ADP dan fosfat atau melalui reduksi Nikotinamida Adenin Dinukleotida (NADP^+) menjadi Nikotinamida Dinukleotida Fosfat Hidrogen (NADPH).

Anabolisme merupakan pembentukan senyawa-senyawa kompleks dari nutrisi-nutrisi sederhana dan disebut juga asimilasi/ biosintesis ATP dan NADPH sebagai energi tinggi digunakan dalam proses-proses asimilasi atau biosintesis.

Antara katabolisme atau desimilasi dengan anabolisme atau asimilasi satu sama lain berkaitan karena energi yang dibebaskan kemudian dimanfaatkan kembali dalam proses sintesis. Kelebihan energi yang tidak dimanfaatkan dalam sel

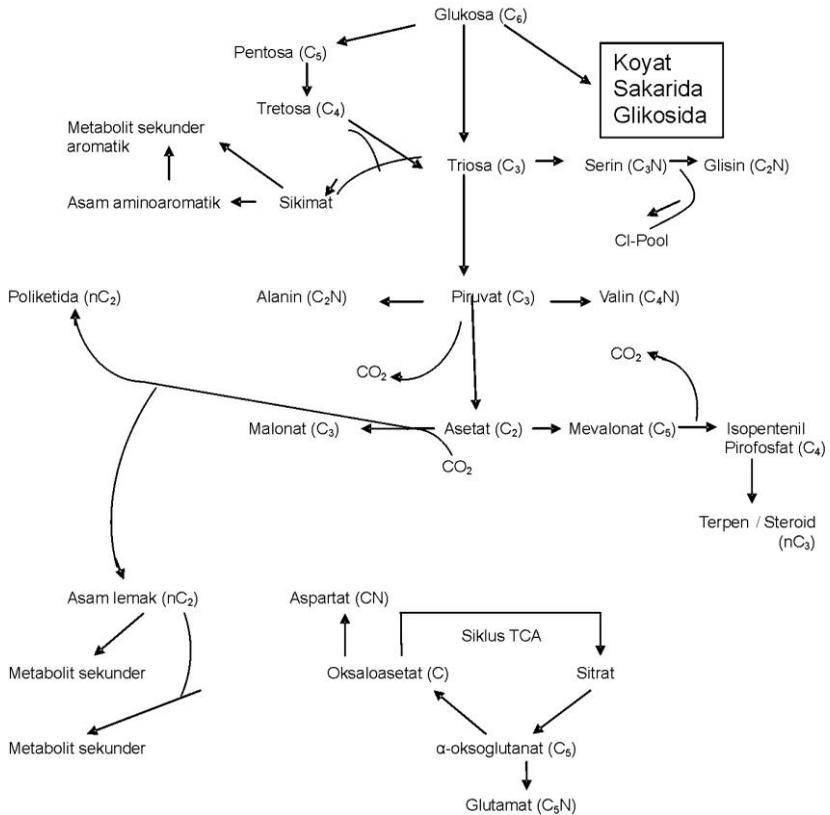
dikeluarkan dalam bentuk panas dan gerak.

Jamur atau fungi merupakan organisme heterotrof karena membutuhkan energi yang diambil dari organisme autotrof yang mampu mengasimilasi karbon anorganik. Senyawa karbon anorganik dimanfaatkan juga untuk membuat materi sel baru dari molekul sederhana seperti gula sederhana, asam organik, karbohidrat, protein, lipid dan asam nukleat.

Karbohidrat merupakan substrat utama untuk metabolisme karbon pada jamur yaitu dapat dioksidasi menjadi energi kimia dalam bentuk ATP dan nukleotida fosforilasi tereduksi dan untuk asimulasi konstituen sel fungi yang mengandung karbohidrat, lipid, protein dan asam nukleat.

Jamur juga mempunyai peran yang sangat penting dalam proses-proses fermentasi, terutama dari golongan khamir. Fermentasi berasal dari bahasa latin *fervere* yang berarti mendidih/berbuih, ini disebabkan karena produk akhir dari fermentasi antibiotika adalah karbon dioksida yang merupakan aktivitas katabolisme anaerob terhadap gula-gula dalam ekstrak . Gula diasimilasi melalui jalur glikolisis (Embden Mayer hof – paenas) dan menghasilkan asam piruvat, kemudian asam piruvat mengalami penguraian oleh enzim piruvat dekarboksilasi menjadi etanol dan CO_2 dalam kondisi anaerob. Selain itu dari asam piruvat dapat diasimilasi oleh berbagai mikroorganisme baik dalam keadaan aerob maupun anaerob akan menghasilkan berbagai asam.

Berikut adalah skema dari proses metabolisme dan pembentukan metabolit sekunder dari metabolit primer :



Gambar 3.1 Skema : Pembentukan metabolit sekunder dari metabolit primer

Untuk memenuhi kebutuhan nitrogen fungi menggunakan protein menjadi asam-asam amino dengan bantuan enzim protease yang selanjutnya diangkut ke dalam sel melalui system transport. Kemampuan fungi menggunakan nitrogen anorganik seperti asimilasi nitrat menjadi ammonium oleh enzim nitrat reduktase dan nitrit reduktase. Contoh *A. nidulans*, *Harisenula anomata*, *H. polymarpha*. Kemampuan fungi menggunakan nitrogen organik juga dibuktikan oleh *S.*

cerevisiae yang menggunakan asparagin, asam aspartat, asam glutamate, alanin, valin, leusin, serin, ornithin, arginin, fenilalanin, terosin dan prolin, tetapi tidak tumbuh pada media yang mengandung lisin karena bersifat toksik bagi *S. cerevisiae*. *Geotrichum candidum* juga dapat menggunakan histidin, metionin, tryptofan, fenil alanin dan sistein. *P. camemberti* dapat menggunakan metionin. Urea dapat dihidrolisis oleh jamur yang menggunakan urease menjadi ammonium dan karbon dioksida. *S. cerevisiae* tidak mengandung urease, tetapi mengandung enzim urea amidohidrolase, sehingga urea dihidrolisis menjadi alofanat dulu, baru dihidrolisis oleh enzim alofanat hidrolase menjadi ammonium.

Fungi menguraikan lipida dalam bentuk lemak dan minyak melalui proses hidrolisis oleh enzim lipase menjadi gliserol atau asam lemak. Contoh jamur adalah *Penicillium chrysogenum*, *P. citrinum*, *P. roqueforti*, *Mucor sp.*, *Rhizopus javanicus* dan *R. oligosporus*.

Fungi-fungi yang mendekomposisi selulose dari alam oleh enzim selulase ekstraseluler adalah *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Phanerochaete* dan *Penicillium*.

C. FAKTOR-FAKTOR LINGKUNGAN YANG MEM-PENGARUHI KEHIDUPAN JAMUR:

- 1). Temperatur/ suhu : Suhu minimum : 2 – 5 °C
Suhu optimum : 22 – 27 °C
Suhu maksimum : 35 – 40 °C
- 2). Kemasaman (pH) : pH optimum : 5 – 6,5
pH medium : 4,5
- 3). Kelembaban : 40 – 60 %

- 4). Kandungan oksigen
- 5). Cahaya untuk tumbuh

D. MEDIA PERTUMBUHAN JAMUR

Berdasarkan kepada kebutuhan elemen-elemen tersebut di atas untuk pertumbuhan jamur, maka untuk keperluan isolasi jamur dari sumber utama misalnya air dan tanah atau benda-benda lain di laboratorium, maka ada beberapa medium pertumbuhan yang cukup penting.

Menurut susunannya, medium dapat di bagi menjadi tiga golongan yaitu medium alam, medium semi sintetik dan medium sintetik. Dalam medium alam komposisi nutrisi tidak dapat di ketahui dengan pasti setiap waktu karena dapat berubah-ubah dalam bahan yang di gunakan dan bergantung dari asalnya; sebagai contoh ialah kentang, jagung, kacang, wortel dan sebagainya.

Sebagai contoh medium alam adalah:

Agar Jagung/Kentang

Biji Jagung/Kentang	200 g
Akuades	1000 ml

Dimasak setengah jam, lalu disaring untuk diambil ekstraknya, kemudian di tambah akuades hingga mencapai volume 1000 ml

Agar	15 g
------	------

Contoh Medium sintetik adalah :

Agar Czapek

Sukrosa	30g
NaNo ₃	2g
K ₂ PHO ₄	1g
MgSO ₄ 7H ₂ O	10g

KCl	0,5g
FeSO ₄ 7H ₂ O	0,01g
Agar	15g
Air/akuades	1000 ml

Untuk suspensi tanah, digunakan agar 20 gram dan pH medium netral atau sedikit asam sampai pH 4 dengan menambahkan larutan H₃PO₄ (1:20) sesudah sterilisasi. Untuk *Mucor* yang tidak dapat tumbuh baik pada media yang mengandung sukrosa, maka sukrosa diganti dengan glukose.

1. Medium Semi Sintetik

Agar ekstrak Malt/Malt Agar

Ekstrak Malt	25 g
Agar	15 g
Akuades	1000 ml

Agar Sabouraud

Medium ini untuk pertumbuhan jamur dan ragi patogen

Komposisinya sebagai berikut:

Peptone	10 g
Dextrose/glucose/maltose	40 g
Agar	15 g
Akuades	1000 ml
pH	5,6

Catatan: maltose digunakan untuk jamur patogen *Microsporium audouini* dan *Microsporium lanosum*.

2. Medium selektif

Digunakan khusus untuk spesies tertentu seperti Agar PCNB untuk mengisolasi *Fomes annosus* dari tanah dan kayu, Aspergillus Differential Medium digunakan untuk

mengisolasi *Aspergillus* dan lain sebagainya.

3. Media Cair

Digunakan untuk menyimpan strain jamur dan dibuat dengan komposisi yang sama seperti di atas hanya tidak di beri agar. Semua media harus disterilkan basah pada autoclave selama 30 menit pada tekanan 1 – 1,5 atmosfer dan temperatur 120° C.

E. ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR

Jamur hidup kosmopolitan (tanah, air, udara, benda-benda, makanan, dan lain-lain). Bahan isolasi jamur bergantung kebutuhan. Jadi dapat berupa padat atau cairan. Media yang digunakan untuk pertumbuhan jamur umumnya adalah PDA (Patato Dekstrose Agar) dan Sabouraud Agar (untuk jamur pathogen).

Metode isolasi yang digunakan adalah TPC (Total Plate Count) untuk mengetahui jumlah jamur, kemudian dilakukan pemurnian untuk mengamati koloni dan struktur jamur. Masa inkubasi sampai terdapat pertumbuhan koloni untuk jamur sekitar 3–5 hari bahkan bisa lebih bergantung pada jenisnya.

Koloni jamur yang telah dimurnikan, kemudian diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis (Analisis fenotip) yaitu mengamati karakter meliputi bentuk, ukuran, warna, sifat permukaan (granular, berbulu, licin, dan lain-lain) dan balik koloninya. Selanjutnya dilakukan pengamatan secara mikroskopis untuk melihat struktur hifa dan spora.

Untuk mengamati sifat-sifat hidup jamur dengan secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis dengan mengamati pertumbuhan koloni jamur pada media

pertumbuhan. Sifat-sifat koloni seperti, bentuk susunan, warna dan ukuran koloni. Secara mikroskopis adalah dengan mengamati struktur jamur seperti hifa, spora, tubuh buah dll. Kemudian adanya zat-zat kimia yang dikeluarkan oleh tubuh jamur seperti preparat enzim, asam-asam, alkohol dan pigmen-pigmen, juga polysacharida, sterol dan golongan miscellaneous, vitamin-vitamin, acetaldehyde, senyawa arsenic, lipid dan antibiotika yang merupakan produk dari jamur.

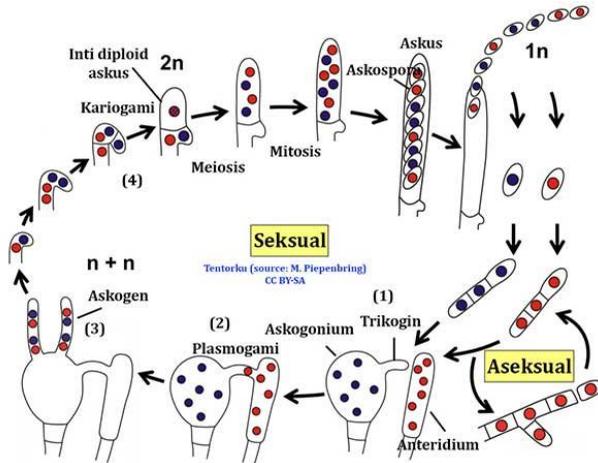
Dengan adanya metabolit-metabolit yang di hasilkan dari tubuh jamur, maka jamur merupakan organisme penting di dalam dunia industri makanan, minuman dan obat-obatan. Disamping metabolit penting untuk dunia industri juga ada metabolit yang sifatnya racun untuk organisme lain yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan maupun tumbuhan.

Untuk meningkatkan validitas hasil identifikasi maka dilanjutkan dengan analisis genotip yaitu identifikasi secara molekuler yaitu mengamati DNA. Tahapan kerja analisis genotip adalah: Isolasi DNA, Anypifikasi (PCR), Elektroforesis DNA, Sekrening dan terakhir analisis Felogenetik.

BAB 4 PERKEMBANGBIAKAN JAMUR

Perkembanganbiakan jamur ialah pembentukan individu baru yang mempunyai sifat-sifat khas bagi species. Pada jamur terdapat 2 macam perkembangbiakan yaitu seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara seksual cirinya adalah pertemuan 2 (dua) nukleus (inti) yang sesuai. Proses reproduksi seksual ini terdiri dari 3 fase yaitu: **plasmogamy, karyogamy, dan fase meiosis. Plasmogamy** ialah pembauran dari protoplast yang mendekati kedua nukleus dalam sel yang sama. **Karyogamy** ialah pencampuran kedua nukleus tadi.

Meiosis yaitu fase mereduksi jumlah kromosom diploid menjadi haploid.



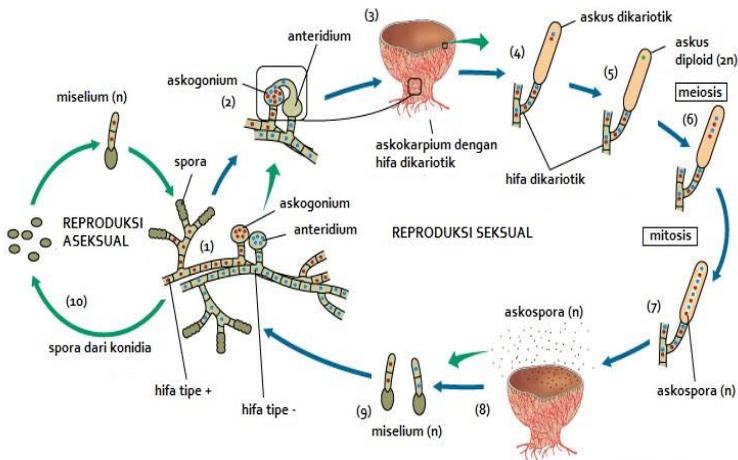
Gambar 4.1 Pembentukan Askospora dan Basidiospora

A. PERKEMBANGBIAKAN SECARA ASEKSUAL

Perkembangbiakan secara **aseksual** yaitu pembiakan untuk memperoleh individu baru yang dapat terjadi berulang kali dalam suatu musim.

Reproduksi aseksual ini dapat berlangsung secara :

1. **Fragmentasi**, tiap fragmen atau bagian somatiknya membentuk individu baru,
2. **Membelah**, dengan membentuk dinding sekat yang memisahkan kedua anak sel yang baru,
3. **Budding**, terdapat pada yeast (uniseluler) dan beberapa cendawan lainnya pada keadaan tertentu
4. Pembentukan spora



Gambar 4.2 Reproduksi Seksual dan Aseksual

Berdasarkan kemampuan berkembangbiak, klasifikasi jamur-jamur yang diketahui hanya berbiak secara aseksual kita masukan dalam suatu klas khusus, yaitu Deuteromycetes. Reproduksi jamur secara umum dapat kita lihat sebagai berikut:

Tabel 4.1 Pengeompokan Jamur

KELAS	ASEKSUAL (Pembentu vegetatif spora)	SEKSUAL (Pembentukan spora generatif)
MYXOMYCETES	SPORANGIOSPO RA	ZYGOSPORA
PHYCOMYCETES	SPORANGIOSPO RA	ZYGOSPORA
ASCOMYCETES	KONIDIA	ASKOSPORA
BASIDIOMYCETE S	KONIDIA	BASIDIOSPOR A
DEUTEROMYCET ES	KONIDIA	BELUM DIKETAHUI

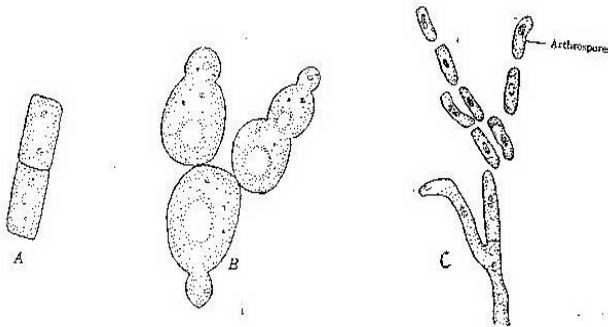
Jamur bersel satu berbiak dengan membelah diri, atau dengan bertunas. Tunas-tunas yang dihasilkan itu biasanya kita sebut *blastospora*. Sepotong miselium atau sepotong hifa dapat tercabik-cabik sehingga terbentuk semacam koloni. Pemiakan aseksual semacam ini biasanya kita sebut *fragmentasi*.

Banyak jamur menghasilkan **konidia**, yaitu ujung hifa-hifa tertentu yang membagi-bagi diri menjadi bentuk-bentuk bulat atau bulat telur atau empat-persegi panjang. Bentuk tersebut dinamakan **konidiospora**. Disamping **oidia** (**oidiospora**) dan **artrospora** yang merupakan deretan spora dikenal juga **Klamidospora**, yaitu spora yang ber dinding tebal. Klamidospora ada yang tunggal, ada yang berderet terdapat pada ujung hifa atau di tengah-tengah hifa. Spora-spora tersebut dalam keadaan terbuka, jadi tidak terwadahi di dalam suatu kotak. Hifa tempat tumbuhnya konidia disebut

konidiofor.

Ujung hifa di beberapa jamur dapat menggelembung merupakan suatu wadah, sedang protoplastnya membagi-bagi diri menjadi suatu spora. Wadah itu kita sebut ***sporangium***, sporanya kita sebut ***sporangiospora***, sedang hifa yang merupakan tangkai sporangium kita sebut ***sporangiofor***.

Pada umumnya warna jamur-jamur rendah itu ditentukan oleh warna konidia Berbagai jamur dapat bervariasi dari bening tak berwarna sampai kuning, hijau, jingga, merah, coklat, hitam. Bentuknya dapat berupa bola kecil, serupa telur, bulat panjang, seperti sabit, serupa jarum dan sebagainya. Konidia dapat pula bersel tunggal, dapat pula bersel banyak.



Gambar 4.3 Perekembangbiakan aseksual,
A. Pembelahan sel, B. Buding C. Fragmentasi

Sporangium beberapa jamur *Phycomycetes* menghasilkan spora-apora yang dapat bergerak, dan oleh karena itu spora-spora tersebut mempunyai bulu cambuk (flagel). Flagel ada yang polos, ada juga yang berambut. Flagel berpangkal dalam protoplast. Pangkal itu disebut ***blefaroplast***. Blefaroplast bergandengan dengan inti dengan perantaraan benang-benang dan disebut ***rizoplast***. Penampang melintang flagel menunjukkan adanya 9 pasang benang yang mengelilingi di pinggir, dan 2

benang ditengah yang disebut *aksonema*

Sporangium tempat pembentukan zoospora disebut *zoosporangium*. Dalam prakteknya dijumpai kesulitan dalam membedakan antara sporangium dan konidia dan juga antara bentuk-bentuk alat pembiakan aseksual yang lain; dalam hal ini acapkali ada perbedaan antara para ahli.

B. PERKEMBANGBIAKAN SECARA SEKSUAL

Pembiakan secara seksual memerlukan dua jenis jamur yang cocok, artinya dapat kawin. Untuk kecocokan ini kita berikan istilah *kompatibel*. Dua jenis yang kompatibel kita tandai dengan (+) dan (-) atau dengan A dan a, atau dengan lain kode.

Proses perkawinan antara 2 jenis yang kompatibel pada hakekatnya terdiri atas persatuan antara dua protoplast yang kemudian diikuti persatuan intinya persatuan antara protoplast disebut *plasmogami*, sedang persatuan antara inti di sebut *karyogami*. Didalam pembicaraan jamur-jamur dibelakang ternyata, bahwa plasmogami tidak selalu segera di ikuti dengan karyogami secara masal antara inti-inti dari sel yang lain yang kompatibel, tetapi kadang-kadang terdapat juga karyogami antara inti yang sama.

