



# PROSIDING

Seminar Nasional Sains dan Teknologi

# SENSATEK 2013

PENGEMBANGAN SAINS DAN TEKNOLOGI YANG RAMAH LINGKUNGAN

**MATEMATIKA**  
**FISIKA**  
**KIMIA**  
**BIOLOGI**

**TEKNIK INFORMATIKA**  
**AGROTEKNOLOGI**  
**TEKNIK ELEKTRO**



FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUNAN GUNUNG DJATI BANDUNG

ISBN. 978-602-14960-0-8

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, kegiatan Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SENSATEK) UIN Sunan Gunung Djati Bandung tahun 2013 dapat dilaksanakan sesuai dengan rencana. Seminar Nasional ini mengambil tema "*Pengembangan Sains dan Teknologi yang Ramah Lingkungan*". Kegiatan seminar ini dilaksanakan disamping dalam rangka menjalankan amanat Tri Dharma Perguruan Tinggi juga bertujuan untuk memberikan wadah/sarana komunikasi ilmiah bagi para peneliti, akademisi, professional, praktisi dan mahasiswa khususnya di bidang sains dan teknologi yang diharapkan dapat memberikan kontribusi mutu keilmuan bagi para peserta.

Adapun ruang lingkup dari kegiatan seminar ini mencakup aspek yang berkaitan pengembangan sains dan teknologi yang ramah lingkungan mencakup bidang Matematika, Fisika, Kimia, Biologi, Agroteknologi, Teknik Elektro dan Informatika. Pada acara Seminar Nasional ini kami mengundang 3 (tiga) pembicara utama yang berkompeten di bidangnya serta lebih dari 30 makalah yang disampaikan dalam sesi parallel dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia.

Terselenggaranya kegiatan Seminar Nasional ini berkat bantuan dari berbagai pihak yang telah meluangkan waktu dan tenaga sehingga kegiatan seminar nasional ini dapat terselenggara dengan baik dan lancar. Kami juga ingin menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada pembicara utama, para pemakalah, reviewer, panitia, mahasiswa dan semua pendukung acara kegiatan seminar nasional ini. Akhir kata, kesuksesan kegiatan seminar nasional ini adalah berkat dukungan dan partisipasi dari Bapak/Ibu/Sdr. Selamat mengikuti seminar, semoga memperoleh ilmu yang bermanfaat, dan semoga Allah Swt meridloi kita semua. Amiiin.

Bandung, 22 Oktober 2013

Ketua Panitia

Nanang Ismail, MT

## DAFTAR ISI

|   |     |
|---|-----|
| Kata Pengantar .....                              | i   |
| Daftar Isi .....                                  | iii |
| Sambutan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi ..... | vii |

### Presentasi Agroteknologi (AGRO)

|  |    |
|--|----|
| <b>AGRO-01</b> .....   | 1  |
| <b>Meningkatkan Ketersediaan Bibit Ikan Betina Melalui Maskulinisasi Menggunakan Hormon Testosteron dan Aromatase Inhibitor</b><br>Ahmat Taofik  |    |
| <b>AGRO-02</b> .....   | 9  |
| <b>Perbaiki Beberapa Sifat Fisik Tanah dan Hasil Tanaman Cabai (<i>Capsicum annum</i> L.) yang Diinokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula dan Rhizobakteri</b><br>Yusuf Ardi, Cecep Hidayat dan Ahmad Taofik |    |
| <b>AGRO-03</b> .....   | 15 |
| <b>Pertumbuhan dan Hasil Bayam Jepang (<i>Spinacia oleraceae</i>) yang Diberi Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk Azolla (<i>Azolla pinnata</i>)</b><br>Erfin Firmansyah, Cecep Hidayat dan Ahmad Taofik      |    |

### Presentasi Biologi (BIO)

|  |    |
|--|----|
| <b>BIO-01</b> .....  | 21 |
| <b>Studi Populasi Monyet Ekor Panjang (<i>Macaca fascicularis</i> Raffles, 1821) di Sepanjang <i>Jogging Track</i> Taman Hutan Raya (TAHURA) Ir. H. Djuanda, Bandung</b><br>Ana Widiana, Papat Patimah, Ida Kinasih        |    |
| <b>BIO-02</b> .....  | 29 |
| <b>Seleksi Kapang Endofit dari Tanaman Suren (<i>Toona sinensis</i>) Potensial Melawan <i>Candida albicans</i></b><br>Anggita Rahmi Hafsari dan Isma Asterina  |    |
| <b>BIO-03</b> .....  | 35 |
| <b>Pengaruh Pemberian Pasir Vulkanik pada Media Tanam terhadap Pertumbuhan Tanaman Rosella (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)</b><br>Ateng Supriatna, Ramadhani Eka Putra dan Sri Wahyuni Hasanah                             |    |
| <b>BIO-04</b> .....  | 43 |
| <b>Peningkatan Daya Simpan Tahu Cibuntu Menggunakan Perasan Air Jeruk Lemon (<i>Citrus limon</i>) dan Perasan Air Jeruk Nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>)</b><br>Dwi Santy Damayati, Sumiyati Sa'adah dan Hama Humaeriyah |    |
| <b>BIO-05</b> .....  | 51 |
| <b>Perilaku Gerak Harian Owa Jawa (<i>Hylobates moloch</i>) di Kebun Binatang Bandung</b><br>Astuti Kusumorini, Wamaliah dan Sekarwati Sukmaningrasa   |    |
| <b>BIO-06</b> .....  | 61 |
| <b>Efek Sitokinin dalam Medium <i>Pulsing</i> dan Perbedaan Pajang Tangkai terhadap Penundaan Kelayuan Bunga Potong Krisan (<i>Dendranthema gradiflora</i> Tzvelev)</b><br>Tony Sudjarwo, Kumala Dewi dan Maryani          |    |
| <b>BIO-07</b> .....  | 75 |
| <b>Analisis Vegetasi Pohon Hutan Alam Gunung Manglayang Kabupaten Bandung</b><br>Tri Cahyanto, Destiana Chairunnisa, Tony Sudjarwo   |    |
| <b>BIO-08</b> .....  | 85 |
| <b>Pengaruh Perbedaan Metode Pendedahan Suara dengan Dua Perlakuan Pakan terhadap Kemampuan Bernyanyi</b><br>Ucu Julita dan Lulu Lusianti Fitri  |    |

|  |    |
|--|----|
| BIO-09 .....   | 95 |
| <b>Peningkatan Kualitas Nutrisi Limbah Padat Pengolahan Bioetanol dari Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) Melalui Proses Fermentasi oleh <i>Aspergillus niger</i></b> |    |
| Yani Suryani, Amalia Khoir, Sumiyati Sa'dah  |    |

### Presentasi Teknik Elektro (TE)

|  |     |
|--|-----|
| TE-01 .....  | 105 |
| <b>Aplikasi Pengiriman File dalam Jaringan</b>   |     |
| Edi Mulyana dan Riki Irfan Hidayat   |     |
| TE-02 .....  | 115 |
| <b>Otomasi Sistem Aliran <i>Biogas</i> pada <i>Biodigester Fixed Dome</i> Berbasis PLC-Mikro (Studi Kasus: Des. Cikahuripan Lembang)</b> |     |
| Iwan Ahmad Sowi, Nanang Ismail dan Ferlin Ashadi Wahab   |     |
| TE-03 .....  | 123 |
| <b>Optimalisasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Pegaturan Sudut Sudu dan Maximum Power Point Tracker</b>                   |     |
| Hanifah Nur Kumala Ningrum, Moch. Ashari dan Vita Lystianingrum  |     |
| TE-04 .....  | 132 |
| <b>Analisa Perbandingan Metode Kompresi A-Law dan <math>\mu</math>-Law Berbasis IVR</b>  |     |
| Kholilatul Wardani, Mike Yuliana dan Achmad Subhan   |     |
| TE-05 .....  | 137 |
| <b>Desain dan Implementasi Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis Website bagi Mualaf</b>  |     |
| Lia Kamelia  |     |
| TE-06 .....  | 143 |
| <b>Implementasi Geographic Search: Object Driven Search Menggunakan PostGIS dengan Visualisasi Geoserver</b>                             |     |
| Dody Ichwana Putra dan Surya Afnarius  |     |

### Presentasi FISIKA (FI)

|   |     |
|---|-----|
| FI-01 .....   | 153 |
| <b>Sintesis Karbon Nanopartikel (C-Dots) Menggunakan Pemanasan Microwave untuk Aplikasi Bioimaging</b>                  |     |
| Nasri Nasriah, Bebeh Wahid Nuryadin dan Siti Murtopingah  |     |
| FI-02 .....   | 159 |
| <b>Modifikasi Sistem <i>Thermal Milling</i> dalam Imobilisasi Material Fotokatalis pada Permukaan Bulir Polimer</b>     |     |
| H. Aliah, A. Setiawan, M. P. Aji dan M. Abdullah  |     |
| FI-03 .....   | 165 |
| <b>Karakteristik <math>TiO_2</math> dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis dalam Degradasi Senyawa Organik Meilen Biru</b> |     |
| A. Sawitri, A.E. Nurasiah, B.W. Nuryadin dan H. Aliah   |     |

### Presentasi INFORMATIKA (IF)

|   |     |
|---|-----|
| IF-01 .....   | 173 |
| <b>Rancang Bangun Prototipe Aplikasi Berbasis Cloud Computing untuk UKM Jasa Logistik</b> |     |
| Saepudin Nirwan dan Ari Yanuari   |     |
| IF-02 .....   | 181 |
| <b>Aplikasi Sistem Pakar Mawaris dengan Metode Forward Chaining</b>                       |     |
| Ichsan Taufik   |     |

|   |     |
|---|-----|
| IF-03 .....   | 189 |
| <b>Pengembangan <i>Prototype</i> Sistem Informasi Pemeliharaan Peralatan Militer (Studi Kasus: Bengkel Pusat Peralatan TNI-AD)</b>    |     |
| Mubassiran, dan Ari Yanuar Ridwan   |     |
| IF-04 .....   | 197 |
| <b>Rekomendasi Implementasi Sistem Pangkalan Data Pendidikan Tinggi (PDPT) di Kopertis IV Jawa Barat dan Banten</b>                   |     |
| Ade Rahmat Iskandar   |     |
| IF-05 .....   | 205 |
| <b>Collaborative Learning Framework Berbasis SOA untuk Pembelajaran Algoritma dan Pemrograman</b>                                     |     |
| Sari Armiati  |     |
| IF-06 .....   | 213 |
| <b>Kriptografi Hibrida One Time Pad dengan Rivest Shamir Adleman (OTP-RSA)</b>  |     |
| Asep Jajang Sahara, Esih Sukaesih dan Jumadi  |     |
| IF-07 .....   | 219 |
| <b>Cased-Based Reasoning (CBR) dan Pengembangan Kemampuan Penyelesaian Masalah</b>  |     |
| Yana Aditia Gerhana, H. R. Sudanyana dan Tedi Budiman   |     |
| IF-08 .....   | 225 |
| <b>Studi Komparatif Penerapan Metode <i>Hierarchical, K-Mens</i> dan <i>Self Organizing Maps</i> (SOM) Clustering pada Basis Data</b> |     |
| Undang Syaripudin, Iang Badruzaman, Erwan Yani, Dede K., dan Ramdhani H.  |     |