Pada jamur tinggi tidak demikian. Kadang-kadang karyogami hanya berlangsung sebentar dalam siklus hidupnya. Hifa atau miselium yang terbentuk karena perkawinan dua hifa yang kompatibel dapat mengalami dua kemungkinan. Kalau kedua inti yang kompatibel segera bersatu, maka hifa baru disebut berinti satu (monokaryotik), inti baru itu diploid. Sebaliknya, kalau kedua inti tetap terpisah, maka hifa baru disebut hifa berinti dua tak sama (dikaryotik). Hifa yang dikaryotik berkembangbiak pula dengan membelah diri yang didahului

dengan pembelahan kedua inti secara bersama-sama. Dengan demikian tiap sel baru pada hifa tersebut adalah heterokaryotik. Pada suatu ketika keadaan heterokaryotik berubah menjadi monokaryotik. Akan tetapi meiosis akan segera terjadi sehingga inti yang diploid menjadi haploid lagi. Hal ini terjadi pada waktu jamur akan menghasilkan spora-spora baru.

Jamur yang berinti satu haploid tidak dapat mengadakan perkawinan sendiri, maka jamur yang demikian itu dinamakan *heterotalik mandul*. Jadi jamur yang demikian itu hanya dapat kawin dengan jenis lain yang kompatibel.

Jamur yang berinti dua (atau banyak) yang tidak sama dan dapat mengadakan perkawinan sendiri disebut *homotalik subur*. Jika suatu jamur secara morfologik jelas menghasilkan jenis kelamin jantan (anteridium) yang menghasilkan sel kelamin jantan dan alat kelamin betina (oogonium) yang mengandung sel telur, maka jamur itu disebut *hermafrodit*. Biasanya jamur hermafrodit dapat mengadakan perkawinan sendiri, keadaan ini kita sebut berumah satu (**monoecius**).

Bila ada jamur yang hanya menghasilkan alat kelamin jantan saja, atau hanya alat kelamin betina saja, maka keadaan itu kita sebut berumah dua (**dioecius**).

Alat kelamin pada umumnya kita sebut *gametangium*, sedang sel kelamin disebut gamet. Gametangium yang menghasilkan sel kelamin jantan dinamakan *anteridium*, sedang gametangium yang menghasilkan sel kelamin betina kita namakan *oogonium*. Sering kali gamet jantan dan gamet betina secara morfologis tidak dapat dibedakan yang satu dari yang lain; dalam hal demikian gamet-gamet itu disebut *isogamete*. Jika gamet-gamet tersebut jelas berbeda, maka disebut mereka *anisogamet*, jika berbeda besar dan kecilnya, atau heterogamet apabila berbeda jenis kelaminnya. Pada jamur

rendah terdapat gamet-gamet yang bergerak, untuk itu dinamakan *planogamet*, sedang yang tidak bergerak disebut aplanogamet. Sel telur adalah suatu *aplanogamet*, sedang anterozoida adalah planogamet. Berbagai bentuk gamet. semuanya adalah planogamet, kecuali sel telur yang menetap dalam oogonium

Cara bersatunya dua sel yang berlainan jenis dapat kita klasifikasikan sebagai berikut:

1. Persatuan planogamet

Ini terjadi antara dua gamet yang dapat bergerak; untuk ini dapat diciptakan istilah planogametogami. Kalau persatuan itu terjadi antara dua planogamet yang berbeda ukuran atau planogamet yang satu dapat bergerak sedang yang lain tidak, maka persatuan itu disebut anisogametomi. Contohnya pada *Allomyces* dan *Monoblephari*.

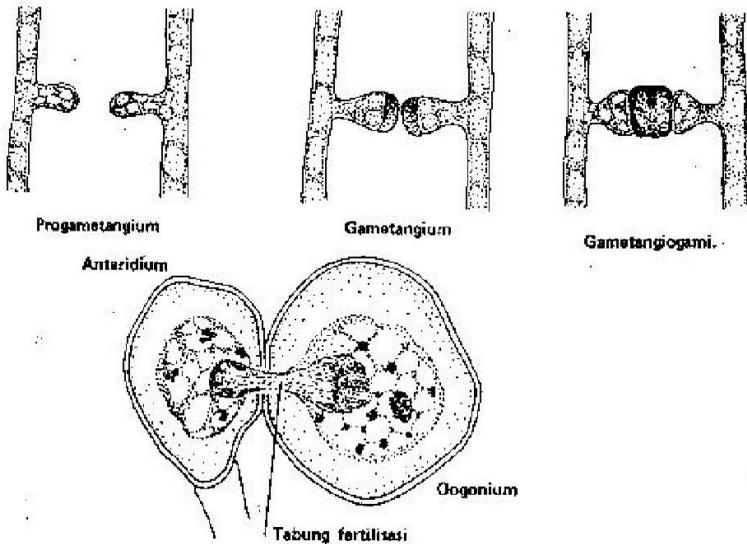
2. Kontak antara Gametangium

Pada banyak species jamur yang tidak menghasilkan sel kelamin, plasmogami dapat terjadi langsung antara dua gametangium yang kompatibel, sedang masing-masing gametangium selama plasmogami tidak mengalami perubahan. Melalui suatu lubang atau saluran kecil yang terjadi antara kedua gametangium yang mengadakan kontak, mengalirlah inti atau inti-inti dari anteridium ke oogonium. Setelah ini berakhir, maka oogonium dapat berkembang, sedangkan anteridium mungkin mengalami desintegrasi.

3. Persatuan Gametangium atau Gametangiogami

Pada Gametangiogami ini terjadi perpindahan seluruh isi anteridium keogonium. Dalam hal ini ada dua cara. Pertama ialah, antara anteridium dan oogonium terbentuk lubang atau saluran, sehingga seluruh protoplast dari anteridium pindah ke oogonium lewat lubang atau saluran

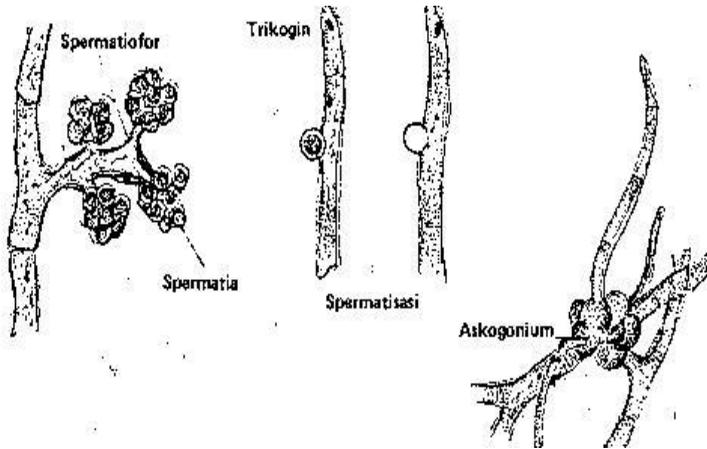
tersebut. Kedua, gametangium luluh menjadi satu tubuh baru.



Gambar 4.4 Peristiwa gametangiogami pada jamur tingkat rendah

4. Spermatisasi

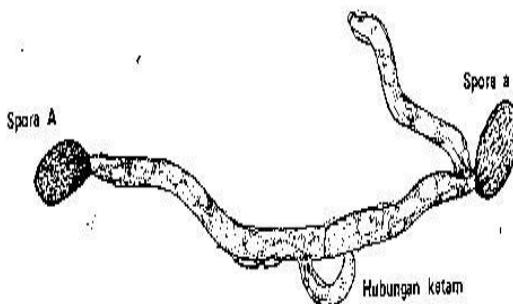
Beberapa jamur tinggi menghasilkan semacam konidia kecil berinti satu yang kita sebut spermatia. Spermatia dapat terbawa angin, air, serangga atau lainnya untuk membuahi gametangium betina. Antara spermatania dan gametangium terdapat lubang tempat mengalir protoplast dari spermatia ke gametangium (oogonium).



Gambar 4.5 Spermatisasi pada *Podospora anserina*

5. Somatogami

Pada Jamur-jamur tinggi tertentu tidak terdapat alat kelamin, maupun sel kelamin, dan persatuan protoplast antara dua jenis yang kompatibel dapat berlangsung dari setiap sel tubuh (hifa) dari jenis yang satu dengan sel tubuh (hifa) dari jenis yang lain.



Gambar 4.6 Peristiwa Somatogami pada Basidiomycetes

BAB 5 KLASIFIKASI JAMUR

Penamaan jamur mengikuti permufakatan internasional. Tiap jamur diberi dwinama yang menyebutkan genus dan speciesnya (binomial). Klasifikasi dan penamaan jamur masih jauh dari sempurna. Masih banyak hal-hal yang memerlukan penelitian lebih luas dan mendalam sebelum kita dapat menetapkan suatu taksonomi yang agak stabil. Untuk sementara waktu kita ikuti klasifikasi menurut konsep Alexopolous dan Mims (1979).

Karena filogeni (asal-usul) masing-masing species yang di golongkan sebagai jamur itu belum seluruhnya jelas, maka penelitian lebih lanjut memungkinkan terjadinya perubahan dalam klasifikasi. Dalam penggolongan jamur lendir dan jamur tingkat rendah Dwidjoseputro (1979) memperhatikan pendapat Wolf, Webster, dan Von Ark, sehingga mengusulkan adanya *Pseudomycomycetes* untuk menampung ordo *Acrasiales* dan ordo *Labyrinthulales*, sedang klas *Plasmodiophora*, *Myxoromycetes* dianggap lebih sesuai kalau dimasukkan dalam subdivisi *Myxomycotina*. Sulit bahkan mustahil untuk mengelompokkan misalnya jamur lendir dengan jamur-jamur yang lain menjadi suatu kesatuan yang wajar; yang dimasukkan dalam suatu wadah sangatlah heterogen. Tak mengherankan kalau ada sarjana-sarjana yang menciptakan suatu Kerajaan (Regnum) baru untuk merangkum makhluk-makhluk yang tidak diketahui apakah itu tumbuhan atau hewan. Mereka mengusulkan adanya kerajaan Protista, dan jamur lendir tercakup di dalamnya dengan nama *Mycetozoa*. Yang diusulkan oleh sarjana-sarjana lain menarik juga, namun kurang langsung berhubungan dengan taksonomi.

Dwidjoseputro dalam bukunya *Pengantar Mikologi* (1979), memasukkan semua jamur dalam kerajaan Tumbuhan (Ragnum Plantae). Kerajaan ini di bagi atas divisi-divisi, dan jamur masuk dalam *Mycota/Mycophyta*. Selanjutnya divisi *Mycota* di bagi menjadi dua dua subdivisi yaitu subdivis *Myxomycotina/ Mycomycophyta* dan subdivisi *Eumycotina/ Eumycomy-cophyyta*. Subdivisi dibagi atas klas, nama **klas** berakhiran – *mycetes*. Klas dibagi atas subklas, nama **subklas** berakhiran – *mycetidae*. Subklas di bagi atas ordo, dan nama **ordo** berakhiran – *ales*. Ordo di bagi atas famili, dan nama **famili** berakhiran – *aceae*.

Kingdom : Plantae
 Divisio : *Mycota /Mycophyta/Thallophyta*
 Kelas : *mycetes / mycetea*
 Ordo : *ales*
 Famili : *aceae*

Sedangkan Alexopolous dan Mims (1979) dalam bukunya *Introductory Mycology* memasukkan jamur dalam klasifikasi sebagai berikut :

Superkingdom : Eukaryo
 Kingdom : Myceteae (Fungi)
 Divisi 1 : Gymnomycota
 Subdivisi I : Acrasiogymnomycotin
 Kelas I : Acrasiomycetes

Subdivisi 2 : Plasmodiogymnomycotina
 Kelas 1 : Protosteliomycetes
 2 : Myxomycetes

Subkelas	1	: Ceratiomyxomycetidae
	2	: Myxogastromycetidae
	3	: Stemonitomycetidae
Divisi II		: Mastigomycota
Subdivisi	1	: Haplomastigomycotina
Kelas	1	: Chytridiomycetes
	2	: Hyphochytridiomycetes
	3	: Plasmodiophoromycetes
Subdivisi	2	: Diplomastigomycotina
Kelas	1	: Oomycetes
Divisi III		: Amastigomycota
Subdivisi	1	: Zygomycotina
Kelas	1	: Zygomycetes
	2	: Trichomycete
Subdivisi	2	: Ascomycotina
Kelas	1	: Ascomycetes
Subkelas	1	: Hemiascomycetidae
	2	: Plectomycetidae
	3	: Hymenoascomycetidae
	4	: Laboulbeniomycetidae
	5	: Loculoascomycetidae
Subdivisi	3	: Basidiomycotina
Kelas	1	: Basidiomycetes
Subkelas	1	: Holobasidiomycetidae
	2	: Phragmobasidiomycetidae
	3	: Teliomycetidae
Subdivisi	4	: Deuteromycotina

Kelas	1	: Deutromycetes
Subkelas	1	: Blastomycetidae
	2	: Coleomycetidae
	3	: Hyphomycetidae

- A. Klasifikasi lain sub divisi *Schizomycophyta* (bakteri), hanya satu kelas yaitu *Schizomycetes*.
- B. Subdivisio Myxomycophyta mempunyai 3 kelas yaitu:
1. **Myxomycetes** (mempunyai Peridium/ kantung spora)
 2. **Acrasiae** (mempunyai Pseudoplasmodium)
 3. **Plasmodiophoreae** (parasit pada tanaman hijau dan fungi)
- C. Subdivisio Eumycophyta (True Fungi), mempunyai empat kelas yaitu:
1. **Phycomycetes** (Uniseluler, dan miselium non septa).
 2. **Ascomycetes** (Spora dihasilkan dalam ascus/asci).
 3. **Basidiomycetes** (Spora dihasilkan dalam Basidium)
 4. **Deuteromycetes**/fungi Imperfeki (Hanya ada stadium Asexual)

A. SCHIZOMYCOPHYTA

Schizomycophyta, mempunyai kelas Schizomycetes (Yunani *Schizein* = memotong, memisah, + *myketes* = jamur) meliputi bakteri yaitu makhluk terkecil yang dapat di lihat dengan mikroskop cahaya. Diantara beberapa organisma dalam division ini ada yang agak besar. Tetapi umumnya masih terlalu kecil untuk di lihat dengan mata bugil. Ukurannya berkisar antara 0.001 sampai 0,005 mm (1 sampai 5 mikron). Kebanyakan spesies dengan ukuran ini disebut bacteria (bentuk jamak dari bakteri), kecuali bila ada catatan lain. Untuk

memudahkan kita pakai nama ini bagi kelas keseluruhan.

Sebagian besar Schizomycetes adalah konsumen yang mendapatkan energinya dari makanan yang dihasilkan organisma lain. Beberapa di antaranya adalah parasit, tetapi kebanyakan adalah saprofor, yaitu organisma yang hidupnya dari organisma yang telah mati. Ada beberapa bakteri yang mempunyai pigmen. Sifat kimia pigmen ini mirip dengan chlorophyl dalam tumbuhan. Oleh karenanya dapat melakukan semacam fotosintesis. Fotosintesis ini agak lain daripada fotosintesis pada tumbuhan. Juga ada sejumlah kecil bakteri yang memperoleh energinya dari zat-zat anorganik yang mengandung besi, belerang atau nitrogen. Kelompok bakteri ini sajalah yang untuk memperoleh energinya tidak bergantung kepada energi cahaya matahari secara langsung maupun secara tidak langsung.

Sejak mikroba diduga menjadi suatu faktor penyebab penyakit pada manusia. Bakteri parasit mendapat lebih banyak perhatian daripada bakteri lainnya. Tetapi aktivitas bakteri bukan parasit sangat menguntungkan umat manusia. Bakteri menguraikan senyawa-senyawa kimia dari tubuh organisma mati, sehingga zat-zat itu dapat diserap oleh tumbuhan. Bakteri menjadi sumber makanan bagi sejumlah besar organisma kecil, umpamanya Crustaceae yang masih muda, yang sangat penting artinya sebagai salah satu bagian dalam rantai makanan yang akhirnya sampai kepada manusia. Manusia memanfaatkan bakteri dalam menghasilkan alkohol, penyamakan kulit, memisahkan serabut nenas dan rami, dalam proses pembuatan teh, kopi, coklat di pabrik. Pada ikan kembung, trasi, keju, mentega, Yoghurt juga merupakan hasil bakteri, begitu pula asinan sawi dan rumput silo.

B. MYXOMYCOPHYTA (Slime Molds)

Slime Molds/jamur lendir termasuk divisio Myxomycophyta (Yunani: myto = lendir, myketes = jamur). Organisma ini pada umumnya hidup sebagai saprophyt. Ada juga beberapa spesies yang parasitic. Di musim hujan Myxomycetes sering ditemukan pada daun-daun mati, kayu yang membusuk, pupuk kadang dan lain-lain materi yang merugikan. Dalam fase kehidupan ini Myxomycetes berwujud suatu plasmodium, yaitu segumpal protoplasma yang berinti banyak. Bentuk plasmodium ini menyerupai lembaran jala-jala mengkilap. Warnanya dapat jingga atau kuning atau putih atau kadang-kadang dapat tak berwarna sama sekali. Plasmodium dapat beberapa sentimeter panjangnya, tetapi dapat juga lebih dari satu meter.

Plasmodium Myxomycophyta makan dan bergerak menyerupai amuba, hanya ukurannya beberapa ribu kali bahkan berjuta kali lebih besar. Dengan pseudopoda plasmodium bergerak perlahan-lahan dari tempat yang satu ke tempat yang lain dan menangkap makanannya yang terdiri dari bakteri, spora jamur dan zat-zat organik lainnya.

Sesudah masa makan dan masa tumbuh, plasmodium bergerak ke suatu tempat yang agak kering dan lebih terbuka. Disana plasmodium berubah menjadi beberapa kantong spora, sporangium, yang bertangkai halus dan berwarna cerah. Dalam sporangium terdapat sejumlah besar spora. Apabila sporangium pecah, spora-spora akan keluar. Kalau spora itu jatuh di suatu tempat yang menguntungkan, yaitu di tempat lembab, spora itu akan berubah menjadi sel yang berflagel dan berenang-renang. Setelah beberapa waktu sel yang berflagel ini kemudian menarik kembali flagelnya dan bergerak perlahan-lahan seperti amuba. Sel ini di sebut myxamuba. Akhirnya sel ini

berpadu berpasang-pasangan dan membentuk zygot yang berubah menjadi plasmodium baru.

Organisma lain yang mempunyai sejarah hidup seperti jamur lendir tidak banyak. Dalam masa berflagel dan menyerupai amuba, jamur lendir bergerak seperti hewan, tetapi kantong spora dan sporanya sendiri menyerupai tumbuhan.

Adanya organisme yang mempunyai sifat hewan dan sifat tumbuhan menjadi alasan kuat untuk membentuk golongan ketiga dalam klasifikasi makhluk hidup, yaitu golongan Protista.

C. EUMYCOPHYTA

Divisi Eumycophyta (jamur benar) mempunyai 4 kelas yaitu:

1. Phycomycetes
2. Ascomycetes
3. Basidiomycetes
4. Deuteromycetes

1. Klasifikasi Kelas Phycomycetes

- a. Seri Uniflagellatae
- b. Seri Biflagellatae
- c. Seri Aplanatae (tidak mempunyai alat gerak)

Uniflagellatae

Ordo 1 : Chytridiales

Famili 1. Olpidiaceae, contoh : *Olpidium viciae*

2. Synchitriaceae, contoh: *Synchytrium endobioticum*

3. Phlyctidiaceae, contoh: *Rhizopodium couchii*

Ordo 2 : Blastocladales

Famili 1 : Coelomomycetaceae

- 2 : Catenariaceae
- 3 : Blastocladiaceae contoh : *Allomyces java*,
Arbuscula, *Evallomyces*
- Ordo 3 : Monoblepharidales
Contoh: *Monoblepharis Polymorpha*, *Monoblepharella*, *Gonapodya*

Biflagellateae

- Ordo 1 : Saprolegniales
- Famili : Saprolegniaceae,
Contoh : *Saprolegnia parasiticia*, *Aphanomyces* sp, *leptolegnia sp*, *Geolegnia sp*.