### Presentasi KIMIA (KIM)

|  |     |
|--|-----|
| KIM-01 .....   | 231 |
| <b>Studi Komputasi Senyawa Metil Katekol sebagai <i>Dye</i> untuk Aplikasi <i>Dye Sensitized Solar Cell: "Software Benchmarking"</i></b> |     |
| Bio Insan Akbar, Soni Setiadji, dan Atthar Luqman Ivansyah   |     |
| KIM-02 .....   | 239 |
| <b>Studi Spektrum UV-VIS dan FTIR dari Saliva Anjing Sebelum dan Sesudah Dikontakkan dengan Sampel Tanah</b>                             |     |
| Dede Suhendar, Rita Kharismawati Hidayat, Eulis Maryam Mardiyah, Irfan Rahadian, dan Anna Ryanitha                                       |     |
| KIM-03 .....   | 249 |
| <b>Kitosan dari Limbah Cangkang Udang (<i>Penaeus merguensis</i>) sebagai Adsorben Zat Warna <i>Reactive Orange 84</i></b>               |     |
| Eko Prabowo Hadisantoso, Lena Rahmidar, dan Sri Rahmah   |     |
| KIM-04 .....   | 255 |
| <b>Preparasi dan Karakterisasi <i>Edible Film</i> dari Poliblend Pati Umbi Gadung-Kitosan</b>  |     |
| Neneng Suhartini, Tety Sudiarti, dan Lena Rahmidar   |     |
| KIM-05 .....   | 261 |
| <b>Perbandingan Kadar Air Komposit Tepung Sukun dan Tepung Ampas Tahu dengan Variasi Massa</b>   |     |
| Nunung Kurniasih dan Sofiani Sapuro  |     |
| KIM-06 .....   | 267 |
| <b>Identifikasi Asam Lemak pada Minyak Ikan Teri (<i>Stolephorus</i> sp.) Segar dan Asin Menggunakan Kromatografi Gas</b>                |     |
| Tina Dewi Rosahdi, Mimah Mutmainah, dan Lena Rahmidar  |     |

### Presentasi MATEMATIKA (MAT)

|   |     |
|---|-----|
| MAT-01 .....  | 275 |
| <b>Optimisasi Model <i>Goal Programming</i> pada Produksi Bahan Baku Penyamakan Kulit Kambing dan Kulit Domba</b> |     |
| Elis Ratna Wulan  |     |

|  |     |
|--|-----|
| MAT-02 .....   | 285 |
| <b>Estimasi Parameter Model Distribusi Kegagalan Campuran</b>  |     |
| Esih Sukaesih  |     |
| MAT-03 .....   | 291 |
| <b>Aplikasi Model <i>Generalized Spaced Time Autoregressive (GSTAR)</i> pada Data Jumlah TKI Jawa Barat dengan Pemilihan Lokasi Berdasarkan Deskripsi Data</b> |     |
| Herlin Dewi Karlina, Rini Cahyandari, dan Asep Solih Awalluddin  |     |
| MAT-04 .....   | 301 |
| <b>Clique Maksimal sebagai Konsep Dasar Pembuatan Algoritma Clique-Back untuk Menyelesaikan Masalah N-Ratu</b>   |     |
| Diny Zulkarnaen  |     |
| MAT-05 .....   | 307 |
| <b>Nilai Total Ketakteraturan Total dari Graf <i>Friendship</i></b>  |     |
| Rismawati Ramdani, M. Salman, A.N., Hilda Assiyatun  |     |
| MAT-06 .....   | 313 |
| <b>Format Penyimpanan Matriks Jarang: CSR, CSC dan ELLPACK dalam <i>Sparse Matrix-Vector Multiplication (SpMV)</i></b>   |     |
| Siti Julaeha   |     |

FI-02

# Modifikasi Sistem *Thermal Milling* dalam Imobilisasi Material Fotokatalis pada Permukaan Bulir Polimer

H. Aliah<sup>1,\*</sup>, A. Setiawan<sup>2</sup>, M. P. Aji<sup>3</sup>, dan M. Abdullah<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Jur. Fisika FST UIN Sunan Gunung Djati, Bandung

<sup>2</sup>Jur. Pend. Fisika FPMIPA UPI, Bandung

<sup>3</sup>Jur. Pend. Fisika FPMIPA Unnes, Semarang

<sup>4</sup>Jur. Fisika FMIPA ITB, Bandung

\* Email: [hasniahaliah@yahoo.com](mailto:hasniahaliah@yahoo.com)

**Abstrak.** Penjernihan air limbah organik dapat dilakukan dengan teknik fotokatalisis. Agar aktivitas fotokatalitik yang melibatkan faktor intensitas cahaya dan jumlah katalis dapat berlangsung secara optimal, pelapisan material katalis pada permukaan material penyangga berupa bulir polimer termoplastik dapat menjadi salah satu alternatif. Dalam penelitian ini dilakukan modifikasi material fotokatalis menggunakan sistem peralatan *milling* berbasis oven listrik. *Milling cylinder* terintegrasi dengan pengatur temperatur dan waktu. Proses pengujian *milling* dilakukan dengan temperatur terkontrol pada kisaran 110 °C dan pengaturan *timer* 60 menit. Dalam pengujian ini, hanya dibutuhkan waktu sekitar 5 menit untuk menaikkan temperatur di dalam oven dari suhu kamar menuju temperatur 110 °C. Selama 55 menit, temperatur *milling cylinder* mengalami fluktuasi antara 110-114 °C. Setelah waktu mencapai 60 menit, oven listrik akan mati secara otomatis yang menunjukkan dimulainya proses pendinginan di dalam ruang oven dan temperatur oven kembali pada temperatur kamar dalam waktu 5 menit. Dengan demikian, hanya dibutuhkan total waktu sekitar 65 menit untuk proses imobilisasi ini. Pengaturan temperatur dan lamanya pemanasan secara otomatis sangat efisien dalam mengendalikan karakteristik fisis material fotokatalis.

**Kata kunci:** *Milling cylinder* berbasis oven listrik, material fotokatalis, bulir polimer, temperatur terkontrol, pengaturan *timer*.

## I. PENDAHULUAN

Pencemaran badan air oleh senyawa organik yang berasal dari industri tekstil menjadi alasan utama berkembangnya berbagai teknik penjernihan air [1-6]. Salah satu diantaranya adalah teknik fotokatalisis menggunakan material semikonduktor TiO<sub>2</sub> sebagai material katalis yang dikenai cahaya matahari sebagai sumber foton. Teknik ini mempunyai keunggulan dapat diterapkan langsung ke badan air tanpa memerlukan instalasi khusus, di samping sifat oksidasinya yang kuat, tidak membentuk senyawa baru yang beracun, ikatan kimianya stabil terhadap cahaya dan tidak larut dalam air [7-9].

Proses fotokatalisis berlangsung bila material katalis semikonduktor terinduksi cahaya sebagai sumber foton. Cahaya dengan energi foton yang lebih besar atau sama dengan celah pita energi material katalis akan mengakibatkan terjadinya eksitasi elektron menuju pita konduksi dan menyisakan *hole* di pita valensi. Elektron dan *hole* kemudian bereaksi dengan radikal-radikal dalam air membentuk radikal bebas yang berperan penting dalam degradasi senyawa organik dalam air [10,11].

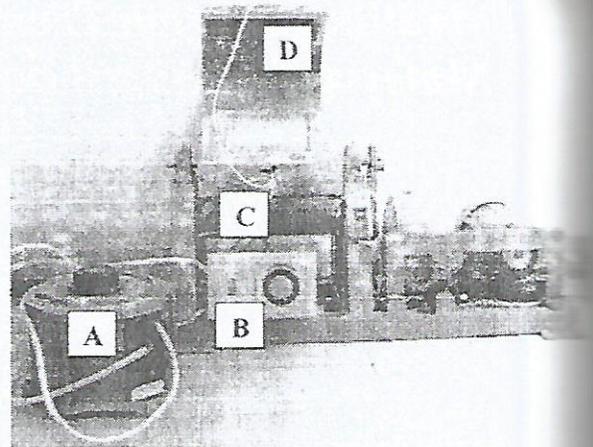
Pada umumnya, penggunaan katalis TiO<sub>2</sub> dalam proses penjernihan dilakukan dengan memasukkan serbuk katalis ke dalam air tercemar yang disinari matahari. Metode ini tidak efisien karena TiO<sub>2</sub> mempunyai massa jenis yang besar dan berukuran kecil.

Dengan massa jenis sebesar  $4,32 \text{ g/cm}^3$ ,  $\text{TiO}_2$  akan tenggelam dan mengendap dalam air limbah sehingga mengurangi daya absorpsi cahaya matahari di samping diperlukan proses tambahan untuk memisahkan material katalis dari air hasil pengolahan. Dengan ukuran sebesar  $200 \text{ nm}$ , diperlukan proses penyaringan lebih lanjut, sehingga kurang aplikatif diterapkan dalam skala besar.

Imobilisasi katalis  $\text{TiO}_2$  pada material penyangga berupa polimer yang berukuran besar, ringan, transparan dan bersifat termoplastik dapat menjadi alternatif untuk mengatasi masalah di atas [12,13]. Dengan sifat termoplastik yang dimiliki polimer, memungkinkan terjadinya penempelan material katalis di permukaan polimer saat dilakukan pemanasan di sekitar titik *Heat Deflection Temperature* (HDT) polimer. Dengan demikian, imobilisasi material katalis di permukaan polimer penyangga dapat dilakukan melalui teknik *thermal milling*. Pada prinsipnya, teknik *thermal milling* melibatkan proses pengadukan material yang disertai tumbukan suatu bahan keras dan proses ini berbantuan energi panas. Pemanasan campuran katalis dan polimer dilakukan pada temperatur di sekitar titik pelunakan material polimer.

Dalam paper ini, akan dikaji mengenai dua tahapan modifikasi sistem peralatan *thermal milling*, yaitu modifikasi *milling cylinder* menggunakan rangkaian pemanas dan modifikasi *milling cylinder* berbasis oven listrik. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan metode imobilisasi dengan temperatur yang dapat dikontrol dengan baik.

## EKSPERIMEN



GAMBAR 1. Sistem peralatan *milling cylinder* yang dilengkapi dengan rangkaian pemanas: A. *variatic*; B. *temperature controller*; C. termokopel; D. lempengan *stainless steel* [14].

Secara umum, sistem peralatan dalam proses imobilisasi ini terdiri atas *milling cylinder* dan pemanas. *Milling cylinder* merupakan tabung yang berperan sebagai wadah pencampuran material katalis dan material penyangga. Tabung ini terhubung dengan motor yang berputar dengan kecepatan konstan selama proses imobilisasi berlangsung. Di bagian dalam tabung terdapat dua buah batang silinder *stainless non magnetik* yang berperan sebagai batang pengaduk yang memberikan efek tumbukan pada campuran bahan katalis dan polimer.

Untuk mengontrol temperatur pemanasan selama proses imobilisasi, *milling cylinder* terhubung dengan rangkaian pemanas yang diintegrasikan dengan pengatur temperatur (*temperature controller*) dan pengatur tegangan (*variatic*). *Milling cylinder*, rangkaian pemanas, pengatur tegangan (*variatic*) serta pengontrol temperatur ditunjukkan dalam Gambar 1.

Rangkaian pemanas berupa termokopel yang terhubung dengan lempengan *stainless steel* bersekat *glasswool* yang menyelubungi *milling cylinder*. Material *glasswool* berperan sebagai isolator termal

sehingga dapat mempertahankan panas yang dihasilkan oleh termokopel. Rangkaian pemanas ini tidak bersentuhan dengan *milling cylinder* dan tidak ikut berputar selama proses imobilisasi. *Temperature controller* berfungsi untuk mengatur suhu termokopel dimana alat ini dapat diatur sehingga temperatur maksimum termokopel berada pada rentang 0-400 °C. *Variac* berfungsi untuk mengatur besarnya tegangan yang masuk ke *temperature controller*, dengan tegangan input yang dapat diatur pada rentang 0 - 240 V. Dengan mengatur tegangan input pada *variatic* dan mengatur *temperature controller* pada suatu nilai temperatur maksimum yang diharapkan dapat dicapai termokopel, temperatur selama proses imobilisasi berlangsung dapat dikontrol. Semakin besar tegangan input yang diberikan, maka semakin tinggi temperatur yang dapat dihasilkan oleh termokopel. Temperatur riil pada *milling cylinder* dapat diketahui dengan pengukuran menggunakan termometer infra merah.