- Ordo 2 : Leptomitales
Contoh: *Apodachlya pyrifera*, *Rhipidium americanum*
- Ordo 3 : Peronosporales
- Famili 1 : Peronosporaceae
Contoh : *Plasmopara viticola* (*Lapuk pada anggur*)
Peranospora destructor (*Bawang*)
Bremia lactucae (*Sla*)
Peroplasmopara cubensis (*Labu*)
Sclerospora graminicola (*Rumput-rumputan*)
- Famili 2 : Pythiaceae
Contoh : *Pythium debarianum* (*damping-off*)
Pythoptora infestant (*Kentang*)
- Famili 3 : Albuginaceae (*Karat Putih*)
Contoh : *Albugo candida* (*Crucifera*)
Albugo ipomoea panduranae (*Ubi*)
A.portulaceae (*Portulaceae*)

A. bliti (Amaranthaceae)

Aplanatae

Ordo 1 : Mucorales

Famili : Mucoraceae

Contoh: *Rhizopus nigricans* (Strawberry-Uby)

Mucor mucedo

Absidia lichtenia (Organ dalam manusia)

Mucor pusillus (Organ dalam manusia)

R. nigricans (Asam laktat)

R. sinensis (Asam laktat)

R. oryzae (Asam laktat)

R. nodosus

Famili : Pilobolaceae

Contoh : *Pilobolus* (akar tumbuhan)

Zygorinchus heterogamous (akar tumbuhan)

Mortierella rostaфинensis (akar

tumbuhan)*Endogone* (akar tumbuhan)

Choanofora cucubitarum (bunga, buah)

Phycomyces antens (Nuclei heterokariotyc)

Ordo 2 : Entomophthorales

Famili : Entomophthoraceae (saproba)

Contoh : *Entomophthora muscae* (lalat mati)

Conidiobolus brefeldianus

2. Klasifikasi Kelas Ascomycetes

Group: Yeasts, Black molds, Green molds, Powdery, Mildews, Cup Fungi, Morels, Truffles.

Sifat umum :

- a. Parasit pada tumbuhan hijau, manusia dan binatang
- b. Saprofit (tanah, kayu lapuk dll.)

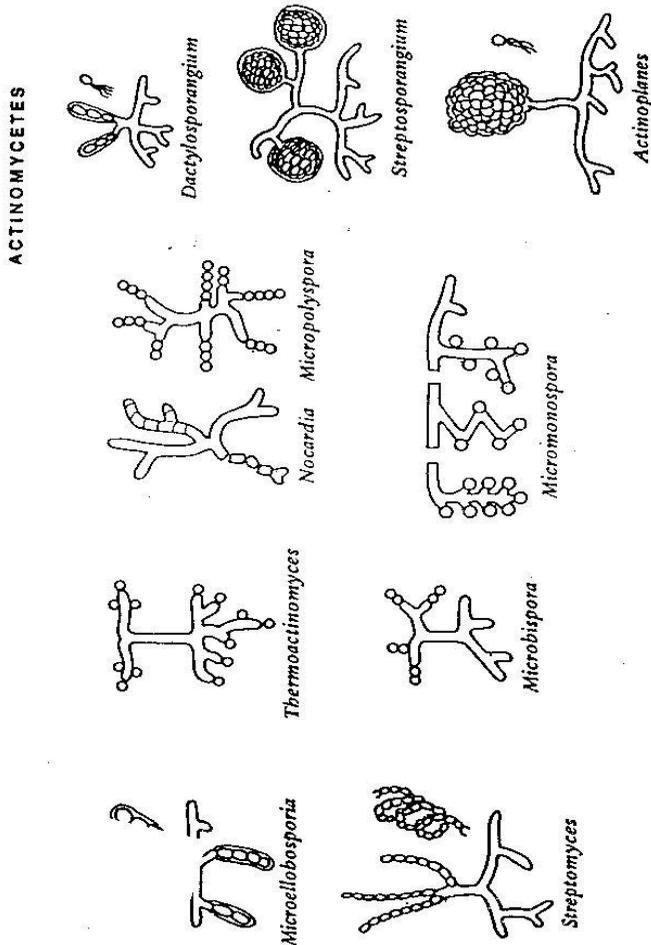
- c. Membentuk badan buah (ascus)
- d. Hypogean (dunia bawah)
- e. Coprophilous (kotoran)
- f. Hifa bersepta
- g. Jaringan prosenkim dan Pseudoparenkim berhubungan dengan tubuh buah.
- h. Reproduksi aseksual :
Budding, Fussion, Fragmentasi, Oidia, Chlamidospora, Konidia.
- i. Reproduksi seksual :
Gametangial Copulation, Gametangial contact, Spermatization, Somatogamy.

Pada reproduksi aseksual ada 4 tipe tubuh buah :

- a. Pycnidium
- b. Acervulus
- c. Sporodichium
- d. Synema

Kelas : ASCOMYCETES

- Sub kelas : 1. Protoascomycetes (tak ada ascocarp)
2. Euascomycetes (asci di bentuk pada ascocarp dari Ascogenous)



Major groups of actinomycetes (from H. A. Lechevalier and D. Pramer, 1971, The microbes, Lippincott, Philadelphia.)

Gambar 5.1 Ascomycetes

PROTOASCOMYCETES (Penyebab daun keriting)

Ordo : Endomycetales (asci tumbuh langsung dari zygote)

Famili 1 : Ascoidaceae (asci berisi lebih dari 8 ascospora)

Contoh : *Dinodascus albidus*, *D uninucleatus*

Famili 2 : Endomyceteceae (asci berisi 1 sampai 8 ascospora)

Contoh: *Eremascus fertilis*, *Endomyces*, *Endomy-copsis*

Yeast: Ditemukan misalnya pada nektar, buah-buahan, tanah, excret, binatang, susu, bagian vegetatif dari tanaman.

EUASCOMYCETES

Seri 1 : Plectomycetes

Ordo 1 : Aspergillales

Famili : Aspergillaceae

Contoh : *Aspergillus niger* (Black molds)

A.fumigatus (Aspergillosis pada paru-paru binatang dan manusia),

A.flavus (penghasil eflatoksin)

A. oryzae (Sake, Alkohol)

A. wentii (Pembuatan kecap)

P. italicum (buah jeruk)

Ordo 2 : Myriangiales (parasit pada tanaman dan binatang di daerah Tropik)

Famili 1 : Myriangiaceae

Contoh : *Myriangium duriaei*

Famili 2 : Elsinoeaceae

Contoh : *Elsinoe fawcellii* (kudis jeruk)

E. ampelinu (anggur)

E. veneta (raspberry)

Seri 2 : Pyrenomycetes

Ordo 1 : Erysiphales

Famili : Erysiphaceae (powdery mildews)

Contoh : *Erysiphe polygoni* (Omnivorous)

Podosphaera leucotricha (apel)

Sphaerotheca phytophila (poedery mildews)

S. morsuvae (powdery mildew buah talok)

S. Pannosa (Powdery mildew rose)

E. cichoracearum (Cucurbitaceae)

Ordo 2 : Laboulbeniales (parasit pada insecta)

Contoh : *laboulbenia formicarum*

Ordo 3 : Sphaeriales (non stroma)

Contoh : *Endothia parasitica* (Chestunut blight)

Famili : Chaetomiceae (Pengahancur sellulosa)

Contoh : *Chaetomium sp* (Lapuk pada pakaian)

Famili : Fimetariaceae (saproba)

Contoh : *Neurospora, fimetaria, pleurage,*
gelasino, N. sitophila, N. Tetrasperma,
N. crassa

Famili : Opiostomataceae

Contoh : *Ophiostoma ulmi*

O. fimbriatum (kentang manis busuk)

Famili : Gnomoniaceae

Contoh : *Gnomonia leptostyla* (antrak pada

Walnut)

G. veneta (Sycamore antrak)

G. Ulmea (titik pada daun Elm)

G. erytrosta (daun cherry hangus)

Famili : Diaportaceae (saprobic)

Contoh : *Diaporthe Citri* (Jeruk)

D. vexans (Egg plant)

D. phaseolarum (lima bean)

Glomerella cingulata (apel)

Ordo 4 : Allantosphaeriales

Famili : Xylariaceae

Contoh : *Hypoxylon pruinosum* (parasit) *Xylaria*,
Daldinia

Famili : Phyllachoraceae

Contoh : *Phylachora graminis* (parasit pada
rumput)

Ordo 5 : Hypocreales

Famili : Nectriaceae

Contoh : *Nectria cinnabarina* (pohon maple)
N.dirssina, *N. coccinea*, *N. gallimena*

Famili : Clavipitaceae

Contoh : *Claviceps purpurea* (sebangsa gandum)

Ordo 6 : Dothideales

Contoh : *Dothidea colecta*

Ordo 7 : Pseudosphaeriales

Famili : Mycosphaerellaceae (Leaf spot)

Contoh : *Mycosphaerella cercidicola* (redbud)
M. fragariae (strawberry)
M. sentina (pear)
Guignardia bidwelli (anggur)

Famili : Pleosporaceae

Contoh : *Venturia inaequalis* (kudia pada apel)

V. pyrina (kudis pada pear)

Pleospora (saprobe atau parasit ringan)

Seri 3 : Discomycetes (Cup fungi, Morels, Truffles)

Sub Seri A: Inoperculate

Ordo 1 : Ostropales

Ordo 2 : Helotiales

Famili : Phacidiaceae

Famili : Sclerotiniaceae

Contoh : *Monilinia fructicola* (bintik coklat pada peach)

Famili : Geoglossaceae

Contoh : *Gleoglossus*, *Spathularia*, *Leotia*, *Cudonia*

Sub seri B: Operculate

Ordo 1 : Pezizales

Famili 1 : Pezizaceae (Cup berwarna cerah)

Contoh : *Plectania coccinia* (Apothecia merah)

Urnula craterium (Apothecia hitam)

Peziza sp (diameter 20 cm)

Ascodesmis borcina (pada kotoran babi)

Ascobolus magnificus (kotoran kuda)

Bulgaria globosa (tubuh buah bergelatin)

Famili 2 : Elvelaceae (Morels, Sponge, Mushroom)

Contoh : *Morcella conica*, *M. deliciosa* (Delicious morel)

M. esculenta (Common morel), *M. Crasipes* (Thick Stemmed more), *Elvella sp* (saddle fungi dan false Fungi)

Ordo 2 : Tuberales (Truffles)

Sebagai makanan yang bernilai tinggi di Eropa.

Contoh : *Tuber agstivum*, *T. rufum*, *T. generharknesii*.

3. Klasifikasi Kelas Basidiomycetes

Sub Kelas : Hemibasidiomycetes (basidium berseptata) (Jelly fungi, rust, smuts). Terdiri dari 5 mempunyai 5 yaitu :

1. Dacrymycetales (basidia seperti garpu tala)

2. Tremellales (basidia bersepta longitudinal)
 3. Auriculariales (basidia bersepta transversal)
 4. Uredinales (basidiocarp tidak ada; teleutospora dibentuk di ujung hifa)
 5. Ustilaginales (teleutospora dibentuk pada chlamidospora)
- Ordo nomor 1, 2, 3, termasuk Jelly fungi.

Ordo 1 : Dacrymycetales

Famili: Dacrymycetaceae (kuning/orange, kecil, pada pohon mati)

Contoh : *Dacrymyces deliquescens*

Ordo 2 : Tremellales

Famili : Tremellaceae (abu-abu, ungu, coklat)

Contoh: *Tremella fusiformis* (putih), sebagai makanan cina, *Phlogioti shelvelloides* (tubuh buah–10cm, warna pink/orange – merah)

Ordo 3 : Auriculariales (saproba, parasit pada tanaman, parasit pada Insekta)

Famili 1 : Auriculariaceae (bergelatin)

Tubuh buah bervariasi dari yang sederhana (helicobasidium) sampai yang besar (auricularia)

Contoh: *Eucronartium muscicola* (parasit pada lumut),

Jola Javanensis (parasit pada lumut)

Helicobasidium

purpureum (parasit pada akar tanaman bunga)

Herpobasidium deformans (daun busuk honeysuck)

Auricularia auricula (jamur kuping).

Famili 2 : Septobasidiaceae (tidak bergelatin), parasit pada insekta

- Contoh : *Septobasidium fumigatum*,
(*Uredinella coccidiophaga*)
- Ordo 3 : Uredinales (rusts=karat); parasit tanaman
Contoh : *Septobasidium fumigatum*,
(*Uredinella coccidiophaga*)
- Famili 1 : Pucciniaceae
Contoh : *Uromyces appendiculatus* (karat kacang)
U. fabae (karat kacang merah)
U. pisi (karat kapri)
U.caryophyllinus (karat bunga anyer)
Puccinia graminis (karat gandum)
P.malvacearum (karat malvaceae)
Gymnosporangium juniperi-virginianae
(karat juniper-apel)
G.globosum (juniper, apel, pear),
G.sabinae (juniper, pear)
- Famili 2 : Melansporaceae
Contoh : *Cronartium ribicola* (pada karat pinus
putih)
- Famili 3 : Coleosporiaceae
Contoh : *Coleosporium solidagines* (karat pada
daun solidagi)
- Ordo 5 : Ustilaginales (noda hitam=smuts); parasit pada
tanaman
- Famili 1 : Ustilaginaceae (*Promycelium* bersepta)
Contoh : *Ustilago maydis* (smuts pada jagung)
U.tritici (pada gandum)
U.avenae (pada gandum)
- Famili 2 : Tilletiaceae
Contoh : *Tilletia caries* (pada gandum)
T. foetida (pada gandum)

Sub Kelas 2 :

Holobasidiomycetes/Eubasidiomycetes/Homobasidiomycetes (mushrooms, shaddle fungi, coral fungi, puffballs, earthstars, stink horns, birds nest fungi)

Seri 1 : Hymenomycetes (basidia dalam hymenium)

Ordo : Agaricales

Famili 1 : Exobasidiaceae tanpa basidiocarp

Parasit pada tanaman bunga (ericaceae)

Contoh : *Exobasidium vaccinii*

Famili 2 : Thelephoraceae

Contoh : *Pellicularia filamentosa* (kentang menjadi hitam)

Famili 3 : Clavariaceae (coral fungi); kuning, orange, violet

Ada yang dapat di makan, ada yang beracun

Contoh : *Sporassisradicata* (parasit pada Conivera)

Famili 4 : Hydnaceae (coral fungi)

Contoh : *Hericium coralloides* (putih, besar, indah)

Steccherinum septentrionale (parasit pada Maple)

Famili 5 : Polyporaceae (Crust, shelves/mushroom)

Contoh : *Polyporus sulphureus* (sulfur mushroom, penyebab busuk daun oak / pohon lain, warna kuning)

P.versicolor

Fomes applanatus (bentuk papan, putih, halus)

F.igniarius (bentuk papan, putih, halus)

Famili 6 : *Boletus sphaerophorus*, banyak jenis Boletus dalam bentuk Mycorhyza pada akar pohon.

Famili 7 : *Agaricus campestris* (jamur merang/mushroom)

A.rodmani (pada rumput kota)

Marasmius oreades (mushroom cincin kota)

Collybia longipes (mushroom panjang di hutan)
Pholiota praecox
P.autumnalis (Fall agarics)
P.adiposa (Fall agarics)
Pleurotus ostreatus (bisa di makan)
Russula americana (spora putih, beracun, tudung merah, di rawa-rawa)
Amanita muscarina
Pluteus cervinus (bisa di makan)
Clitopilus abortivus (bisa di makan)

Seri 2 : Gastromycetes

(Basidiocarp=Gleba)

Ordo 1 : Hymenogastrales (gleba lembut)

Contoh : *Endoptychum agaricoides*

Ordo 2 : Lycoperdales (gleba seperti powder, ada hymenium, spora kecil berwarna. (puffballs, earthstars) ditemukan di city town, Self Green, Grassy, Open Fields

Famili : Lycoperdaceae (puffballs)

Geastraceae (earthstars)

Contoh : *Calvatia gigantea*

Lycoperdon oblongisporum

Geastrum sp

Ordo 3 : Sclerodermatales (powdery gleba, hymenium tidak ada, spora Spora besar dan gelap). Stalked puffballs.

Famili : Tulostomataceae

Contoh : *Scleroderma sp*

Tulostoma sp

Batterrea sp

Ordo 4 : Phallales (stink horns).

Gleba berlendir, bau busuk, seperti tanduk.

Contoh : *Dictyophora duplicate*, *Phallus impudicus*.

Ordo 5 : Nidularia (birds nest fungi). Gleba terdiri dari peridium yang Membentuk dinding keras seperti lilin.

Contoh : *Nidularia sp*, *Nidula sp*,

Crucibulumvulgare dan *Cyathus striatus*.

4. Klasifikasi Kelas Deuteromycetes

Ordo : Sphaeropsidales

- a. Konidia dibentuk pada piknidia
- b. Piknidia berwarna gelap
- c. Stromatik atau non stromatik

Famili : Sphaeropsidaceae (saprobae/parasit pada tanaman)

Contoh : *Phyllosticta aceriola* (*Leaf Spot pada Maple*)

P. solitaria (*apple blotch*)

Phoma oleraceae (*menyerang kubis*)

Dendrophoma puscurans (*strawberry daun busuk*)

Sphaeropsis malorum (*parait pada apel buah-buhan*)

Coniothyrium diplodiella (*pada raspberry*)

Diplodia natalensis (*pada jeruk*)

Septoria apii (*pada seledri*)

S.lycopersici (*pada tomat-daun berbintik*)

Famili : Zythiaceae

Contoh : *Zythia fragariae* (penyebab Leaf blotch pada strawberry)

Ordo : Melanconiales

Famili : Melanconiaceae

Contoh :

Gloeosporium parennans (kanker pohon apel)

G.musarum (antracnose pada pohon pisang)

Glomerella cingulata (antracnose)

Collectrichum lagenarium (antracnose pada semangka)

Melanconium fuligineum (anggur)

Glomerella lindemuthiana = *Collectotricum*

Lindemuthianum (bean antracnose)

Marsinia populi (pohon poplar-daun/ranting)

M.juglandis (pada walnut)

Coryneum beyerinckii (parasit pada stone fruit)

Entomosporium maculatum (pada insekta)

Pestalotia guepini (pada teh)

Cylindrosporium hiemale (pada cherry)

C.pomi (pada apel)

Higginsia hiemalis(pada Cherry)

Ordo : Moniliales (conidia terbentuk dengan oidia, budding)

Famili : Cryptococcaceae (false – yeast)

Contoh: *Cryptococcus neoformans*

(cryptococcosis pada manusia Pulmonary dan

Cryptococcus meningitis pada susunan saraf

Pusat), *Pitysporium ovale* (ketombe)

Famili : Tuberculariaceae

Contoh : *Tubercularia vulgaris*, *Volutella fructi*
(busuk kering-apel)

Fusarium cubensis (parasit pada pisang)

F.lini (parasit pada rami), *F.solani* (parasit pada kentang)

Ordo : Myceliasterilia; tidak mempunyai struktur

reproduksi

Contoh: *Rhizoctnia solania* (ketombe hitam pada kentang)

Sclerotium cepivorum (bintik-bintik putih pada bawang)

Suatu persekutuan antara fungi dengan algae yang di sebut **Lichens**. Fungi mendapat makan dari algae. Algae mendapat perlindungan dari fungi terhadap kekeringan.

Contoh fungi yang membentuk Lichens :

Golongan: Pyrenomycetes (Pyrenolichens), Discomycetes (Discolichens), atau anggota dari Telephoraceae dari Agaricales (Basidiolichens).

Mycorrhiza adalah jamur yang hidup berasosiasi dengan akar tanaman tinggi, membantu tanaman kekurangan unsur hara, air dan menghalangi mikroba pathogen yang menyerang rizosper juga sebagai khelator logam berat. Dibedakan atas :

1. **Ectomycorrhiza** yaitu mikoriza yang hidup berasosiasi dengan akar dan tinggal di antara korteks dengan ectoderm akar, akar akan tampak membengkak dan hifa akan keluar menutupi permukaan akar .
2. **Endomycorrhiza** merupakan mikoriza yang hidup di dalam akar, tinggal di dalam korteks, akar tidak tampak membengkak bila berasosiasi dengan endomikoriza dan biasa disebut Vesicular Arbuscular Mychorhiza (VAM) atau dikenal dengan CAM (Cendawan Arbuscular Mikoriza)

Kelas Gasteromycetes contoh: *Pisolithus sp*, *Rhizopogon sp*, *Amanita sp*, *Suimum sp*, *Leccinum sp*. dan lainnya akan dijelaskan pada Mikologi Pertanian.

BAB 6

JAMUR KONTAMINAN

Jamur kontaminan merupakan jamur apatogen dan banyak terdapat di udara, oleh karena itu sering menyebabkan terjadinya kontaminasi dalam pembuatan obat-obatan, makanan dan lain-lain. Tetapi ada pula jamur kontaminan ini tumbuh pada alat-alat yang digunakan, dimana sterilisasi yang dilakukan kurang sempurna.