Pentingnya untuk mengontrol temperatur *milling cylinder* dalam proses imobilisasi TiO<sub>2</sub> di permukaan polimer menjadi alasan kuat dalam tahap modifikasi berikutnya. Dalam tahapan ini, digunakan teknik *thermal milling* berbasis oven listrik yang terintegrasi dengan poros di bagian tengah oven yang memungkinkan alat panggang (*rotisserie spit*) dapat berputar. Dalam penelitian ini digunakan oven listrik *Kirin tipe KBO 190 RAW* dengan spesifikasi seperti yang dirangkum dalam Tabel III.1.

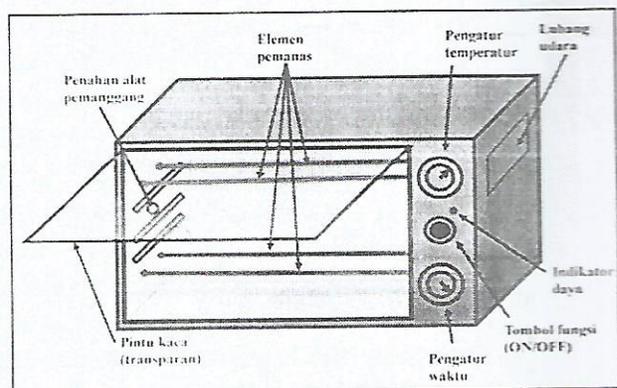
**TABEL 1.** Spesifikasi oven listrik *Kirin tipe KBO 190 RAW*

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| Tegangan listrik      | 220 volt             |
| Konsumsi daya         | 400 – 800 watt       |
| Kapasitas             | 19 liter             |
| Dimensi               | (495 × 363 × 346) mm |
| Temperatur maksimum   | 250 °C               |
| Maksimum <i>timer</i> | 60 menit             |

Oven listrik ini dilengkapi dengan sepasang lempeng pemanas di dalam oven pada bagian atas dan bawah yang dapat diatur penggunaannya. Selain itu, oven ini dilengkapi dengan pengatur temperatur

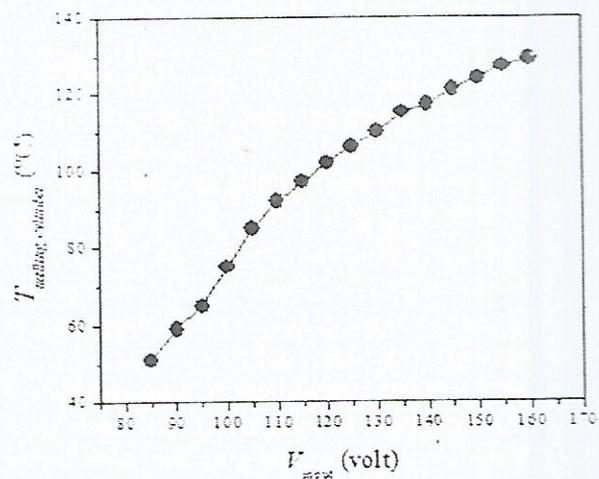
(*temperature controller*) dan pengatur waktu (*timer*), sehingga temperatur dan lamanya pemanasan dapat diatur secara otomatis. Sistem pengatur temperatur mengontrol suhu elemen pemanas secara otomatis untuk menghindari panas berlebihan, sehingga kondisi di dalam oven berada dalam kesetimbangan termal. Selain itu, oven ini juga dilengkapi dengan lubang udara untuk menghindari terjadinya akumulasi panas di dalam oven.

Komponen utama oven listrik yang berperan dalam proses *milling* ditampilkan dalam Gambar 2. Proses pengujian *milling* berbasis oven listrik ini dilakukan dengan mengontrol temperatur pada kisaran 110 °C dan *timer* diatur 60 menit. Temperatur riil oven diukur dengan menggunakan termometer infra merah.



**GAMBAR 2.** Komponen-komponen oven listrik yang berperan penting dalam proses *milling*.

## HASIL DAN DISKUSI



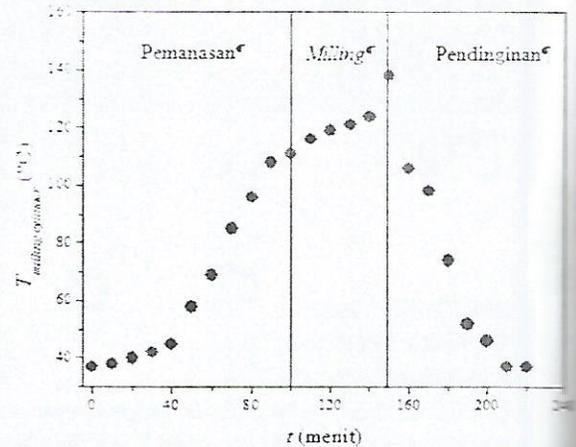
**GAMBAR 3.** Karakteristik termal *milling cylinder* yang dilengkapi dengan rangkaian pemanas.

Gambar 3 menampilkan kurva karakteristik *thermal milling* yang menunjukkan hubungan antara tegangan input dan temperatur *milling cylinder*. Suhu pemanas pada *temperature controller* diatur pada 200 °C dengan tegangan input dinaikkan sebesar 10 volt setiap 5 menit. Dengan mengetahui kurva karakteristik termal ini, dapat dilakukan *milling* pada berbagai temperatur yang diinginkan hanya dengan mengatur tegangan input pada *variac*.