Beberapa contoh jamur kontaminan adalah :

A. *Aspergillus* sp

Klasifikasi :

- Divisi : Mycophyta
- Sub Phylum : Eumycophyta
- Class : Ascomycetes
- Sub class : Euascomycetes
- Ordo : Aspergillales
- Famili : Aspergillaceae
- Genus : *Aspergillus*
- Spesies : *Aspergillus. sp* (hijau keabu-abuan)
A.niger (hitam)



Gambar 6.1 *Aspergillus Sp*

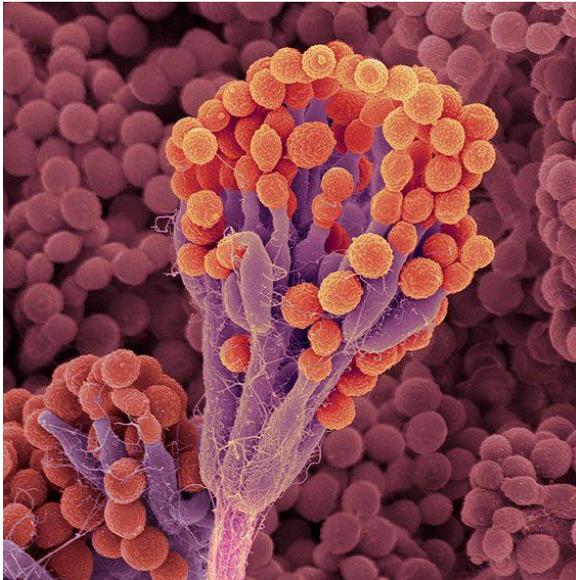
Aspergillus banyak tersebar di mana-mana, banyak diantaranya terdapat dalam makanan yang telah basi. Bentuk koloninya padat dan pertumbuhannya lambat (garis bawah koloninya 28 dalam waktu 8 hari). Warna koloninya mula-mula putih kemudian berubah menjadi hijau kebiru-biruan. *A. niger* merupakan spesies terbesar dan terdapat di mana-mana. Bila di lihat dengan mikroskop, ujung spora tampak besar, terbungkus rapat, bentuk bulat hitam atau coklat hitam.

Ciri-ciri *Aspergillus* adalah :

1. mempunyai *septae*, myceliumnya bercabang dan biasanya tidak berwarna
2. Koloninya kadang-kadang membentuk zona-zona.
3. Konidiophorenya terdiri dari sel kaki (sel mycelia khusus yang akan menjadi besar dan berdinding tebal)
4. Sterigmata dan untaian konidia ini tidak bercabang.

B. *Penicillium* sp

Klasifikasi	:
Divisio	: Mycophyta
Sub Divisio	: Eumycophyta
Class	: Ascomycetes
Sub class	: Euascomycetes
Ordo	: Aspergillales
Famili	: Aspergillaceae
Spesies	: <i>Penicillium</i> sp



Gambar 6.2 *Penicillium* Sp

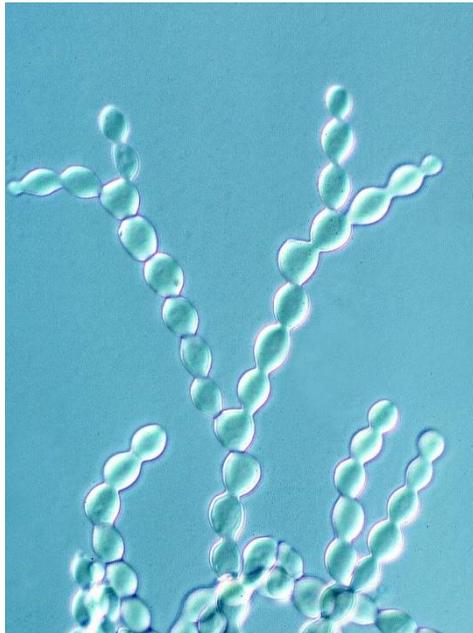
Penicillium tersebar dimana-mana terutama pada makanan, koloninya tumbuh dengan cepat (dalam waktu 8 hari, diameter koloninya mencapai 50 mm), mula-mula berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau ke biru-biruan. Ciri-ciri genus *Penicillium* adalah :

1. Mempunyai septae, mycellium bercabang dan tidak berwarna.
2. Hifa dimana tempat spora melekat, bentuknya khas menyerupai sapu dan disebut “Penicillus”.

C. **Monillia sp.**

Klasifikasi :

Divisio	: Mycophyta
Sub Divisio	: Eumycophyta
Class	: Deuteromycetes
Ordo	: Monilliales
Famili	: Monilliaceae
Spesies	: <i>Monilla sp</i>



Gambar 6.3 *Monillia Sp*

Genus ini dinyatakan dengan beberapa nama karena

kekacauan dalam pengklasifikasiannya, tetapi para ahli Mikologi yakin bahwa genus ini termasuk dalam kelompok jamur besar (sempurna) dan disebut *Monillia* atau *Neurospora*.

M. Sitophyla merupakan spesies yang terutama terdapat pada makanan, sering disebut sebagai jamur roti ‘merah’ karena berwarna merah orange dan pertumbuhannya tidak beraturan. Koloninya tumbuh dengan cepat sekali dan dalam beberapa hari dapat menyelimuti seluruh permukaan cawan Petri. Karena jamur ini mudah tumbuh dan sporanya mudah di terbangkan angin, maka jamur ini merupakan salah satu jamur kontaminan yang sering ditemukan dan mengganggu pemeriksaan di laboratorium.

Ciri-ciri Genus *Monillia* antara lain :

1. Mycelliumnya berseptata, yang kemudian jatuh ke dalam sel-sel.
2. Daerah jaringannya yang tidak beraturan
3. Konidia bertunas dimana bentuknya menyerupai rantai dan terdapat dekat ujung jamur tersebut.

D. Mucor sp

Klasifikasi :

Divisio	: Mycophyta
Sub Divisio	: Eucomycophyta
Class	: Phycomycetes
Ordo	: Mucorales
Famili	: Mucoraceae
Spesies	: Mucor sp



Gambar 6.4 *Mucor Sp*

Genus ini umumnya tumbuh pada media padat, koloninya mula-mula berwarna putih kemudian menjadi abu-abu gelap. Hifanya tidak bersepta dan berdiameter besar, hypha yang masih muda mempunyai diameter yang masih kecil. Sporangiphore tegak lurus, ada yang mempunyai cabang dan ada yang tidak bercabang, pada ujung cabang sporangiphore terdapat sporanya yang penuh dengan spora dan bentuknya bulat-bulat. Pada sporangiphore tidak terdapat stolon-stolon dan rhizoid yang berasal dari mycelium. Dinding sporangium mudah sekali pecah, bila hal ini terjadi maka spora akan lepas bertebaran dan yang tinggal hanya suatu bagian dari sporangia yaitu disebut Columella.

E. Rhizopus sp

Klasifikasi :
 Division : Mycophyta
 Sub Division : Eumycophyta

Class : Phycomcetes
Ordo : Mucorales
Famili : Mucorareae
Spesies : Rhizopus sp



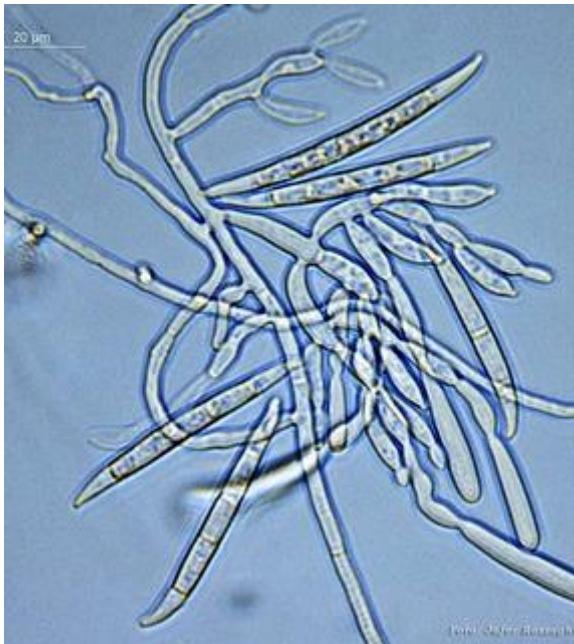
Gambar 6.5 *Rhizopus Sp*

Pertumbuhannya sangat cepat dan dalam waktu 5 hari akan menyebar keseluruh permukaan cawan Petri bersamaan dengan pertumbuhan stolon. Warna koloninya abu-abu gelap. Mycelliumnya merupakan hifa yang tidak berseptate. Sporangiumnya tidak bercabang dan terdapat hifa berbentuk seperti akar disebut rhizoid. Pada ujung sporangiophore terdapat sporangia yang dipenuhi spora-spora berwarna hitam. Genus rhizopus ini dapat dibedakan dengan Mucor, karena pada Rhizopus terdapat stolon dan rhizoid sedangkan pada

Mucor tidak terdapat.

F. *Fusarium* sp

Klasifikasi :
Divisio : Mycophyta
Sub Divisio : Eumycophyta
Class : Deutteromycetes
Ordo : Moniliales
Famili : Tuberculariacea
Species : *Fusarium* sp



Gambar 6.6 *Fusarium* Sp

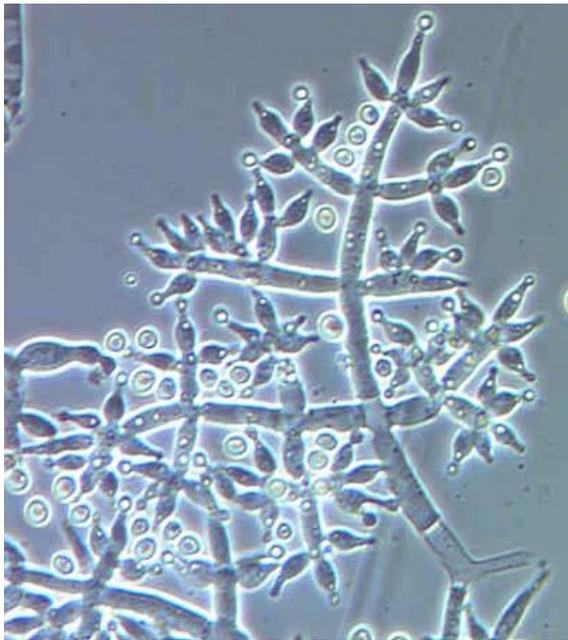
Jamur ini pertumbuhannya cepat sekali dan koloninya padat (diameter dapat mencapai 45 mm dalam waktu 5 hari).

Koloni yang tampak mula-mula berwarna putih seperti kapas, kemudian berubah menjadi rose pada bagian pinggirnya. Microconidia yang di hasilkan oleh genus ini sangat khas, multiseluler dan bentuknya seperti tongkat atau sabit.

G. *Trichoderma* sp

Klasifikasi:

Divisio : Mycophyta
Sub Divisio : Eumycophyta
Class : Deuteromycetes
Ordo : Moniliales
Famili : Tuberculariaceae
Species : *Trichoderma* sp



Gambar 6.7 *Trichoderma* sp

Genus ini terdapat dimana-mana, pertumbuhannya cepat

dan koloninya dapat menyelimuti seluruh permukaan cawan Petri dalam waktu 5 hari. Mycelliumnya yang berwarna putih tumbuh perlahan-lahan dan berbentuk seperti kapas, kemudian timbul warna hijau akibat banyaknya konidia yang dihasilkan. Koloninya berwarna hijau terang.

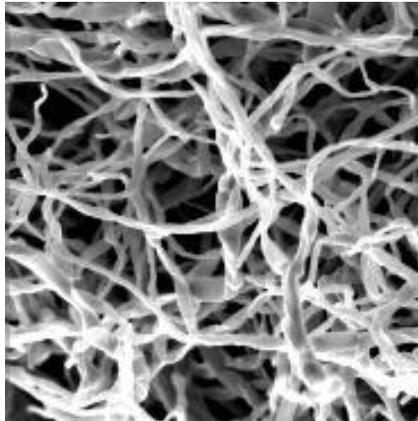
Ciri-ciri Genus ini:

1. Mycelliumnya bersepta
2. Konodiophore bersepta, bercabang dan pada cabang yang terakhir terdapat sebuah sterigmata yang bentuknya setengah bola, butiran-butiran konidia berwarna hijau muda.

H. *Mycelia sterilia*

Klasifikasi:

Divisio : Mycophyta
Sub Divisio : Eumycophyta
Class : Moniliales
Famili : Tuberculariaceae
Spesies : *Mycellia sterilia*



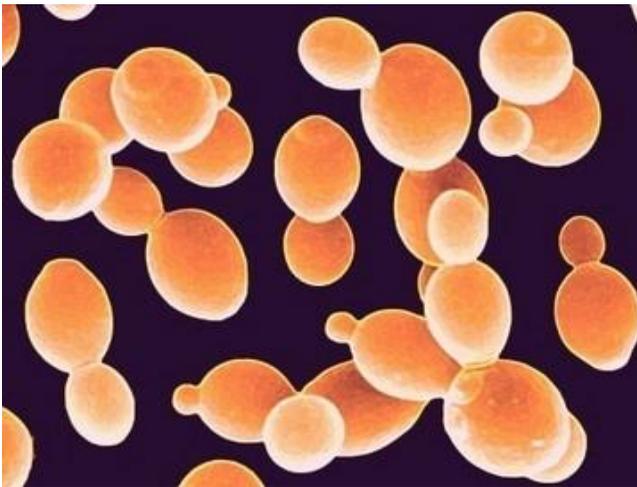
Gambar 6.8 *Mycellia sterilia*

Jamur ini tumbuh dengan cepat, dalam waktu 7 hari diameter dapat mencapai 57 mm areal myceliumnya berbentuk kapas dan berwarna putih. Pada kultur Mycelia sterilia ini tidak ditemukan adanya spora. Mycelia sterilia sebaiknya dianggap sebagai salah satu group jamur dari pada dinyatakan suatu genus tetapi termasuk dalam kelas “ fungi imperfecti “.

I. *Saccharomyces sp*

Klasifikasi :

Divisio	: Mycophyta
Sub Divisi	: Eumycophyta
Class	: Ascomycetes
Sub Class	: Hemyascomycetes
Ordo	: Endomycetales
Famili	: Saccharomycetaceae
Species	: <i>Saccharomyces sp.</i>



Gambar 6.9 *Saccharomyces sp.*

Pada umumnya genus ini merupakan tumbuhan bersel tunggal, yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop. Tubuhnya ada yang bulat, bulat telur, atau memanjang, tetapi kadang-kadang terbentuk sebuah pseudomycelium. *Saccharomyces* terdapat dimana-mana, terutama dalam cairan yang mengandung gula. Perkembangbiakannya dengan cara budding.

J. *Rhodotorula* sp

Klasifikasi:

Divisio : Mycophyta
Sub Divisio : Eumycophyta
Class : Deuteromycetes
Ordo : Moniliales
Famili : Rhodotoluraceae
Spesies : *Rhodotolura* sp

Genus ini biasanya terdiri dari tunas-tunas sel, tetapi kadang-kadang membentuk pseudomiselium yang tidak sempurna. Pada media solid, koloni berwarna merah, pink, orange, atau kuning. Umumnya genus ini tidak dapat dibedakan dengan tes fermentasi karbohidrat.

K. *Curvularia* sp.

Klasifikasi :
Divisio : Mycophyta
Sub Divisio : Eumycophyta
Class : Deuteromycetes
Ordo : Monilliales
Famili : Detiaceae
Spesies : *Culvularia* sp



Gambar 6.10 *Culvularia sp*

Genus ini koloninya padat dan pertumbuhannya sangat lambat. Koloninya berwarna coklat atau coklat kehitaman. Konodia melengkung (menyerupai kurva) dan terdiri dari 3-5 sel dengan septa yang bergaris-garis. Satu atau dua dari sentral tiap konodia lebih besar dan lebih gelap dari sel-sel lainnya. Ciri-ciri khas dari bentuk konodia adalah berkelompok di ujung cabang konidiophore. Miselium dan konidianya gelap.

L. Hormodendrum sp

Klasifikasi :

- Divisio : Mycophyta
- Sun Divisio : Eumycophyta
- Class : Deutromycetes
- Ordo : Moniliales
- Famili : Detiaceae
- Spesies : *Hormodendrum sp*



Gambar 6.11 *Hormodendrum sp*

Jamur ini tumbuh dengan cepat, garis tengah dapat mencapai 56 mm dalam waktu 8 hari. Koloninya berwarna abu-abu hingga hitam. Secara makroskopis genus ini mirip konidiana berbentuk khas yaitu seperti pohon. Konidiophore panjang bermacam-macam dan dapat menunjang cabang untaian konidia. Konidiophore ini berbentuk lonjong dan panjang, dipisahkan oleh sekat yang berwarna gelap. Cabang konidiophore dibentuk terus menerus dengan cara budding (membentuk tunas). Konidia pada kultur yang muda bersel satu, tetapi kemudian dapat dibagi-bagi lagi oleh penyekat dan membentuk banyak sekali konidia yang bersel dua. Miselium, konidiophore dan konidia berwarna coklat tua.

BAB 7

MIKOLOGI INDUSTRI

Jamur mempunyai peranan penting dalam kehidupan sehari-hari, di antaranya dalam bidang industri makanan dan minuman serta obat-obatan. Berbagai jenis makanan tradisional merupakan hasil fermentasi, dibuat secara proses mikrobiologis oleh jamur, seperti tempe, oncom, kecap, tauco, tape, brem, serta banyak jenis minuman seperti tuak, bir dan lain-lain. Hasil-hasil fermentasi ini tergantung dari jenis-jenis bahan pangan (substrat), macam mikroba (fermenter) dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroba tersebut

Makanan yang mengalami fermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi dari pada bahan asalnya. Hal ini disebabkan karena jamur bersifat katabolik yaitu memecahkan komponen-komponen kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana, sehingga lebih mudah dicerna. Selain itu jamur juga mampu mensintesis beberapa vitamin yang kompleks serta faktor-faktor pertumbuhan lainnya, misalnya riboflavin, vitamin B12 dan provitamin A

Dengan proses fermentasi juga dapat terjadi pemecahan oleh enzim-enzim tertentu terhadap bahan-bahan yang tidak dapat dicerna oleh manusia seperti selulosa, hemiselulosa dan polimer-polimernya menjadi gula sederhana atau turunan-turunannya

A. PERUBAHAN-PERUBAHAN SELAMA FERMENTASI

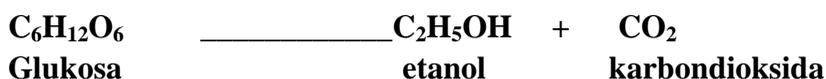
Mikroba yang bersifat fermenter dapat mengubah karbohidrat dan turunannya menjadi alkohol, asam dan CO_2 .

Selain itu ada mikroba proteolitik yang memecah protein dan komponen-komponen N, sehingga menjadi bau busuk yang tidak diinginkan, sedangkan mikroba lipolitik akan memecah atau menghidrolis lemak, fosfolipid dan turunannya yang menghasilkan zat bau tengik.

Bila alkohol dan asam yang dihasilkan oleh mikroba fermentatif cukup tinggi, maka pertumbuhan mikroba proteolitik dapat dihambat.

Jadi prinsip pengawetan pangan dengan cara fermentasi sebenarnya adalah mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroba pembentuk alkohol dan asam sehingga menekan pertumbuhan mikroba proteolitik dan lipolitik.

Fermentasi gula oleh ragi, misalnya dari jenis ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan *S. ellipsoideus* dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO₂ melalui reaksi :



Reaksi ini merupakan dasar dari pembuatan tape, bir, brem, anggur, roti dan lainnya.

B. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FERMENTASI

1. Asam

Makanan yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika O₂ cukup jumlahnya dan kapang dapat tumbuh serta fermentasi berlangsung terus, maka daya awet dari asam tersebut akan hilang. Pada keadaan ini mikroba proteolitik dan lipolitik dapat berkembang biak

2. Alkohol

Kandungan alkohol yang terbentuk selama fermentasi tergantung pada kandungan gula pada substrat, macam ragi, suhu fermentasi dan jumlah oksigen. Seperti juga mikroba lainnya yang menghasilkan asam, ragi tidak tahan terhadap alkohol pada kadar tertentu. Kebanyakan ragi tidak tahan pada konsentrasi alkohol 12–15 %. Sebagai contoh misalnya anggur asli biasanya mengandung alkohol 9–13 % dari hasil fermentasi. Oleh karena itu jumlahnya tidak cukup digunakan sebagai pengawet, maka harus dipasteurisasi, atau ditambahkan alkohol supaya dapat mencapai konsentrasi 20 %

3. Mikroba

Kultur murni yang biasa digunakan dalam fermentasi dapat disimpan dalam keadaan kering atau dibekukan, misalnya kultur murni dari bakteri asam laktat untuk membuat keju. Kadang-kadang juga tidak digunakan kultur murni untuk fermentasi sebagai laru (Starter), misalnya pada pembuatan tempe atau oncom, digunakan hancuran tempe atau oncom yang sudah jadi; pada penggumpalan susu untuk membuat keju dilakukan dengan memasukan “curd” yang telah menggumpal kedalam cairan susu; atau pada pembuatan anggur dengan cara memasukan anggur yang telah jadi ke dalam sari buah anggur. Di Indonesia makanan-makanan yang dibuat dengan cara fermentasi pada umumnya tidak menggunakan kultur murni. Sebagai contoh misalnya ragi pasar mengandung beberapa ragi, di antaranya adalah jenis *S. cerevisiae* yang dicampur dengan tepung beras dan dikeringkan. Kultur murni yang biasa digunakan dalam fermentasi misalnya untuk pembuatan bir, anggur, keju, cuka, sosis, roti, dan lainnya.

4. Suhu

Suhu fermentasi dapat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi. Misalnya fermentasi pada pembuatan sayur asin sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Jika konsentrasi asam yang dikehendaki telah tercapai, maka suhu dapat dinaikkan untuk menghentikan fermentasi.

5. Oksigen

Udara atau oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru dan untuk melakukan fermentasi. Misalnya *S. cerevisiae* (ragi roti) dan *S. ellipsoids* (ragi anggur) keduanya akan tumbuh baik pada keadaan aerobik, tetapi keduanya akan melakukan fermentasi terhadap gula jauh lebih cepat pada keadaan anaerobik.

6. Garam

Mikroba dapat dibedakan berdasarkan ketahanan terhadap garam. Misalnya pembentukan asam laktat dalam acar, sayur asin, sosis dan lainnya, biasanya toleran terhadap konsentrasi garam kira-kira 10–18 %. Beberapa mikroba proteolitik tidak toleran terhadap konsentrasi garam kira-kira 2,5% dan terutama tidak toleran terhadap kombinasi antara garam dan asam. Penambahan garam akan menyebabkan pengeluaran air dan gula dari sayur-sayur dan menyebabkan timbulnya mikroba asam laktat. Pengaruh pengawetan berasal dari pembentukan asam.

Table 7.1 : Beberapa contoh jamur dan metabolit yang dihasilkan

Jenis Jamu	Macam Asam
<i>Aspergillus awamori</i>	Asam kojic
<i>A. Clavatus</i>	Asam citrate, asam kojic
<i>A. Elegans</i>	Manitol
<i>A. Flavus</i>	Asam kojic,enzim, lemak
<i>A. Fumarincus</i>	Asam fumarat
<i>A. Fumigatus</i>	Asam kojic
<i>A. Glaucus</i>	Asam kojic, manitol
<i>A. Nidulans</i>	manitol, lemak
<i>A. Niger</i>	Asam citrate, asam glukonat,
<i>A. Oryzae</i>	asam galat
<i>Fursarium moniliforme</i>	Asam kojic, enzim, tepung
<i>Giberella fujikuroi</i>	saccharum
<i>Fusarium sp</i>	
<i>Helminthosporium</i>	Asam giberellat, giberelin
<i>meniculatum</i>	Ethyl alkohol
<i>Paecilomyces divaricatum</i>	Manitol, ethyl alkohol
<i>Mucor piriformis</i>	Asam citrate
<i>Mucor rouxii</i>	Asam citrate
<i>Penicillium auranteo-</i>	Tepung saccharum
<i>brunneum</i>	Lemak
<i>Penicillium camemberti</i>	Keju camembert
<i>Penicillium chrysogenum</i>	Asam gluconat, manitol, lemak
<i>Penicillium citrinum</i>	Asam citrat, lemak
<i>Penicillium griseo-fulvum</i>	Asam fumarat
<i>Penicillium javanicum</i>	Lemak
<i>Penicillium purpurogenium</i>	Asam gluconat
<i>var rubri</i>	
<i>Clerotium</i>	

<i>Penicillium requeforti</i>	Lemak
<i>Rhizopus arrkiaus</i>	Asam laktat
<i>Rhizopus chinensis</i>	Asam laktat
<i>Rhizopus elegans</i>	Asam laktat
<i>Rhizopus stolonifer</i>	Asam laktat
<i>Rhizopus delemar</i>	Tepung saccharum
<i>Rhizopus japonicus</i>	Tepung saccharum, asam fumarat
<i>Rhizopus oryzae</i>	Asam fumarat, asam laktat
<i>Rhizopus pseudochinensis</i>	Asam fumarat, asam laktat
<i>Rhizopus tritici</i>	Asam fumarat, asam laktat

C. BEBERAPA CONTOH JAMUR DAN PERANANNYA DALAM INDUSTRI MAKANAN DAN MINUMAN

1. *Rhizopus oligosporus*

a. Morfologi

Secara mikroskopos koloni *Rhizopus* tersusun oleh miselium yang tumbuh panjang menegak, dimana miselium ini terdiri dari hifa yang tidak bersekat.

Bentuk hifa dan pertumbuhannya dapat terus meluas atau melebar sesuai dengan keadaan substrat dan terus memanjang. Kumpulan hifa pada satu tempat dihubungkan dengan serat lain sehingga memanjang akhirnya memenuhi seluruh substrat.

Miselium pada *Rhizopus* terbagi atas stolon dan tumbuh sporangiofor lebih dari satu. Pada ujung sporangium yang berisi sporangiospora dan bila telah masak spora ini berwarna hitam. Di bagian bawah terdapat bagian yang tidak berspora yang disebut columela dan columela ini pada kapang/jamur yang masih muda tidak terlihat.

b. Habitat dan sifat hidup

Rhizopus terdapat dimana-mana, terutama pada sisa-sisa makanan yang banyak mengandung karbohidrat. Baik dalam bentuk yang sudah terurai atau yang siap digunakan, misal pada timbunan bahan makanan, ataupun yang masih berbentuk selulosa, misal pada timbunan sampah. Umumnya sifat jamur Rhizopus adalah saprofitik

c. Perkembangbiakan

Perkembangbiakan jamur Rhizopus dapat secara aseksual dan seksual. Secara aseksual yaitu dengan spora-spora yang dihasilkan oleh sporangium. Sporangium yang sudah dewasa pecah dan spora bertebaran dimana-mana dengan pertolongan angin atau air. Di tempat yang sesuai spora tumbuh menjadi miselium baru

Sedang secara seksual dengan cara bersatunya 2 tonjolan hifa yang berlainan muatan. Hasil pertemuan ini menghasilkan zigospora (haploid). Zigospora tumbuh menghasilkan sporangium, di dalam sporangium terbentuk spora-spora yang haploid yang masing-masing – dan + sporangium pecah dan spora bertebaran untuk tumbuh menjadi miselium baru di tempat yang sesuai. Dan mulailah pembiakan vegetatif lagi.

Berbagai jenis makanan tradisi hasil fermentasi, dibuat secara proses mikrobiologis oleh jamur. Seperti tempe, oncom, kecap, tauco, serta banyak jenis minuman seperti brem, tuak, bier dan sebagainya. Ternyata bahwa nilai nutrisi susu yang sudah diproses secara mikrobiologis (proses fermentasi) lebih meningkat kalau dibandingkan dengan bahan bakunya. Seperti misalnya tempe yang dibuat dari kacang kedele. Kalau kacang kedelena langsung dimakan, baik setelah direbus ataupun digoreng, nilai nutrisinya kurang kalau dibandingkan dengan

kedele tersebut sudah dijadikan tempe dengan bantuan jamur tempe (*R. oligosporus* atau *R. stoloniferus*). Karena jamur tempe berperan pula sebagai jasad pencerna kandungan senyawa, khususnya protein yang terdapat di dalam kacang kedele.

Makanan hasil fermentasi, juga dikenal sebagai jenis makanan yang mempunyai nilai organoleptik tinggi serta rata-rata sesuai untuk lidah. Ini terbukti dengan banyak jenis makanan hasil fermentasi di tiap daerah yang tetap mempunyai peranan yang tinggi serta luas walaupun banyak jenis makanan hasil olahan pabrik secara modern memasuki pasaran.

Seperti misalnya oncom yang terbuat dari sisa kacang tanah yang telah diambil minyaknya. Dengan bantuan jamur oncom (*Neurospora sitophyla*) maka hasil sisa tersebut kemudian dapat menjadi makanan yang banyak penggemarnya. Oncom Bandung misalnya, bukan hanya orang Bandung untuk kemudian di bawa ke daerah asalnya.

Juga tauco, yang terkenal dibuat hanya di kawasan Cianjur saja. Edaran perdagangan tauco tidak terbatas hanya di kawasan Cianjur dan banyak kota di Jawa Barat, tetapi juga ke tempat-tempat lainnya. Dengan bantuan jamur tauco (*R. stoloniferus* dan *R. oryzae*) maka kacang kedele kemudian berubah menjadi makanan khas yang banyak penggemarnya.

Kecap, jenis penyedap yang sudah sejak lama hadir dan digunakan di dalam susunan menu makanan sehari-hari, ternyata tetap mempunyai penggemarnya yang luas dimanamana, bahkan sudah pula menyebar keluar Indonesia. Walaupun banyak jenis penyedap baru yang dihasilkan secara pabrik yang mengandung glutamat, ternyata kecap tidak tersisihkan.

Bahkan dengan banyak dibicarakannya pengaruh dari

penggunaan bumbu masak yang mengandung glutamat terhadap kemungkinan terjadinya kanker ataupun gejala membahayakan lainnya, edaran penggunaan kecap sebagai penyedap semakin tegar dan meluas.

d. Klasifikasi

Kingdom : Plantae
Divisio : Eumycota
Sub Divisio : Zygomycotina
Class : Zygomycetes
Ordo : Mucorales
Famili : Mucoraceae
Genus : Rhizopus
Spesies : *R. Oligosporus*

e. Peranan jamur *R. oligosporus* dalam pembuatan tempe

Proses pembuatan tempe dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu :

1) Perendaman Kacang Kedele

Untuk mendapatkan preparat tempe yang baik, pembuatan tempe di mulai dengan perendaman kacang. Maksud dari perendaman ini antara lain adalah membantu pada saat pengupasan kulit.

Pada perendaman yang baik akan terlihat pada air rendamannya menjadi kental dan berbusa. Cara perendaman dapat dengan air dingin atau disiram dengan air panas, kemudian didiamkan selama satu malam. Keuntungan menggunakan air panas adalah untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kontaminasi mikroorganisme yang tidak dikehendaki.

Selain itu penggunaan air panas dimaksudkan untuk

memperbesar jaringan kacang-kacangan sehingga dalam perebusan waktunya lebih singkat.

2) Pengupasan Kulit

Setelah perendaman, dilakukan pengupasan kulit, maksudnya untuk memberi kesempatan perkembangan pertumbuhan jamur pada saat fermentasi. Pengupasan kulit ini perlu mendapat perhatian khusus, oleh karena hasil pengupasan kulit dapat mempengaruhi preparat tempe yang terbentuk, jika belahan kacang-kacangan yang dihasilkan kecil-kecil, maka preparat tempe yang terbentuk akan cepat membusuk.

3) Perebusan

Dalam hal perebusan harus diperhatikan bahwa setiap jenis kacang mempunyai derajat kematangan yang berbeda-beda. Maksud dari perebusan antara lain untuk mendapatkan kacang yang matang. Perebusan ini dapat dilakukan di atas api kompor atau dari kayu bakar.

Kriteria matang adalah kacang-kacang yang direbus telah dapat ditekan dengan kedua jari tangan. Kacang-kacang tersebut direbus dengan air sampai temperature 90°C .

4) Inokulasi jamur tempe (*Rhizopus oligosporus*)

Untuk menginokulasi jamur tempe, kacang harus dituskan dan didinginkan, Oleh karena jika tidak tus akan mengundang pertumbuhan mikroorganisme lain, sehingga perkembangan pertumbuhan jamur tidak akan baik. Dan jika tidak dingin jamur akan mati.

Jika penggunaan serbuk jamur tempe tersebut kurang dari takaran yang dianjurkan di atas, maka preparat tempe yang terbentuk tidak akan baik, oleh karena jalinan jamur tidak cukup kuat tidak mengikat kacang yang satu dengan kacang yang lainnya., dan jika pemakaian serbuk jamur tempe

tersebut berlebihan, maka preparat tempe yang terbentuk akan menjadi basah. Hal ini dikarenakan jumlah jamur yang berlebihan sehingga hasil metabolisme pun meningkat.

5) Pembungkusan

Setelah diaduk dengan rata, bahan tersebut diatas diacak dan dibungkus. Untuk membungkus dapat digunakan daun pisang, dapat juga dipakai kantong plastik. Keuntungan membungkus dengan daun pisang, tempe yang terbentuk akan mendapatkan aroma tambahan dan lebih gurih, kerugiannya adalah bila daun yang digunakan tidak bersih, maka memudahkan tempe terkontaminasi dan akan mempercepat pembusukan. Sedangkan bila menggunakan kantong plastik tidak memberikan aroma tambahan, tetapi lebih tejamin kebersihan tempe.

6) Pengeraman

Tahap ini merupakan tahap akhir dari pembuatan tempe. Untuk pengeraman diperlukan waktu yang berbeda-beda tergantung dari besar kecilnya kacang, jenis kacang dan kehomogenan dari inokulasi jamur tempe.

Alat untuk pengeraman adalah sebuah peti yang dibuat dari kayu, yang didalamnya diberi penerangan dengan cahaya lampu neon. Waktu yang diperlukan untuk kematangan tempe adalah 36 jam.

2. *Saccharomyces cerevisiae* (sel nagi roti)

a. Morfologi

Bentuk tubuhnya sederhana yaitu 1 sel atau uniseluler, tersusun oleh bagian-bagian tubuh yang terdiri dari inti, vacuola, granula, mitochondria, dsb.

b. Habitat dan sifat hidup

Ragi terdapat dimana-mana, hidup pada sisa-sisa makanan

yang banyak mengandung karbohidrat terutama gula, maka didalam keadaan anaerob (tanpa O₂) Jamur ini mampu mengubah karbohidrat menjadi alkohol. Jadi ragi mempunyai sifat hidup yang heterotropik, artinya untuk keperluan hidupnya mempunyai ketergantungan sumber nutrient (zat / sumber makanan).

c. Perkembangbiakan

Perkembangbiakan ragi umumnya merupakan perkembangan yang asexual saja. Pada ragi perkembangbiakan secara asexual terjadi dengan terbentuknya kuncup, yaitu tonjolan kecil yang keluar dari sel yang kemudian membesar. Perbesaran ini ternyata diikuti pula oleh proses lain di dalam sel induk dan sebagian memasuki tonjolan tersebut. Kalau bagian inti sudah terbagi maka terbentuklah sekat atau dinding sel baru diantara sel induk (sel asal) dengan sel anak (sel baru hasil perkuncupan), serta akhirnya keduanya memisahkan diri. Kadang-kadang sel anak memisahkan diri dari sel induk dan inti terus berlangsung, sehingga akhirnya membentuk mata rantai. Perkembangbiakan asexual ragi dapat juga dengan membentuk spora. Pada tahap pertama, sel ragi akan membentuk kuncup dan memisahkan diri menjadi sel anak kemudian menjadi dewasa. Tetapi didalam sel anak tersebut kemudian terbentuk askus (kantung spora) yang didalamnya terdapat askospora (spora askus). Kalau spora kemudian keluar dari kantung serta melakukan konjugasi maka hasil konjugasi tersebut berkecambah membentuk sel baru.

d. Klasifikasi

Kingdom : Plantae
Divisio : Eumycota

Sub Divisio : Ascomycotina
Class : Hemiascomycetes
Ordo : Endomycetales
Famili : Saccharomycetaceae
Genus : Saccharomyces
Spesies : *S. cerevisiae*

e. Peranan *S. cerevisiae* dalam pembuatan bir

Secara tradisional, ragi yang digunakan untuk fermentasi juice adalah dengan cara alami, tetapi sekarang telah digunakan kultur dari laboratorium yaitu strain *Saccharomyces cerevisiae*. Strain tersebut di pilih untuk mengfragmentasi buah anggur yang digunakan, untuk memberi rasa yang khas dari minuman.

Adapun cara pembuatannya adalah sebagai berikut :

- Buah anggur dibuat ekstraksi/juice. Proses fermentasi juice anggur ini menggunakan tong yang terbuat dari kayu atau batu. Tong ditutup untuk mempertahankan suasana anaerob.
- Panaskan sampai mendidih, tambahkan gula pasir 5-10% sebagai sumber energi bagi jamur untuk melakukan fermentasi. Kemudian tambahkan Amonium Posfat 0,1% (1 liter + 4 gram ammonium posfat) dan selanjutnya didinginkan.
- Ambi 1/10 ke dalam botol kecil, dan untuk pembuatan starter diambil sedikit dari botol kecil tadi dan diberi inokulasi jamur *S. cerevisiae*. Kemudian masukan kembali kedalam botol kecil, tutup dengan plastik dan dibiarkan hingga dingin.
- Kemudian di inokulasi selama 24 jam, bila telah terbentuk gelembung-gelembung CO₂ di permukaannya atau cairannya keruh. Stater tersebut siap digunakan.

- Tuangkan ke dalam cairan yang telah direbus tadi, goyangkan.
- Tutup botol tadi dengan selang pada tutupnya yang disalurkan ke dalam tabung yang berisi air untuk mengalirkan CO₂ yang terbentuk.
- Inkubasi selama 10 hari, cairan akan berwarna ke coklatan dan keruh.
- Ke dalamnya di beri 1 literan di tambah 1 putih telur, kocok hingga berbuih dan aduk.
- Rebus sampai mendidih kemudian disaring untuk memisahkan kotoran dalam cairan buah.

Pembuatan anggur ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- Kandungan gula dalam cairan buah
Selama fermentasi diperlukan penambahan gula 5-10%.
Kandungan N dalam cairan buah dengan penambahan 0,1% ammonium posfat.
- Keasaman diatur
- Temperatur 30⁰C

Beberapa makanan hasil fermentasi dan mikroba yang aktif melakukan fermentasi.

Tabel 7.2 Produk Hasil Fermentasi

Macam makanan	Buah Utama	Mikroba yang aktif
Kecap	Kedelai	<i>Aspergillus oryzae</i> <i>A. flavus</i> <i>A. niger</i> <i>A. wenti</i> <i>Rhizopus sp</i> <i>Zygosaccharomyces sp.</i>
Keju	Susu	<i>Penicillium regueforti</i>

Oncom	Bungkil kacang tanah	<i>P. camemberti</i> <i>Neurospora sitophila</i> <i>N. crasa</i>
Tape	Ketela pohon, beras ketan	<i>Aspergillus oryzae</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>S. ellipsoides</i> <i>Endomycopsis fibuligera</i> <i>Zygosaccharomyces sp</i>
Tauco		<i>Aspergillus oryzae</i> <i>Rhizopus stoloniferus</i>
Tempe	Kedelai	<i>R. oryzae</i> <i>R. stoloniferus</i> <i>R. oligosporus</i>
Tempe bongkrek	Kedelai	<i>R. oryzae</i> <i>R. arrhizus</i> <i>R. oligosporus</i> <i>R. nodosus</i>
Anggur	Bungkil kelapa	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>S. ellipsoides</i>
	Buah-buahan (anggur, nanas, jambu, dll)	

D. JAMUR-JAMUR PENGHASIL ENZIM

Enzim adalah protein yang dihasilkan oleh sel hidup yang berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat suatu reaksi. Enzim dapat dihasilkan oleh suatu mikroorganisme diantaranya oleh beberapa jenis jamur. Jumlah yang dihasilkan dan diekskresikan ke dalam medium memungkinkan untuk mengumpulkan enzim tersebut serta memekatkan untuk penerapan dalam industri. Beberapa diantara enzim ini ialah pektinase, invertase, amylase dan protease. Amylase

menghidrolisis pati menjadi dextrin dan gula, dan digunakan untuk membuat lem dan bahan perekat, melepaskan perekat dari tekstil, menjernihkan sari buah, membuat bahan-bahan farmasi dll. Invertase menghidrolisis sukrosa menjadi campuran glukosa dan levulosa dan banyak digunakan dalam pembuatan gula-gula dan sirop yang tidak dapat dikristalkan dari sukrosa. Protease digunakan terhadap kulit untuk memperhalus tekstur dan uratnya, perekat, pembuatan bir, dan digunakan bersama sabun untuk mencuci pakaian. Pektinase digunakan untuk menjernihkan sari buah dan juga menghidrolisis pektin dalam batang tanaman rami guna membebaskan serat-serat selulosa untuk membuat kain linen dan karung goni.