Seperti halnya sistem *milling cylinder* konvensional yang menggunakan kompor gas sebagai pemanas, sistem *milling cylinder* yang dimodifikasi dengan penambahan rangkaian pemanas juga masih menyisakan sejumlah permasalahan. Penambahan rangkaian pemanas pada *milling cylinder* belum dapat menjamin proses imobilisasi berlangsung pada temperatur terkontrol. Selain itu, dibutuhkan waktu yang cukup lama pada setiap proses imobilisasi. Dalam salah satu eksperimen pengujian sistem *milling cylinder* yang dimodifikasi dengan penambahan rangkaian pemanas, proses *milling* dilakukan pada temperatur 110 °C selama 60 menit.

Berdasarkan kurva karakteristik termal pada Gambar 3, diperlukan tegangan input sebesar 130 volt agar temperatur *milling cylinder* mencapai kisaran 110°C. Kenyataan yang ditunjukkan dalam Gambar 4, dibutuhkan waktu 90 menit agar *milling cylinder* mencapai temperatur 110 °C dan temperatur *milling* tetap mengalami kenaikan selama 60 menit berlangsungnya proses *milling*. Proses pendinginan berlangsung dengan menurunkan tegangan input hingga mencapai batas terendah dan proses ini berlangsung selama 70 menit.

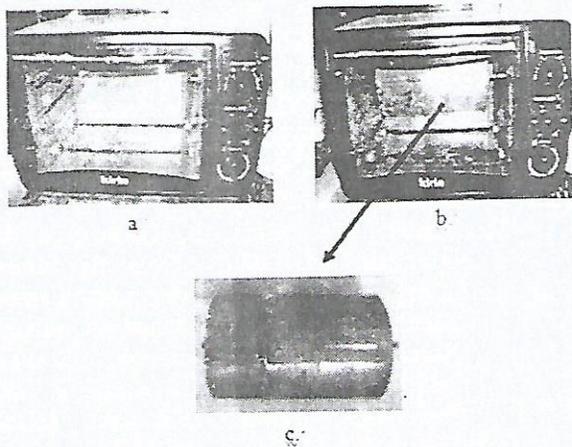
Dengan demikian, diperlukan waktu 220 menit untuk setiap proses imobilisasi.



**GAMBAR 4.** Kondisi temperatur *milling cylinder* sebagai fungsi waktu ( $V_{input} = 130$  V;  $T_{milling} = 110$  °C;  $t_{milling} = 60$  menit).

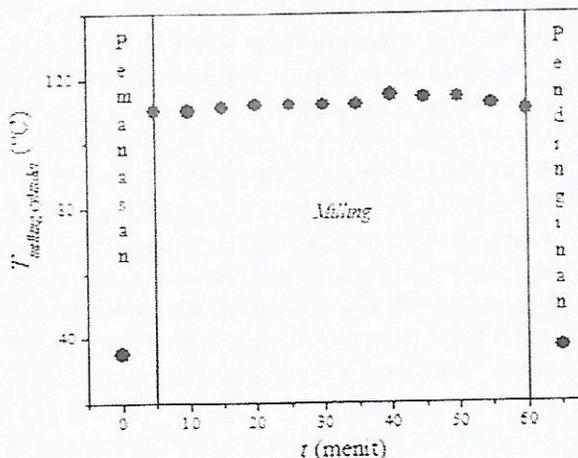
Modifikasi *milling cylinder* berbasis oven listrik dilakukan dengan pembuatan silinder pengaduk yang berfungsi menggantikan alat pemanggang. Silinder pengaduk yang digunakan berbahan stainless steel dengan diameter 12 cm dan panjang 23 cm. Pada silinder ini terdapat lubang dengan panjang 5,5 cm dan lebar 2,7 cm yang berfungsi untuk memasukkan sampel disertai dengan tutupnya. Silinder ini dilengkapi dengan dua batang pengaduk berbentuk silinder pejal di dalamnya, dengan diameter dan panjang kedua batang pengaduk berturut-turut 6 cm dan 18 cm. Oven listrik, silinder pengaduk dan penempatan silinder pengaduk dalam oven listrik ditampilkan dalam Gambar 5.

Dalam proses imobilisasi, *milling cylinder* berbasis oven listrik ini dipasang pada bagian penahan alat panggangan. Penahan tersebut terhubung dengan motor listrik sehingga dapat berputar dengan kecepatan konstan. Pengaturan temperatur sekaligus pengaturan waktu menjadi kelebihan utama dari alat ini, sehingga proses imobilisasi dapat terkontrol dengan baik.



**GAMBAR 5.** *Milling cylinder* berbasis oven listrik: a. oven listrik, b. oven listrik dengan *milling cylinder* yang dapat berputar di bagian tengah oven, c. *milling cylinder*.

Penggunaan *milling cylinder* berbasis oven listrik ini memperbaiki sistem pengontrolan temperatur pada proses imobilisasi. Di samping itu, waktu yang diperlukan untuk mencapai temperatur yang diinginkan serta lamanya proses pendinginan setelah *milling* berlangsung dengan cukup singkat. Kondisi temperatur *milling cylinder* sebagai fungsi waktu dalam eksperimen pengujian sistem *milling cylinder* berbasis oven listrik ditunjukkan dalam Gambar 6.



**GAMBAR 6.** Kondisi temperatur *milling cylinder* berbasis oven listrik sebagai fungsi

waktu dalam proses *milling* ( $T_{milling} = 110 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;  $t_{milling} = 60 \text{ menit}$ ).

Dalam pengujian ini, hanya dibutuhkan waktu sekitar 5 menit untuk menaikkan temperatur di dalam oven dari suhu kamar menuju temperatur yang diinginkan ( $110 \text{ } ^\circ\text{C}$ ). Selama 55 menit berikutnya, temperatur *milling cylinder* mengalami fluktuasi antara  $110\text{-}114 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Setelah waktu mencapai 60 menit, oven listrik akan mati secara otomatis yang menunjukkan dimulainya proses pendinginan di dalam ruang oven. Dalam waktu 5 menit, temperatur oven kembali pada temperatur kamar. Dengan demikian, hanya dibutuhkan total waktu sekitar 65 menit untuk proses imobilisasi ini [15].

## KESIMPULAN

Modifikasi alat *milling* berupa *milling cylinder* berbasis oven listrik *Kirin tipe KBO 190 RAW* yang terintegrasi dengan pengatur temperatur dan waktu dapat memperbaiki sistem pengontrolan temperatur selama proses imobilisasi. Di samping itu, waktu yang diperlukan untuk mencapai temperatur yang diinginkan serta lamanya proses pendinginan setelah *milling* berlangsung singkat. Pengaturan temperatur dan lamanya pemanasan secara otomatis diharapkan dapat memperbaiki kualitas penempelan katalis di permukaan polimer termoplastik.

## Referensi

1. Harush, D. P., Hampannavar, U. S., Mallikarjunaswami, M. E. (2011): Treatment of Dairy Wastewater using Aerobic Biodegradation and Coagulation, *International Journal of Environmental Sciences and Research*, Vol. 1, No. 1, 23-26.
2. Borchate, S. S., Kulkarni, G. S., Kore, S. V., Kore, V. S. (2012): Application of Coagulation Flocculation for Vegetable Tannery Wastewater, *International Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 4 No. 5, 1944-1948.

3. Lotfy, H. R., Misihairabgwi, J., dan Mutwa, M. M. (2012): The Preparation of Ativated Carbon from Agroforestry Waste for Wastewater Treatment, *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, Vol. 6(11), 149-156.
4. Sala, M., dan Bouz'an, M. C. G. (2012): Electrochemical Techniques in Textile Processes and Wastewater Treatment, *International Journal of Photoenergy*, Vol. 2012, Article ID 629103.
5. Qin, J. J., Liberman, B., Kekre, K. A. (2009): Direct Osmosis for Reverse Osmosis Fouling Control: Principles, Applications and Recent Developments, *The Open Chemical Engineering Journal*, 3, 8-16.
6. Liang, H., Gong, W., Li, G. (2008): Performance Evaluation of Water Treatment Ultrafiltration Pilot Plants Treating Algae-rich Reservoir Water, *Desalination*, 221, 345-350.
7. Siddique, M., Farooq, R., Shaheen, A. (2011): Removal of Reactive Blue 19 from Wastewaters by Physicochemical and Biological Processes-A Review, *J.Chem.Soc.Pak.*, Vol. 33, No. 2.
8. Zahraa, O., Maire, S. Evenou, F., Hachem, C., Pons, M. N., Alinsafi, A., Bouchy, N. (2006): Treatment of Wastewater Dyeing Agent by Photocatalytic Process in Solar Reactor, *Int. J. of Photoenergy*, Vol. 2006, 1-9.
9. Mahne, D., Stangar, U. L., Trebse, P., Bulc, T. G. (2012): TiO<sub>2</sub>-Based Photocatalytic Treatment of Raw and Constructed-Wetland Pretreated TextileWastewater, *International Journal of Photoenergy*, Vol. 2012.
10. Fujishima, A., Rao, T. N., Tryk, D. A. (2000): Titanium dioxide photocatalysis, *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 1, 1-21.
11. Moghaddam, M. B. dan Yangjeh, A. H. (2011): Effect of Operational Parameters on Photodegradation of Methylene Blue on ZnS Nanoparticles Prepared in Presence of An Ionic Liquid as A Highly Efficient Photocatalyst, *J. Iran. Chem. Soc.*, Vol. 8, 169-175.
12. Isnaini, V.A., Arutanti, O., Sustini, E., Aliah, H., Khairurrijal dan Abdullah, M. (2011): A Novel System for Producing Photocatalytic Titanium Dioxide Coated Fibers for Decomposing Organic Pollutants in Water, *Environ. Prog Sustainable Energy*.
13. Arutanti, O, Abdullah, M. (2009): Penjernihan Air Dari Pencemar Organik dengan Proses Fotokatalis pada Permukaan Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>), *J. Nanyang Saintek. Spec. Ed. Agust*, 43-45.
14. Amalia, I. F., Aliah, H., Khairurrijal, dan Abdullah, M. (2011): Optimasi Jumlah Katalis TiO<sub>2</sub> pada Fotodegradasi Larutan Metilen Biru dengan Matahari sebagai Sumber Cahaya, *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
15. Aliah, H. (2012): *Imobilisasi, TiO<sub>2</sub> pada Permukaan Bulir Polimer Polipropilena dan Aplikasinya sebagai Fotokatalis pada Fotodegradasi Metilen Biru*, Disertasi, ITB, Bandung, Indonesia.

# FI-03

## Karakteristik TiO<sub>2</sub> dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis Dalam Degradasi Senyawa Organik Metilen Biru

A. Sawitri<sup>1</sup>, A. E. Nurasiah<sup>1</sup>, B. W. Nuryadin<sup>1</sup>, H. Aliah<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Jur. Fisika FST UIN Sunan Gunung Djati, Bandung

\* Email: hasniahaliah@yahoo.com

**Abstrak.** Karakteristik Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) menunjukkan sampel merupakan fasa anatase dengan ukuran kristal 82,63 nm, dengan kandungan karbon (C) sebanyak 37,79%, menjadikan TiO<sub>2</sub> reaktif untuk fotokatalisis di daerah sinar tampak. Pelapisan TiO<sub>2</sub> pada PP dilakukan di dalam milling pada suhu 100<sup>o</sup>C selama 90 menit. Daerah evaluasi degradasi pewarna MB dilakukan dengan dua jenis perlakuan, yaitu pengaruh konsentrasi awal MB dan pelarut MB yang digunakan. Degradasi MB pada variasi konsentrasi awal memperlihatkan hasil yang optimal pada konsentrasi awal 1x10<sup>-5</sup> M dengan persen degradasi sebesar 99,75% dan laju reaksi 0,978/hari. Pada keadaan konsentrasi awal yang kecil, maka molekul MB yang terdapat di dalam sampel uji pun semakin minimum sehingga kuantitas *hidroxyl* yang diperlukan tidak banyak untuk mendegradasi MB. Degradasi MB di dalam limbah lebih lambat di bandingkan dengan di dalam air, karena kandungan senyawa limbah yang begitu kompleks. Degradasi MB dalam limbah menunjukkan persen degradasi 21,01% pada perlakuan selama 5 hari dengan laju kinetik 0,049 /hari, sedangkan degradasi MB dalam air dengan perlakuan yang sama menunjukkan persen degradasi sebesar 98,56% dengan laju kinetik 0,953/hari.