Beberapa Contoh Jenis Jamur Penghasil Enzim :

1. *Saccharomyces italicum*.

Class : Ascomycetes
Sub Class : Hemiascomycetes
Ordo : Endomycetales
Famili : Saccharomycetaceae

Spesies ini digunakan untuk fermentasi gula dengan memproduksi CO₂ dan alkohol dan juga merupakan sumber vitamin. Enzim intraseluler yang dihasilkannya adalah maltase dan glukosidase. Sintesis tersebut diinduksi oleh maltosa dan ditahan oleh glukosa. Untuk memperbaiki produksi maltase oleh *S. italicum* maka manipulasi lingkungan terhadap rata-rata pertumbuhan, kelompok makanan dan kultur yang kontinyu dapat dilakukan untuk pengaturan sintesis enzim. Carbon membatasi frekwensi rangsangan pertumbuhan produksi katabolik penahan enzim.

2. *Volvariella volvacea*

- Class : Basidiomycetes
- Sub Class : Eubasidiomycetes
- Ordo : Agaricales
- Famili : Agaricaceae

V. volvacea disebut sebagai jamur merang, jamur padi atau jamur cina. Jamur ini banyak dibudidayakan. Tubuh buahnya basidiocarp yang mengandung gelatin, dan ada yang berguna untuk makanan. Basidiospora dibentuk di dalam basidium dan dikeluarkan sebelum tua. *V. volvacea* dapat tumbuh pada suhu 25-40⁰C, dan pertumbuhan maksimum pada suhu 37⁰C. jamur ini menghasilkan enzim protease dan dapat diisolasi pada cawan Petri dengan media skim milk agar. Pada percobaan yang telah di lakukan ternyata *V. volvacea* adalah organisme yang miskin lignoselulolitik. Dengan kata lain jumlah produksi dari enzim selulose dan lignase yang di hasilkan jamur ini hanya sedikit.

3. *Lipomyces cononenkoae*

- Class : Ascomycetes
- Sub Class : Hemiascomycetes
- Ordo : Endomycetales
- Famili : Saccharomycetaceae

L. cononenkoae merupakan ragi yang menghasilkan suatu enzim extraseluler yaitu isomylase yang memungkinkan tumbuh pada tepung dengan hasil biomasa yang tinggi. Isomylase ragi mempertinggi amyololisis dari amylopektin dan glycogen, dan menghidrolisis substrat-substrat ini menjadi maltose, ketika di gabungan dengan amylase, namun tidak bekerja pada dextran atau pullulan.

4. *Agaricus bisporus*.

- Class : Basidiomycetes
 Sub Class : Holobasidiomycetes
 Ordo : Agaricales
 Famili : Agaricaceae

Jamur ini merupakan jamur yang paling populer sebagai makanan di Negara barat. Species dari *Agaricus* umumnya beracun bagi beberapa orang yang sensitif. *A. bisporus* juga menghasilkan laccase extraseluler. Produksi extraseluler laccase merupakan suatu cirri yang umum dari beberapa fungi Basidiomycetes yang lebih tinggi, terutama di hubungkan dengan kebusukan kayu atau tahap akhir dekomposisi seresah daun. Selain itu jamur ini juga menghasilkan endoselulose extraseluler. Produksi endoselulose extraseluler ini ternyata bersamaan dengan pertumbuhan miselium dari jamur ini. Jamur ini di kulturkan pada media yang mengandung mikrokristalin cellulose. Beberapa fungi Basidiomycetes yang lebih tinggi yang menghancurkan kayu, menghasilkan satu atau lebih extraselules selulase.

Tabel 7.3 Jamur-Jamur penghasil enzim yang penting.

<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>P. cammembertii</i>
Amilase	Amilase	Amidase
Cellobiose	Amidase	Amilase
Emulsin	Cytase	Emulsin
Gentianase	Dextrinase	Erepsin
Gentiobiase	Emulsin	Inulase
Inulase	Glucosidase	Invertase
Invertase	Histozyne	Lactase
Lipase	Inulase	Maltase
Maltase	Invertase	Nuclease

Melezitase	Lactase	Protease
Nuclease	Lecithinase	Raffinase
Protease	Lipase	
Raffinase	Maltase	
Tannase	Protease	
Zymase	Rennet	
	Sulfatase	
	Tannase	

E. JAMUR YANG BERPERAN DALAM BIDANG INDUSTRI OBAT-OBATAN

Dalam dunia kehidupan jamur harus mampu berkompetisi di dalam lingkungannya. Sifat kompetitif ini menghasilkan suatu excreci metabolit yang kita kenal dengan antibiotik yaitu suatu anti kehidupan organisme lain di luar tubuhnya, umumnya hal ini berlaku untuk bakteri dan jamur. Sebagian besar jamur-jamur yang berperan dalam industri obat-obatan di manfaatkan sebagai bahan antibiotik. Selain itu ada pula yang digunakan sebagai fungisida dan bahan campuran jamu-jamuan contohnya supu kakabu di Indonesia. Jenis jamur lain ada yang di sejajarkan dengan tanaman penyebab halusinasi contohnya *Clytocybe*, sehingga di larang dijual bebas.

Contoh jamur lain adalah Shiitake yang mengandung lentinan, yaitu senyawa yang dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah, serta berkhasiat pula sebagai anti virus. Peranan jamur yang paling penting di dalam dunia farmasi yaitu setelah Dr Alexander Fleming (1929) menemukan Penicilin dari bahan jamur *Penicillium notatum*. Setelah itu banyak jenis jamur penghasil antibiotika, kemudian di coba dan di temukan asam aspergilat dari *Aspergillus flavus*, klavisin dari *Aspergillus clavatus*, fumasin dari

Aspergillus fumigatus dan patulin dari *Penicillium patulum*.

ANTIBIOTIKA

Antibiotika adalah suatu golongan zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme atau bahan hayati yang kerjanya antagonis terhadap mikroorganisme lain (Waksman, 1994) pada konsentrasi 100 um/ml atau kurang (Deacon, 1984). Antibiotika banyak di hasilkan oleh species fungus biasa, tetapi kebanyakan di peroleh dari macam-macam bakteri mirip fungus yaitu golongan Actinomycetes dan sedikit sekali yang dihasilkan oleh bakteri asli, kecuali yang di hasilkan oleh Bacillus.

Tabel 7.4 Produksi Antibiotika Komersil Yang Penting

Kel. Organisme	Jumlah Antibiotik yang dihasilkan	Jumlah Antibiotik yang di gunakan
Fungus	772	8
Actinomycetes	2078	72
Bakteri	372	10
Tumbuhan hijau dan hewan	854	0

Tabel 7.5 Distribusa Taksonomi Antibiotika Yang Dihasilkan Fungus

Fungus Group	Jml. Antibiotika yang terditeksi
Myxomycota / Myxomycophyta	4
Eumycota / Eumycophyta	14

1. Mastigomycotina dan Trigomicotin	61 140
2. Ascomycotina / Ascomycetes	123
3. Bsidiomycotina / Basidiomycetes	115 46
4. Deuteromycotina a. Penicillium b. Aspergillus c. Fusarium d. Trichoderma	13

Tabel 7.6 Contoh Jamur Penghasil Antibiotika

Antibiotika	Jamur penghasil	Aksi terhadap	Tempat aksi
Penisilin	<i>P. Notatum</i> <i>P. chrysogenum</i>	Bakteri gram –	Sintesis Dinding
Cephalosporin	<i>Cephalosporium sp</i>	Bakteri	sel
Griseofulvin	<i>P. griseofulvum</i> <i>P. nigricans</i> <i>XVI. Usticæ</i>	gram + Bakteri gram +	Idem Spindle Mitosis
Fusidik acid	<i>Fusarium coccineu</i> <i>Mucor</i>	Fungus	Ribosom
Patulin	<i>ramannianus</i>		
Fumagilin	<i>P. padulum</i>	Bakteri	Respirasi
Ristocetin	<i>A. fumigatus</i>	gram +	
Synnematin B	<i>Nocardia lurida</i> <i>Cephalosporium</i> <i>Balmosynnematum</i>	Fungus	

Antibiotika sukar dideteksi di lingkungan alamiah karena antibiotik dapat langsung ia bsorpsi ke dalam material

lingkungan misalnya tanah, di samping itu organisme harus dalam keadaan tumbuh sebelum ia memproduksi antibiotika. Jika tidak antibiotik akan sulit untuk di lihat keberhasilannya.

Produksi antibiotika adalah bentuk antagonis yang berperan secara langsung, meliputi parasit dan predasi, serta kompetisi yang berpengaruh secara langsung dalam memperoleh kebutuhan hidup.

Tabel 7.7 Beberapa Antibiotik Antifungi

Antibiotika	Di bentuk oleh	Efektif terhadap
Actinone	<i>Streptomyces sp.</i>	Saccharomyceter sp. Trichophyton sp.
Amphotericin	<i>Streptomyces sp.</i>	Histoplasma capsulatum Jamur pathogen lain
Antimysin A	<i>Streptomyces sp.</i>	Yeast dan jamur benang
Antimycosin		Fungi
Ascocin	<i>Streptomyces sp</i>	Yeast, <i>S. cerevisiae</i>
Cacaomycetin	<i>S. aureus</i> <i>S. canscus</i>	a.niger Ascomycetes
Cabdisidin	<i>S. cacaoi</i>	Phycomycetes
Shromin	<i>S. griseus</i>	Yeast, <i>Cabdida albicans</i> Yeast dan jamur benag
Eulicin	<i>S. antibioticus</i>	I.Niger, jamur pathogen
Fradicin	<i>S. noursei</i>	Lain
Griseovulvin	<i>Streptomyces sp</i> <i>S. fradiae</i>	Macam-macam jamur phtyphatogenic molda dan
Mycetin	<i>P. grsieovulvum</i>	Jamur lain
Mycomycin	<i>S. roseoflavus</i> <i>Nocardia acydiphylus</i>	Jamur benang Beberapa jamur

URAIAN BEBERAPA ANTIBIOTIKA PENTING

1. Penisilin

Penisilin pertama di temukan pada jamur *penicillium notatum*. Walaupun untuk produksi di ambil dari *Penicillium chrysogenum*. Penisilin merupakan molekul kompleks 6-Aminopenicillannic acid (6-APA). Molekul dasarnya terdiri dari 2 asam amino yaitu *cystein* dan *valine*.

Pada proses biosintesis penicillin terjadi penyusunan asam L-aminoadipik, cystein dan valine yang di lakukan oleh aksi dari enzim asil tranferase. Asam L-aminoadipik diganti oleh sebuah group asil, biasanya oleh asam perenil asetat, penicillin 6 pengganti asam aminoadipik.

Adapun bermacam group asil menyebabkan adanya perbedaan sifat penicillin yang melibatkan spectrum antibiotika ini. Tetapi ditemukan juga bahwa organisme yang mampu menghasilkan penicillin asilase yang meluluhkan penicillin menjadi 6-APA.

Metode-metode untuk memproduksi penicillin meliputi 3 tahap :

1. Produksi penicillin 6 atau 5 dan lain-lain oleh *Penicillium chrysogenum*.
2. Degradasi penicillin oleh penicillin asilase menjadi 6-APA.
3. Penambahan group asil yang spesifik.

Ampicillin dan Carbonicillin adalah derivate yang sering digunakan di dalam terapi kimia. Ampicillin alami hanya aktif melawan bakteri gram positif saja.

Pada produksi secara industri biasanya dilakukan pada batch culture, dimana akumulasi penicillin selama dehelelasi ada awal fase tetap. Pada proses ini substrat glucosa selalau harus di tambahkan pada tiap fase dan secara hati-hati harus dikontrol aerasi dan pH, untuk memelihara molekul penicillin

yang cenderung terurai pada pH di atas 7,5.

Proses ini dapat berlangsung terus walau kadar glukosa rendah tetapi kadar glukosa tinggi menghambat sintesis penisilin. Penisilin digunakan untuk melawan bakteri pada endocarditis, mastoiditis, gonorrhoea, infeksi lokal dan pneumonia.

Hasil kerja Arnsten dan ahli-ahli lain menyatakan bahwa kompleks asal penisilin-penisilin adalah Cephalosporin N, yang dapat tertimbun dalam jumlah beberapa saja, atau dihidrolisa menjadi 6-APA atau menghasilkan penisilin benar oleh “acyl exchange”. Cephalosporin C adalah salah satu hasil alternatif dari perputaran. Jadi jelas biosintesis penisilin bergantung pada keberadaan asam-asam amino asalnya dan dari precursor lain pada penisilin-penisilin sesungguhnya.

Asam 2-Aminoasidipik merupakan Lysine precursor (pada jamur) dan timbul dari siklus intermediate asam tricarboxylic dengan cara yang belum dimengerti. Karena pergantian dan reaksi hidrolisis dari Cephalosporin N keberadaan dari 2-Aminoasidipik tidak memerlukan batasan jumlah dari sintesis penisilin-penisilin, tetapi beberapa penyaluran dari asam ini adalah esensial (penting).

Cephalosporin adalah salah satu antibiotika peptida yang dihasilkan dalam kultur sel-sel mikroba yang menyelesaikan fase akhir pertumbuhannya dengan cepat. Dalam beberapa hal dinyatakan bahwa produksi antibiotika berkelanjutan atau semakin meluas, dimana sintesis protein dihambat. System cincin 3-lectam-dihydrothiazine dalam cephalosporin C melengkapi contoh struktur biogenesis yang sama dengan cincin thiazoline pada bacitracin yang dibentuk oleh kondensasi dalam satu ujung N rangkaian isoleucysteinyl.

Sebagai tambahan pada penisilin N, Cephalosporium sp.

menghasilkan cephalosporin C yang berisi rantai samping yang sama seperti penicillin N, tetapi system cincin 3-lactam-dihydrothiazine terletak pada sintesis cincin 3-lectam-thiazolidine dalam penisilin-penisilin 67.

Struktur tersebut dapat di bagi dalam unit-unit D-Z-aminoadipic acid, L-cysteine dan 4-acetony-2, 3-dehydrovaline 68. Eksperimen-eksperimen dimana ¹⁴C-labelled DL- amino acid dan 1-¹⁴C-acetat ditambahkan pada fermentasi berasal dari asam Z-amoniadipic, systeine, valine dan acetate (69,70,71). Biosintesis cephalosporin C dan penisilin N tampak muncul mengikutinya pada cara pertama, tetapi secara detail dimana proses ini diselesaikan menjadi bagian-bagian hanya merupakan perkiraan tanpa bukti penelitian lebih lanjut.

Pergantian oksidan dalam sisa-sisa valine diperlukan untuk membentuk bagian formasi 2, 3-dehydro-4 acetoxyvaline dari cephalosporin C dimulai dari bentuk valine itu sendiri atau ditunda-tunda sampai sintesis penisilin N lengkap. Penambahan sejumlah asam-asam pada peragian mengharapakan munculnya raga dari cephalosporin C. Pengaruh utama dari methionine tampak pada sintesi enzim selama pertumbuhan sel sebelum fase pembentukan antibiotika dimulai dan methionine dapat di gantikan dengan struktur analognya, norleucine. Isomer-isomer D sangat efektif. Efeknya pada degradasi cysteine menjadi piruvat dan untuk sintesi cephalosporin C.

2. Griseofulvin

Griseofulvin dihasilkan oleh galur-galur spora tinggi dari spesies *Penicillium* dalam kelompok *griseofulvin/patumum/nigricans*. Griseofulvin adalah produk utama dari rangkaian-rangkaian biokomia sebagai kompleks yang diisolasi, dengan

C16 ketone dan griseophone C.

Mc Master dan para pengikutnya telah mengisolasi derivat benzenone, yaitu xanthone dan dehydrogriseofulvin, seluruhnya berhubungan dengan pembentukan griseofulvin. Dihipotesiskan bahwa salah satu dari asam-asam hidrobenzoic berasal dari 6-methylsalicylate dibangun lebih lanjut oleh penambahan ketosyl, yang memunculkan precursor-precursor, baik asam fulvic atau griseofulvin. Ide ini didasarkan atas observasi bahwa *Penicillium brefeldianum* membentuk asam fulvic bila ditumbuhkan dalam medium Czapek-Dox, tetapi akan membuat griseofulvin bila ditumbuhkan dalam medium Raulin-Thom. Perbedaan utama di antara kedua medium adalah komposisi dan keseimbangan dari garam-garam anorganik. Pada gilirannya dapat ditransferasikan enzim-enzim tertentu ke dalam asam fulvic, atau dapat di masukan ke dalam precursor methoxybenzophenone dari griseofulvin. Observasi Rhodes menyokong pendapat tersebut, bahwa penambahan aminopterin pada *P. griseofulvin* mengakibatkan akumulasi dari 6-methyl-salisylate yang dapat terbentuk tanpa griseofulvin.

Akhirnya observasi Simonart dan De Lathouwer menyatakan bahwa galur *P. griseofulvin* Biourge yang terakumulasi bahwa dalam jumlah besar sebagai patulin selama 9 hari kultur stasioner, secara bertingkat memperlihatkan penurunan konsentrasi dari deteksi oleh kertas kromotografi. Mikroorganisme ternyata mampu mengubah semua glukosa dengan cara formal sementara 6-methylsalisylate dan patulin dalam miselium, karbondioksida dan air. Fenomena ini adalah awal studi enzim dan mekanisme pengaturan.

3. Patulin

Penggunaan ekstrak kasar penisillia memperlihatkan inkorporasi radioaktif ^{14}C -Acethyl CoA dalam patulin, pembentukan labeled 6-methyl salicylate dari 2- ^{14}C -malonyl CoA ke dalam asam tropolon stipitatic, terjadi secara in vitro. Pembentukan metabolik aromatik ini meliputi partisipasi dari derivat – polyketomethylene CoA, yang mungkin melibatkan sejumlah proses enzimatik yang belum di kenal.

Proses-proses biosintesis meliputi dekarboksilasi dari 6-methylsalicylic acid atau orsellinic acid. Gatenbeck dan Lonroth menyatakan bahwa gensitic acid dibentuk dalam kultur patulin dari *P. urticae* yang didapat dari mekanisme polycetate, tidak melalui mekanisme shikimic acid.

Sebagian besar antibiotika dikenal sebagai kelompok-kelompok dari persamaan dalam struktur dasar umum, dan berbeda dalam beberapa molekulnya. Perbedaan variasi antibiotika yang dihasilkan oleh suatu produksi galur disebutkan juga karena mutasi. Contohnya : Ultra violet menginduksi mutan *P. chrusogenum* dengan inkorporasi p-hydroxyphenyl-acetic acid. Mutan *Streptomyces cimonus* menghasilkan jumlah dominan 2-acetyl-2-dekarboxamidooxytetracycline dan oxytetracycline dengan kadar rendah.

Banyak jenis obat serta vitamin yang diproses secara biologis dengan menggunakan jamur atau ragi. Jenis ergot (*Claviceps purpurea*) merupakan jenis penghasil obat keperluan obstetrika. Sebelumnya jenis jamur ini merupakan penyakit pada gandum. Ergot merupakan sumber bahan obat-obatan yang berkhasiat tinggi serta luas pemakaiannya, karena di dalamnya terkandung banyak senyawa alkaloid bermanfaat seperti argotinin, asam argotinat, kromatin, sparelotoksin,

ergabasin, ergastetrin, ergometrin dan ergatosin.

BAB 8

MIKOLOGI KESEHATAN

A. PERANAN JAMUR DALAM BIDANG KESEHATAN

Peranan Jamur dalam bidang kesehatan ada yang merugikan ada yang menguntungkan. Yang menguntungkan antara lain adalah dalam bidang industri obat-obatan. Sedangkan yang merugikan adalah jamur-jamur yang menyebabkan penyakit atau yang mengeluarkan zat-zat yang bersifat racun.

Pada bab ini akan dibicarakan khusus jamur-jamur yang merugikan yaitu yang menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan serta jamur-jamur beracun.

1. Jamur Panyebab Penyakit

Penemuan jamur penyebab penyakit sebelumnya dipelopori oleh PASTEUR dan KOCH yang mengerjakan bakteri pathogen pada manusia setelah itu dilakukan penyelidikan sejak abad kesembilan belas di Negara Eropa. Pelopor seperti Remark (1837) Schlein (1839) yang mempelajari jamur penyebab Favus di Berlin. Grubby (1642) di Paris yang menemukan jamur pada kulit. Kemudian De Bary dan Duxlaux (1886) dalam usahanya membiakan jamur dari kulit, tetapi hanya berhasil mengisolir yang saprofit. Verusjky (1887) seorang murid dari Duxlaux menerangkan bahwa ia telah menemukan suatu perbenihan yang dapat dipergunakan untuk menanam jamur pathogen dari kulit. Kemudian Sabouraud (1887) juga telah menemukan perbenihan yang cocok untuk jamur pathogen dan sampai sekarang masih di pakai. Perbenihan tersebut dinamakan “Perbenihan Sabouraud”. Ternyata menurut Conant dan kawan-kawan dan

Dodge perbenihan ini adalah yang paling cocok dengan tumbuhnya jamur pathogen dibandingkan dengan perbenihan lain.

Penyakit dermatomikosis (Athlete'sfoot) telah lama di kenal misalnya Pelburry Fox, Pellezari (1888), Withfield (1908), tetapi jamur penyebabnya baru berhasil dibiakan oleh Djelaledin Moukhtar pada tahun (1892) dan pada tahun 1910 Sabauraud membiakkan jamur penyebab penyakit tersebut. Penyakit dermatomikosis di Indonesia merupakan masalah yang penting dan banyak macamnya, antara lain disebutkan oleh Kouwenar dalam bukunya: Kurap (Eczema Maginatum atau Tinea Cruris), Kurap besi atau kaskado (Tinea Imbricata), Panu (Tinea Versicolor), Favus (Tinea Favosa atau Tinea Capitis), dan Tinea Corporis.

2. Penyakit Jamur/Mikosis

Penyakit jamur atau mikosis adalah suatu penyakit kronis menahun, yang menyebabkan infeksi yang lama dan hebat terhadap manusia dan hewan, yang memerlukan suatu perhatian yang khusus. Istilah mikosis pertama-tama digunakan oleh Virchow.

Cara pemberian nama untuk penyakit yang di sebabkan jamur atau mikosis ada beberapa macam. Cara pembagian yang tetap menurut Liberro Ajello (1951) yaitu :

1. Menurut letak bagian tubuh yang terinfeksi
 - a. Superficial mikosis, yaitu jamur yang menginfeksi bagian luar dan kulit yang termasuk golongan ini adalah:
 1. Erythrasma
 2. Tinea Versicolor (PItyriasis Versicolor)
 - b. Cutaneous mikosis adalah mikosis yang menyebabkan

infeksi kulit yang lebih dalam dari infeksi superfisialis.
Contoh : Candidiasis, Tinea capitis, Tinea corporis, dan Tinea imbricata.

- c. Subcutaneous mikosis adalah penyakit jamur yang menyebabkan infeksi pada daerah subcutan dari kulit dan kebanyakan merupakan borok-borok penonjolan dari pembuluh darah.
 - d. Systemik mikosis adalah penyakit jamur atau infeksi jamur pada organ-organ atau jaringan di dalam tubuh misalnya paru-paru, ginjal dan lain-lain.
2. Menurut organ atau jaringan yang sakit.
- a. Dermatomikosis, infeksi jamur pada kulit, yang termasuk dalam golongan ini adalah Superfisial mikosis dan Cutaneus mikosis.
 - b. Onikomikosis, infeksi jamur pada kuku
 - c. Bronchomikosis, infeksi jamur pada organ pernafasan
 - d. Pulmomikosis, infeksi jamur pada paru-paru
 - e. Otomikosis, infeksi jamur pada telinga
3. Pembagian menurut patogenitasnya.
- a. Actinomicosis, penyakit jamur yang disebabkan oleh jamur dari golongan Actinomytes.
 - b. Mucor-mikosis, disebabkan oleh jamur dari golongan Mucorales.
 - c. Penicilloisis, mikosis yang disebabkan oleh jamur dari genus Penicillium.
 - d. Aspergilloisis, mikosis yang disebabkan oleh Aspergillus.

B. DERMATOMIKOSIS

Dermatomikosis adalah infeksi jamur pada tangkai rambut, kuku dan stratum corneum (kulit). Pernyataan menurut klinis disebut: Ringworm, Athletsfoot, Jockey Itch, atau Barber Itch. Dermatologis menyatakan sebagai Tinea.

Pembagiannya sebagai berikut:

1. Tinea capitis

Sinonimnya: Tinea tonsurans, Herves tonsurans, Ringworm of the Scalf.

Penyakit ini merupakan infeksi jamur pada stratum corneum dari kulit kepala dan rambut. Umumnya pada anak-anak. Sifat-sifatnya: Kulit pecah-pecah seperti sisik, dermatitis, rambut pecah-pecah, timbul pada masa puber.

Penyebabnya adalah Mikrosporium dan Trichopython.

Pengobatannya sukar dan tidak memuaskan: Kulit kepala dicuci tap hari dengan menggunakan sabun dan air sampai sisik-sisik dan kerak-kerak kulit hilang. Kemudian diolesi dengan obat-obat sebagai berikut: Sopronol, Desenex, Salicyl sulfide zalf atau Amoniated merkuri zalf 5%. Bila terjadi infeksi sekunder dikompres dengan larutan garam hangat. Sulfur 3% dan salicylic acid 3% dalam Petrolatum di campur dengan Amoniated mercurizalf sebagai obat tambahan. Sisir, sikat rambut dan lain-lain harus disterilkan lebih dahulu sebelum dipergunakan. Griseovulvin merupakan antibiotika yang dapat di minum, untuk infeksi yang di sebabkan oleh Dernetophyta, Trichophyton, Micropsorium dan Epidermophyton.

2. Tinea favosa

Sinonim: Favus

Penyakit ini merupakan infeksi jamur pada kulit kepala,

badan dan pada kuku, terutama pada anak-anak yang dapat bertahan sampai dewasa. Penyakit ini kelihatan seperti borok yang kekuning-kuningan. Penyebabnya: *Trichophyton schoenleinii*. Pengobatan dan pencegahan sama dengan pada tinea capitis.

3. **Tinea barbae**

Sinonim: Tinea sycosys, barbers itch, ringworm of beard.

Penyakit ini merupakan infeksi jamur pada daerah janggut dan leher manusia, kadang-kadang kulit, rambut dan rambut folikel. Penyakit ini juga merupakan penyakit yang kronis. Penyakit ini juga menyerang unta dan menular pada manusia bila terjadi kontak langsung dengan unta-unta yang terinfeksi. Penyebab penyakit : *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton violaceum* dan *Microsporum canis*.

Infeksi terhadap unta disebabkan oleh *Trichophyton mentagrophytes* atau *Trichophyton verucosum*. Pengobatan dengan ammoniated mercury 3% atau jodium tinctur. Pengobatan untuk penyakit yang sudah kronis sangat sukar, dikompres dengan larutan Burrow (1:15), larutan Vlemnick (1:33) atau larutan garam hipertonic, sehari dua kali selama setengah jam. Antibiotik dan sulfanilamide dapat di gunakan untuk mencegah infeksi skunder yang disebabkan oleh bakteri. Griseovulvin digunakan untuk pengobatan melalui oral.

4. **Tinea cruris**

Sinonim : Dhobie itch, eczema marginatum, ringworm of the groin, crotch ictch, jochyitch.

Penyakit ini merupakan infeksi jamur supervisial, terutama pada lipatan paha.

Penyebab utama: *Epidermophyton floccosum* dan jarang

yang di sebabkan *Trichophyton*.

Sifat-sifat klinis: daerah yang terinfeksi kelihatan berwarna kecoklat-coklatan atau kemerah-merahan, permukaannya bersisik. Infeksi dapat meluas, terutama kebagian bawah tubuh yaitu bagian scrotum dan perineum.

Pengobatan: Dikompres dengan Kalium permanganate 1:4000, pada malam hari. Kemudian dibubuhi dengan Whithfield's zalf 1/4-1/2 padat atau sodium propionate zalf. Pragmatar zalf dapat digunakan di samping Whithfield's zalf. Talk yang mengandung calcium propionate 15%. Griseovulvin sebagai antibiotic melalui oral.

5. *Tinea circinata*

Sinonim : *Tinea corporis*, *Tinea glabrous*, *Trichophytosis*, Ringworm of the body.

Penyakit ini merupakan infeksi superficial dengan granulomatous atau terjadi pengerakan dari kulit dan diiringi dengan gejala gatal. Penyebab : *Trichiphyton* dan *Microsporum* Sifat-sifat klinis: Mula-mula daerah yang terinfeksi berpapula denagn rata dan berwarna kemerah-merahan.

Pengobatan: Whithfield's zalf setengah padat digosokan pada daerah tersebut, 2 atau 3 kali sehari. Ammonia mercury 5%, 2 sampai 3 kali sehari. Jodium tinctuur 1/4-1/2 padat. 2-3 kali sehari, di samping zalf-zalf di atas. Griseovulvin, melalui oral.

6. *Tinea imbricata*

Sinonim: Tolelau, Burmese ringworm, Malabar itch.

Penyebabnya: *Trichophyton concentricum*. Sifat-sifat klinis: Mula-mula daerah yang terkena penyakit ini kelihatan

kecoklat-coklatan atau kemerah-merahan pada bagian periphernnya, kulit bersisik dan bagian sentralnya agak halus.

Bentuknya bulat-bulat dan meluas, antara bulatan-bulatan terdapat jarak antara 1/8-1/2 inch atau 1/2 sampai 1 cm. Pengobatan : Chrysarobin zalf 5-10%, Recolcinol 12-25% dalam campiran dengan benzoin tinctuur, 1 kali sehari atau 1 kali dalam 2 hari. Griseovulvin.

7. Tinea Versicolor

Sinonim : Pityriasis versicolor, Achromia parasitaria.

Penyakit ini merupakan infeksi jamur yang hampir menyeluruh pada kulit bagian superficial dari badan. Penyebabnya: *Mallazezia furfur*. Penyakit ini di namakan juga Tinea flava oleh Castellani, Achromia parasitica oleh Pardo Castello dan Dominguez.

Sifat-sifat klinis: terdiri dari macular yang tidak jelas, terutama pada kulit bagian bahu, dada, punggung dan axilliae. Bagian yang terinfeksi kelihatan bersisik, yang diikuti dengan pigmentasi untuk sesudah beberapa minggu atau bulan.

Pengobatan : Dibersihkan dengan Sodium hyposulfite 15%, 2 kali sehari atau dengan pragmatar zalf 2 kali sehari, Sulfur 3% dan Salicyl acid 3 dalam petrolotum zalf, pada tiap malam. Setiap mandi bagian-bagian sisik tersebut di gosok atau dihilangkan.

C. OTOMYCOSIS

Sinonim : Singapore ear, Myringomycosis

Penyakit ini menyerang daerah telinga dan umumnya terdapat di daerah tropic dan juga di daerah yang berangin kuat dan berdebu. Penyebabnya : Banyak jamur-jamur yang saprofit diisolasi dari infeksi ini. Tetapi penyakit ini pertama-

tama disebabkan oleh bakteri. Sifat-sifat klinis : penyakit ini jarang di dapat dan menyerang bagian kulit dari external auditory canal dan terdapat bermacam-macam fenomena klinik kulit di daerah tersebut kelihatan merah dan bersisik, membuat suatu permukaan yang membingungkan dengan seborrhea. Pada tingkat lain karena tertutup dengan mycelia yang berwarna kelabu, yang mempunyai permukaan yang basah seperti kertas kembang kelabu. Pada pemeriksaan langsung dengan KOH 10%, akan terlihat Candida, selain itu juga di sebabkan oleh Aspergillus dan Penicillium.

Pengobatan : Dikompres dengan kain wol dengan thymol 1% dalam cresin selama 12 jam. Salicyl acid 3% dalam alkohol 70%, 2 kali sehari. Dibersihkan dahulu dengan larutan hydrogen peroksida, kemudian dibubuhi Silver nitrat 12%, dibasahi dengan alkohol, 3 kali sehari. Tidak boleh kena air dan sabun.

D. ONYCHOMYCOSIS

Sinonim : Tinea unguium

Penyakit ini menyerang kuku. Pengobatan penyakit ini yaitu dengan menempelkan kertas yang di celupkan terlebih dahulu dalam kalium permanganate 1: 4000, selama 1/2 jam. Sesudah itu di ulas dengan roentgen dengan dosis (75 gr) pada interval 4 sampai 6 minggu, akan menolong dalam pengontrolan terhadap onychomycosis.

E. DERMATOPHYTOSIS

Sinonim: Trichophytosis, Epidermophytosis, Ringworm of the hand and foot, Hongkong foot, athletefoot. Penyakit ini tersebar di daerah tropik dan subtropik. Penyebabnya: *Trichophyton*, *Epidermophyton floccosum* dan *Candida*

Albicans.

Infeksi umumnya tersebar, jamuranya resisten dan banyak terdapat pada sepatu atau kontaminasi dari benda-benda lain, misalnya handuk, pakaian yang kurang bersih, atau kontak langsung dari individu masing-masing. Temperatur hangat, iklim yang lembab dan kaki yang lembab merupakan faktor yang baik untuk penularan.

Sifat-sifat patologisnya: Infeksi ini terutama pada lapisan lesions. Pada tingkat yang akut dinyatakan dengan erythema (bintik-bintik merah), bersisik dan kulit pecah-pecah.

Sifat-sifat klinisnya: Daerah interdigital terutama antara jari-jari ketiga, keempat dan kelima yang biasa terinfeksi. Daerah tersebut terlihat adanya erythema yang sederhana dan bersisik, dan kadang-kadang terjadi infeksi sekunder dari bakteri. Pada infeksi yang kronis, kulit kelihatan menebal putih dan mengelupas.

Pengobatan : untuk penyakit yang kronis

- Dikompres dengan Kalium permanganate 1:4000, selama ½ jam setiap hari, sehingga Keropeng-keropeng, sisik-sisik dan kulit yang mati terkelupas.
- Whithfield's zalf 1/2 padat, Sopronol, Desenex atau Salicylic zalf. Kemudian keeseokan harinya dibubuhi dengan: 15% Calcium propionate talcum powder (sopronol powder) atau Desenex powder penuh.
- 1% lidine dan 3% Salicyl acid dalam 75% alkohol dipergunakan pada malam harinya di samping whithfield zalf ½ padat.
- Dapat di gunakan zat warna aniline dalam air atau dalam alkohol 10-20 %

Pencegahan :

Pencegahan terutama harus mendapat perhatian misalnya kulit harus selalu kering, terutama antara jari-jari. Kalau akan ke pemandian umum atau ke kamar mandi, kaki selalu beralas kaki. Pakaian, handuk dan lain-lain harus diusahakan dalam keadaan bersih. Dengan menggunakan talk yang mengandung Calcium propionate 15%, adalah lebih baik untuk mencegah terhadap penularan-penularan penyakit kulit.

F. BEBERAPA JENIS JAMUR BERACUN DAN ASPEK-ASPEKNYA.

Untuk membedakan jenis jamur beracun dan tidak sampai saat ini masih berdasarkan kepada bentuk, sifat dan keadaannya tapi masih juga sukar untuk membedakannya jika hanya memperhatikan hal-hal tersebut.

Walaupun demikian ada beberapa patokan yang bisa dijadikan pegangan, antara lain:

1. Jenis jamur beracun pada umumnya mempunyai warna mencolok, merah darah, hitam legam, biru tua ataupun warna lainnya. Walaupun ada juga jenis beracun yang mempunyai warna terang (kuning muda) atau putih sekali pun.
2. Jenis jamur neracun dapat menghasilkan bau yang menusuk hidung (H_2S) ataupun bau amoniak.
3. Jenis jamur beracun mempunyai cincin atau cawan. Walaupun ada yang sebaliknya, seperti jamur merang mempunyai cawan dan jamur kompos (mushroom) mempunyai cincin.
4. Jenis jamur beracun umumnya tumbuh pada tempat-tempat yang kotor, tempat pembuangan sampah, kotoran kandang dan sebagainya.
5. Bila jamur tersebut dikerat pisau dari perak maka akan

terbentuk warna hitam atau biru.

6. Cepat berubah warna jika di masak atau di panaskan.

Senyawa racun yang umumnya didapatkan pada jenis-jenis jamur beracun di antaranya adalah :

1. Kholin, yaitu racun yang paling berbahaya dan daya bunuhnya sangat kuat. Senyawa ini di miliki oleh Amanita, Lepiota dan sebagainya.
2. Muskarin juga merupakan senyawa yang berbahaya, hanya dengan dosis 0,003-0,005 gram sudah dapat mematikan manusia.
3. Falin
4. Atropin
5. Asam Helvelat

Beberapa Jenis Jamur Beracun dan Beberapa Aspeknya

1. *Aspergillus flavus*

Aspergillus flavus termasuk dalam class Ascomycetes dan di seluruh dunia terutama di daerah tropik dan subtropik karena kelembabannya. Jamur ini memproduksi suatu zat yang di sebut aflatoksin penyakitnya disebut aflatoksikosis. Menurut hasil penelitian di Jawa Barat aflatoksikosis. banyak terdapat pada itik dan manusia. Pada hewan dan manusia aflatoksin dapat mengakibatkan kanker hati karena tersumbatnya pembuluh vena hepatica yang bersamaan dengan terjadinya proliferasi pada saluran empedu. Hal ini mungkin terjadi karena jamur *Aspergillus flavus* ini banyak mencemari bahan-bahan makanan seperti bungkil kacang tanah, bungkil kelapa, jagung dan tepung kedelai.

Gejala klinik yang nampak adalah lemah, tidak ada nafsu makan, kurus, dan lumpuh yang di susul kemudian dengan kematian.

2. *Aspergillus parasiticus*

Sama halnya dengan *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* juga dapat memproduksi racun aflatoksin. Dari beberapa penelitian sudah di ketahui bahwa kelompok aflatoksin ini muncul sebagai kontaminan dari komoditi pertanian juga produksi pangan yang juga memiliki efek hepatocarsinogen kuat pada hewan dan manusia. Aflatoksin yang ditemukan pada beberapa jenis media dapat di pengaruhi oleh berbagai faktor seperti pH, suhu, tersedianya nutrien dan kompetisi pertunbuan dengan mikroorganisme lain. Interaksi antara sesama mikroorganisma yang tumbuh bersama dalam suatu niche ekologi yang sama bisa merubah ketersediaan nutrient dan produk akhir dari organisme-organisme tersebut. Berdasarkan hal tersebut diatas Weckbach dan Marth juga Wiseman telah berhasil memanfaatkan aflatoksin tersebut untuk hal-hal yang lebih berguna. Keberadaan aflatoksin yang di hasilkan oleh *Aspergillus parasiticus* ternyata dapat meningkatkan pertumbuhan *Lactobacillus casei* yang berguna dalam pembuatan keju. Pada garam glukosa broth *Aspergillus Parasiticus* dan *Lactobacillus casei* ditumbuhkan bersama-sama lalu di eramkan pada suhu 28⁰C selama 10 hari hasil yang didapatkan adalah :

- Jumlah *L. casei* yang bertahan hidup jauh lebih banyak dari pada bakteri tersebut hidup sendiri.
- Pertumbuhan *A. parasiticus* pada awalnya lebih cepat tapi pertumbuhan total selama pengeraman dapat dibandingkan dengan jamur yang tumbuh sendiri.
- Produksi aflatoksin lebih sedikit bila jamur tersebut tumbuh sendiri.
- Degradasi aflaktosin oleh jamur agak lebih besar dari pada

bila jamur itu tumbuh sendiri.

a. Amanita phalloides (Tudung Kematian)

Bersama dengan sejumlah jamur dari kelompok Basidiomycetes lainnya. Mengandung senyawa yang di kenal sebagai toksin protoplasma yang mampu menyebabkan degenerasi beberapa organ tubuh yang penting.

Secara klinis racun Amanita belum diketahui secara pasti sifat-sifat dan cara kerja racunnya. Paling sedikit 10 jenis toxin protoplasma telah dapat diekstrasi dari badan buah *Amanita phalloides* yang dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu phalloxin dan Amatosin. Keduanya berhubungan secara kimiawi. Yang termasuk ke dalam phalloxin adalah phalloidin dan phalloxin sedangkan yang termasuk ke dalam Amatoxin adalah amanitin.

Akumulasi phalloidin dapat menyerang membran plasma dari sel hati dan mengganggu kemampuan sel-sel ini untuk mengontrol pergerakan ion-ion. Juga dapat mengganggu membran sel lain, dapat menyebabkan organel melepaskan enzim ke dalam sitoplasma dan sel mulai mencerna diri sendiri sehingga akhirnya hancur. Bila dimasukkan dalam saluran darah pada hewan percobaan dengan alat injeksi interaperitonia akibatnya cepat terlihat.

Amanitin menyebabkan pengurangan sel-sel pada perut dan beberapa daerah usus dan bisa menimbulkan gejala awal gastro intestinal. Kerusakan yang lebih besar lagi dapat terjadi bila racun ini mencapai hati dan ginjal melalui saluran darah. Dalam waktu beberapa menit sel-sel di daerah tersebut diserang dan inti sel mulai pecah sehingga hati dan ginjal kehilangan fungsinya.

b. *Claviceps purpurea*

C. Purpurea adalah species pembentuk sklerotium yang menyebabkan penyakit yang di sebut Ergot yang umum di temukan pada rumput-rumputan liar atau yang dibudidayakan, tapi sering terjadi pada gandum. Ergot dapat menyerang lebih dari 200 species rumput-rumputan pada daerah-daerah panas di seluruh dunia. Parasit tersebut menyerang bunga-bunga rumput. Pada akhir musim panas bunga yang diserang mudah di kenal sebagai sklerotia ini jatuh ke tanah dan tetap disitu sampai mereka berkecambah pada musim semi. Selam perkecambahan setiap ergot menyebabkan tangkai yang kurus dengan ujung kepala yang kecil.

Pada rumput-rumputan yang dipanen, ergot dapat mengurangi hasil panen bukan saja secara langsung tapi juga secara tidak langsung melalui pemandulan. Tingkat kemandulan pada individu yang ditanam dapat mencapai 20%. Selain itu ergot juga dapat menimbulkan penyakit pada hewan dan manusia yang di kenal sebagai Ergotisme.

Bila hewan ternak memakan ergot dalam dosis yang cukup tinggi dapat menyebabkan regenerasi sel pada ujung arteri kecil sehingga jaringan-jaringan pada telinga ekor dan kaki menjadi mati. Ergot juga dapat mengakibatkan keguguran. Ergot dapat masuk ke tubuh hewan melalui hewan-hewan yang sedang merumput atau ketika hasil panen disimpan ergot jatuh ke tanah dan termakan hewan.

Penelitian menunjukkan dapat menimbulkan 3 gejala yaitu

:

- Diare, sakit perut dan muntah-muntah
- Ada perubahan sirkulasi karena penurunan diameter pembuluh darah terutama yang mensuplai anggota badan.
- Gejala neurologi yang di tandai dengan sakit kepala, kejang

dan gangguan psykotik.

Ergot mengandung sejumlah besar senyawa organik kompleks yang disebut Ergolin alkaloid. Dua diantaranya yaitu Ergotamin dan Ergonitin menyerang otot jaringan dan dua lainnya yaitu Ergokristin dan Ergokristinin menyerang system saraf simpatik. Spektrum gejala tergantung pada jumlah ergot yang masuk ke dalam tubuh. Struktur molekul beberapa alkaloid Ergot berdasarkan pada asam lisergat yang derivat-derivatnya dikenal sebagai halusinogenik. Selain menyebabkan penyakit derivate ergot juga dapat memberikan keuntungan bila digunakan secara benar. Pada awal abad XVI diketahui bahwa ergot dapat meningkatkan kontraksi uterus pada waktu melahirkan dan juga mempercepat proses kelahiran. Dewasa ini ergot digunakan untuk mengurangi pendarahan selama percobaan laboratorium migrain.

Beberapa contoh jenis jamur beracun lainnya yang membahayakan bila dimakan dan banyak tumbuh di lapangan antara lain :

1. Amanita, tudung coklat tua dan batang putih kotor tumbuh pada tanah berhumus
2. Lepiota, tudung, coklat hitam, batang putih kebiruan tumbuh pada tanah berhumus
3. Lactarius, tudung putih kecoklatan, putih kekuningan, dengan batang putih kuning atau kecoklatan tumbuh pada tanah berhumus
4. Coentinarius, tudung putih kuning dan batang putih, tumbuh pada tanah berhumus.
5. Russula, tudung berwarna coklat muda atau coklat tua, batang berwarna putih atau putih kotor, tumbuh pada tanah berhumus.
6. Boletus, tudung berwarna coklat atau coklat tua, batang

berwarna putih kecoklatan atau putih kotor, tumbuh pada tanah berhumus.

7. *Pholiota*, tudung berwarna coklat kuning dan batang putih kotor, tumbuh pada tanah berhumus.
8. *Phallus*, tudung berwarna hijau atau kuning tua dan batang putih kehijauan, tumbuh pada tanah berhumus.
9. *Morchella*, batang dan tudung berwarna coklat muda atau coklat keputih-putihan, tumbuh banyak pada tanah berhumus.
10. *Gyromitra*, tudung coklat tua dan batang putih kotor, tumbuh pada tanah berhumus.

BAB 9

MIKOLOGI PERTANIAN

Disebut peranan yang menguntungkan kalau kehadirannya baik secara langsung ataupun tidak langsung, menguntungkan bagi yang bersangkutan. Beberapa peran yang menguntungkan dari jamur di dalam kehidupan manusia, antara lain :

A. DI BIDANG PERTANIAN DAN KEHUTANAN

Organik tanah, misal humus, mempunyai peran yang sangat penting dibidang pertanian dan kehutanan. Karena kehadiran senyawa tersebut, minimal akan dapat mempertahankan sifat fisik tanah tersebut sehingga lebih baik. Sifat fisik tanah yang baik akan membawa banyak pengaruh terhadap tanah, misal di dalam efisiensi penggunaan pupuk, di dalam penyerapan dan penyimpanan air hujan dalam kelarutan mineral di dalam tanah dan di dalam sirkulasi udara tanah. Akibatnya maka pada tanah yang fisiknya baik, sifatnya akan tetap gembur serta tidak kekurangan air.

Organik tanah sebagian besar datang dari hasil perombakan atau penguraian jatuhan daun, sisa tanaman atau hewan serta bahan-bahan lainnya yang jatuh kepermukaan tanah oleh mikroba, khususnya oleh jamur.

Di bidang agronomi, proses perombakan sumber organik oleh jamur di dalam tanah mempunyai nilai yang sangat tinggi dan menentukan untuk keberhasilan pertanian ataupun kehutanan.

Kehadiran beberapa jenis jamur di dalam akar tanaman dengan membentuk mikoriza, yaitu asosiasi kehidupan antara

jamur dengan tanaman tersebut, ternyata mempunyai arti yang sangat penting di bidang agronomi. Karena dengan adanya jamur tersebut maka proses penguraian senyawa di dalam tanah yang dapat di hisap oleh akar semakin meningkat. Juga ada di antara jenis jamur tersebut yang mempunyai peran yang sangat penting di dalam siklus mineral tanah, seperti di dalam siklus nitrogen, karbon fosfor dan belerang.

Di bidang kehutanan misalnya kehadiran mikoriza pada tanaman pinus dan banyak jenis tanaman hutan lainnya yang bernilai ekonomi, sudah diketahui sejak lama dan dimanfaatkan. Beberapa jenis jamur di antaranya seperti *Tricholoma*, *Lycoperdon*, *Clytoeybe* dan sebagainya secara buatan banyak di tambah pada persemaian bibit tanaman hutan tertentu agar pertumbuhannya lebih baik dan subur.

Secara langsung, banyak jenis jamur di tanam dan di pelihara untuk kepentingan bahan makanan dan obat-obatan. Seperti jamur merang, champignon, shiitake, cruza, dan sebagainya.

B. JAMUR SEBAGAI PENYEBAB PENYAKIT TANAMAN

1. Sifat Sifat Umum

Jamur termasuk dalam dunia tumbuh-tumbuhan, *Thallophyta*, akan tetapi tidak mempunyai klorofil, sehingga untuk hidupnya memerlukan sumber bahan organik. Dinding selnya kebanyakan mengandung zat khitin, yang terdiri dari rangkaian molekul *N-acetylglucosamine*.

Bentuk vegetatifnya yang khas berupa thallus, yaitu suatu system berupa benang yang disebut hifa. Hifa ini tersusun bersama membentuk miselium, yang mungkin dapat tanpa sekat atau septa (disebut *coenocytis*) berupa sel panjang dengan

banyak inti; misal pada Oomycetes dan Zygomycetes. Sedangkan pada kelas lain umumnya bersepta, misalnya pada Ascomycetes, Basidiomycetes dan Deuteromycetes.

Untuk menghubungkan satu sel ke sel lainnya, pada septum di bentuk suatu lubang yang disebut spora, melalui inilah protoplasma berpindah. Dalam perkembangan hidupnya, hifa-hifa tersebut dapat membentuk berbagai struktur khusus yang mempunyai fungsi tertentu, antara lain :

- a. Haustorium, untuk menyerap unsur hara (makanan) dari inang.
- b. Sclerotium, untuk melindungi diri dari keadaan lingkungan yang kurang menguntungkan.
- c. Apresorium, untuk melekatkan diri pada sumber makanan dan sebagai persiapan menembus jaringan inang.
- d. Stroma, tempat melekatnya tubuh buah.
- e. Plectechyma, merupakan jaringan yang tebal terbentuk dari anyaman, hifa biasanya merupakan dinding badan buah; apabila nampak jelas anyaman hifanya disebut prosenchyma, sedangkan bila menyerupai parenchyma tanaman tinggi, disebut pseudoparenchym.
- f. Alat-alat reproduksi seperti: gametangium, sporangium dan sporangiofor, konidium dan konidiofor, khlamidospora, dan bermacam-macam tubuh buah (peritesium, kleistotesium, apotesium, dan lain-lain).

Berbagai jenis penyakit pada tanaman pertanian, kehutanan dan perkebunan banyak yang disebabkan oleh jamur. Padi sebagai contoh banyak diserang oleh penyakit yang disebabkan oleh jamur, seperti busuk leher pada leher malai, daun dan letak daun yang disebabkan oleh *Pyricularia oryzae*, busuk kaki oleh *Gibberella fujikuroi* / *Fusarium sp.*, bintik

noda bergaris putih pada daun di sebabkan oleh *Cercospora oryzae*, busuk bibit yang terdapat pada tanaman muda (seedling) oleh *Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani*.

C. GEJALA PENYAKIT YANG DISEBABKAN JAMUR PADA TUMBUHAN.

Jamur menyebabkan gejala local atau gejala sistemik pada inangnya, dan gejala tersebut mungkin terjadi secara terpisah pada inang-inang yang berbeda, secara bersamaan pada inang yang sama, atau yang satu mengikuti yang lain pada inang yang sama. Umumnya jamur menyebabkan nekrosis local atau nekrosis umum atau membunuh jaringan tumbuhan, hipotrofil, dan hipoplasia (kerdil) organ-organ tumbuhan atau keseluruhan tumbuhan, dan hiperplasia (Pertumbuhan lebih) bagian tumbuhan atau keseluruhan tumbuhan.

Gejala nekrosis yang sangat umum adalah :

- a. Bercak daun (leaf spot)- Luka atau noda yang bersifat lokal pada daun inang yang terdiri atas sel-sel yang mati atau kolaps.
- b. Hawar (Blight)- Organ daun, cabang, ranting, dan bunga menjadi coklat dengan sangat cepat dan menyeluruh yang menyebabkan kematian.
- c. Kanker-Luka nekrosis atau luka yang terlokalisasi, sering mencekung pada permukaan batang jaringan tumbuhan berkayu.
- d. Mati ujung (dieback)-Nekrosis ranting secara ekstensif yang berawal dari ujung dan berkembang menuju pangkalnya.
- e. Busuk akar-Hancur atau membusuknya sebagian atau seluruh system perakaran tumbuhan.
- f. Rebah kecambah atau patah rebah (damping off)-Kolaps

dan mati dengan cepat kecambah yang masih sangat muda pada pembibitan atau dilapangan.

- g. Busuk batang bawah-Hancurnya batang bagian bawah.
- h. Busuk basah dan busuk kering –terjadi maserasi (pembusukan) dan hancurnya buah, akar, umbi, umbi lapis, dan daun yang berdaging.
- i. Antraknosa –Luka nekrosis yang lekuk seperti mangkuk pada batang, daun, buah atau bunga tumbuhan inang.
- j. Kudis-Luka yang terlokalisasi pada buah, daun dan umbi, dan lain-lain, biasanya sedikit menonjol dan puncaknya mencekung dan pecah, yang memberi bentuk seperti kudis.
- k. Decline-Tumbuhan yang tumbuh kurus; daun mengecil, kaku, menguning atau merah; ada yang terdefoliasi (menggugurkan daun) dan mati ujung (dieback).

Hampir semua gejala di atas mungkin dapat menyebabkan tumbuhan yang terinfeksi menjadi sangat kerdil. Disamping itu, gejala yang lain seperti karat daun, embun (mildew), layu daun bahkan penyakit tertentu menyebabkan hiperplasia pada beberapa bagian.

Organ tumbuhan, seperti akar pekok (clubroot) mungkin menyebabkan kekerdilan tumbuhan secara menyeluruh.

Gejala-gejala yang berhubungan dengan hipertrofi atau hiperplasia dan perubahan bentuk atau pemutaran (distorsi) bagian tumbuh meliputi :

- a. Akar pekok – akar membesar terlihat seperti kumparan gada.
- b. Bengkak atau puru – bagian tumbuhan membesar dan biasanya dipenuhi oleh miselium jamur.
- c. Kutil – Tonjolan seperti – kutil pada umbi dan batang.
- d. Witches – broom (sapu setan) – cabang-cabang ranting yang mengarah ke atas dengan banyak.

- e. Kriting daun – Daun yang berubah bentuk menebal, dan kriting.

Di samping hal di atas mungkin dapat di tambah tiga kelompok gejala lagi, yaitu :

- a. Layu – Biasanya gejala sekunder yang menyeluruh yaitu daun atau tunas kehilangan turgor dan merunduk karena terganggunya system vascular akar atau batang.
- b. Karat – Terdapat banyak luka-luka kecil pada daun atau batang, biasanya berwarna seperti karat.
- c. Mildew (embun) –Bagian daun, batang dan buah yang klorosis atau nekrosis, biasanya ditutupi oleh miselium dan fruktifikasi jamur.

Pada banyak penyakit, pathogen tumbuh atau menghasilkan berbagai struktur pada permukaan inang. Struktur tersebut, meliputi miselium, sklerotium, sporofor, tubuh buah dan spora, yang disebut **tanda (sign)** dan dapat di bedakan dengan **gejala (symptoms)**, yaitu hanya berkenaan dengan penampakan tumbuhan atau jaringan tumbuhan yang terinfeksi, misalnya, pada penyakit embun (mildew) sebagai contoh, orang melihat tanda-tanda terdiri dari miselium dan spora jamur keputih-putihan yang tumbuh seperti bulu-bulu halus pada daun, buah atau batang tumbuhan, sedangkan gejalanya terdiri dari luka nekrosis atau klorosis pada daun, buah dan batang, menurunnya pertumbuhan tumbuhan dan sebagainya.

D. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENYAKIT TUMBUHAN

Faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit di antaranya adalah kelembaban, curah hujan suhu, angin dan unsur hara.

1. Kelembaban dan curah hujan.

Tinggi kelembaban udara dan hujan yang sering turun berpengaruh positif terhadap pertumbuhan jamur *Plasmopora viticola* pada permukaan bawah daun. Bila cuaca lembab, maka di samping dapat menyebabkan berkembangnya tepung putih jamur tersebut pada permukaan bawah daun, ternyata berkembang pula tepung putih pada tunas dan sulur. Tetapi bila diikuti dengan cuaca yang kering, maka jaringan daun yang bertepung putih tersebut akan berwarna coklat dan menggumpal yang akhirnya matidan gugur. Penyebaran bercak-bercak dari penyakit ini yang cenderung terdapat pada bagian-bagian tertentu dari daun membuktikan bahwa sebagian besar infeksi terjadi pada keadaan basah, terutama di tepi-tepi daun dimana tetesan air hujan cenderung untuk berkumpul. Suatu epidemik akan cepat meluas apabila cuaca basah, sebaliknya dalam cuaca kering perluasan epidermi akan terhambat.

Infeksi jamur *Plasmopora viticola* pada daun tua hanya dapat terjadi pada kelembaban 80–100%, sedangkan pada daun cukup dengan kelembaban 70 -80%.

2. Suhu

Suhu yang optimum untuk perkecambahan aporangium dari oospora adalah $20^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$. sedangkan suhu optimum untuk perkembangan epidemik adalah $18^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C}$, minimum 12°C - 13°C Dan 30°C .

3. Angin

Hembusan angin akan menyebarkan sporangium dan zoospora dari tunas, sulur, daun dan buah anggur yang berupa tepung putih dan menempel pada permukaan jaringan tanaman anggur yang masih sehat yang kemudian dapat berkecambah untuk mengadakan infeksi baru.

4. Unsur hara

Timbulnya penyakit ini di dorong oleh defisiensi Nitrogen, oleh karena itu bagian tanaman yang terserang harus mendapat pemupukan Nitrogen pada permulaan musim.

Cara-cara Penularan Penyakit

Pada tahun 1870 jamur *Plasmopora viticola* secara tidak sengaja terbawa dari Amerika Serikat ke Eropa melalui bibit-bibit anggur yang diimpor. Kapan dan bagaimana penyakit ini masuk ke Indonesia masih belum jelas di ketahui, diduga bersamaan dengan pembudidayaan tanaman anggur, sekitar tiga abad yang lalu.

Selain penularan penyakit melalui bibit, ternyata penularan penyakit dengan perantara angin dan air lebih sering terjadi.

Perlu ditambahkan bahwa di Negara beriklim sedang jamur ini selama musim dingin dapat bertambah hidup dengan membentuk oospora pada runtuhan daun dan buah yang berada di tanah, pada saat tersebut penularan penyakit terhenti untuk sementara waktu sampai saat datangnya musim semi.

Cara-Cara Penanggulangan Penyakit

Terdapat beberapa macam cara untuk menanggulangi penyakit ini, diantaranya adalah secara mekanis, fisik, penggunaan varietas resisten dan secara kimia. Uraian dari masing-masing cara adalah sebagai berikut :

1. Secara mekanis dan fisik.

Bahwa untuk memberantas penyakit ini di antaranya dapat di lakukan dengan jalan menyingkirkan dan membakar semua daun dan sulur yang terserang.

2. Penggunaan varietas resisten.

Beberapa ahli berpendapat bahwa tanaman anggur varietas Amerika lebih tahan terhadap penyakit ini dari pada tanaman anggur varietas Eropa.

3. Secara Kimia.

Penyakit ini dapat diberantas dengan efektif jika dilakukan program penyemprotan fungisida secara teratur. Pengendalian dengan pemakaian fungisida pada umumnya akan lebih efektif jika tunas-tunas hasil pangkasan telah mencapai panjang sedikitnya 15–20 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- AGRIOS, G.N., 1988. Plant Pathology. Third edition. Academic Press.
- AINSWORTH, G.C., BUTTON, B.C., HAWKSWORTH, D.L., 1983. **Ainswort & Bisby's Dictionary of the Fungi.** Sevent edition. Commonwealth Mycological Institute. Huddenfield, England.
- ALEXOPOLOUS, C.J., MIMS, C.W. 1979. *Introductory Mycology*. Third edition. Jon Wiiley&Sons, United states of America.
- ALEXOPOULOS , C.J. 1979 *Intoductory Mycology*. 4.nd edition. John Willey & Sons Inc. New York. London.
- BARNET, H.L. and B.B. HUNTER. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, Third Edition. By Lec & Febriger. Philadelphia.
- BENEKE, E.S. and ROGER, A.L. 1970. *Medical Mycology Manual*. Trird Edition. By Lec & Febriger. Philadelphia.
- BOOTH, C., 1971. The Genus *Fusarium*. First published. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England.
- BUDIARSO, I.T. 1975. Pencemaran Toksin di dalam bahan makanan dan Masalah Kesehatan di Indonesia. Bagian patologi FKH-IPB Bogor.
- DWIDJOSEPUTRO, D. 1978. Pengantar Mikologi. Penerbit Alumni, Bandung.
- CONANT, N.F. 1963. *Manual of Clinical Mycology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia. London. Toronto.
- FUNDER, S.L. 1961. *Practical Mycologi: Manual for Identification of Fungi*. 2th ed. A.W. Boktykkeri. Als

Oslo, Norway.

INGOLD, C.T. 1967. *The Biology of Fungi*. 2nd ed. The English Language Book Society & Hutchinson Educational. London.

MOREAU, C. 1970. *Mold. Toxin and Food*. Mc. Graw-Hill Company. New York.

RAINBOW, C., ROSE A.H. 1963. *Biochemistry of Industrial Microorganism*. Academic Press. London. New York

Rumah Belajar, 2011.
<https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Jamur-2011/konten6.html>. Diakses pada tanggal 07 Januari 2019 Pukul 08.51 WIB

Supervisor Blog MIPA, 2018.
<https://www.biologijk.com/2018/02/jenis-jenis-hifa-jamur.html>. Diakses pada tanggal 07 Januari 2019 Pukul 08.39 WIB

Siswapedia, 2019. <https://www.siswapedia.com/cara-reproduksi-jamur/>. Diakses pada tanggal 07 Januari 2019 Pukul 08.46 WIB