*Kata kunci:* Titanium Dioksida, metilen biru, fotodegradasi, limbah, konsentrasi, laju kinetik.

### PENDAHULUAN

Perkembangan industri sekarang ini menjadikan kawasan industri di berbagai tempat semakin meluas. Industri fashion, garmen, kertas, dan percetakan adalah beberapa industri yang menggunakan pewarna sebagai faktor penting di dalam perindustriannya, dan menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan pewarna. Pengelolaan dan pengolahan limbah tersebut sangat diperlukan terutama untuk mencegah aspek kerusakan lingkungan karena pengaruh zat warna. Salah satu contoh zat warna yang banyak dipakai industri tekstil adalah metilen biru.

Metilen biru adalah senyawa kimia hetero siklik aromatic dengan rumus molekul C<sub>16</sub>H<sub>18</sub>N<sub>3</sub>SCl. Limbah metilen biru merupakan salah satu limbah organik yang sulit untuk didegradasi. Nilai ambang batas

senyawa metilen biru untuk baku mutu buangan air industri berdasarkan Kep.Men.Neg.L.H. No.: KEP-51/MENLH/10/1995 adalah 5-10 ppm. Salah satu alternatif potensial pengolahan limbah maupun fotodegradasi senyawa organik adalah metode fotokatalisis.

Fotokatalisis merupakan kombinasi dari proses fotokimia dan katalis yang terintegrasi untuk dapat melangsungkan suatu reaksi transformasi kimia. Bahan katalis semikonduktor yang memiliki aktivitas fotokatalis yang tinggi, stabil secara kimia dan tidak beracun adalah serbuk TiO<sub>2</sub> terutama dalam bentuk kristal anatase [1]. TiO<sub>2</sub> murni mempunyai sifat fotokatalis pada daerah sinar UV. TiO<sub>2</sub> murni hanya memiliki efisiensi fotokatalitik sebesar 5% dari energi matahari. Untuk mengefektifkan penggunaan dari energi matahari, maka memperlebar spectrum

penyerapan  $\text{TiO}_2$  ke area cahaya tampak menjadi hal yang penting, dimana sekitar 45% energi matahari akan digunakan dalam proses fotokatalisis [2]. Sejauh ini usaha untuk memperkecil *band gap* dan memperbesar spektrum serapan cahaya dari titania telah membuahkan hasil melalui proses doping oleh N, B, C, F, dan lain-lain [3]. Dengan menggunakan  $\text{TiO}_2$  teknis, spektrum absorpsi  $\text{TiO}_2$  yang lebar bisa didapatkan tanpa melakukan proses pendopingan. Hal ini terjadi karena pada  $\text{TiO}_2$  teknis terdapat beberapa senyawa pengotor di dalamnya yang menjadikan  $\text{TiO}_2$  teknis tidak memerlukan dopan lagi. Menggunakan  $\text{TiO}_2$  teknis dalam proses fotokatalisis diharapkan dapat memaksimalkan pemanfaatan energi matahari dalam proses degradasi.

Pada umumnya, penggunaan material fotokatalis dalam pengelolaan limbah dilakukan dengan menaburkan katalis ke dalam air limbah. Namun cara ini kurang efektif dan menjadikan katalis sebagai polutan baru dalam limbah karena perlu penanganan khusus setelah proses selesai. Pelapisan katalis pada penyangga dengan berbagai teknik menjadi alternatif dalam permasalahan di atas. Berbagai metode dilakukan untuk menangani permasalahan tersebut, diantaranya melakukan pelapisan katalis terhadap suatu penyangga [4,5]. Salah satu metode yang berkembang adalah pelapisan katalis terhadap polimer polipropilena dengan teknik *thermal milling* [6-8].

Berdasarkan potensi di atas, fokus yang dikembangkan dalam paper ini adalah menganalisis struktur kristal, morfologi partikel dan dopan yang terkandung di dalam material  $\text{TiO}_2$  teknis, pabrikan polimer berlapis katalis  $\text{TiO}_2$ , serta efektivitas fotodegradasi metilen biru (MB) di bawah sinar matahari menggunakan katalis  $\text{TiO}_2$  yang dilapiskan pada polimer Polipropilena (PP).

## EKSPERIMEN

Eksperimen terdiri atas beberapa tahapan, yaitu preparasi dan karakterisasi

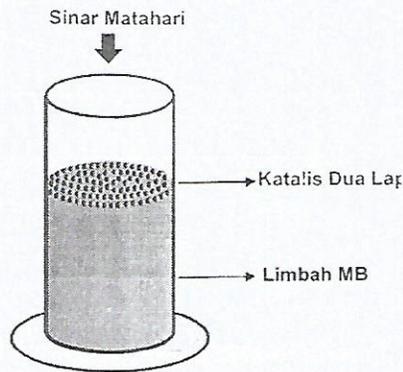
material  $\text{TiO}_2$ , pabrikan material fotokatalis, dan pengujian material fotokatalis  $\text{TiO}_2$  untuk mendegradasi metilen biru pada model limbah maupun limbah tekstil.

Karakterisasi struktur kristal  $\text{TiO}_2$  ditentukan dengan difraksi sinar-x (XRD) menggunakan difraktometer sinar-x Philips tipe PW 1710 BASED, Hasil keluaran karakterisasi XRD berupa kurva hubungan antara intensitas dan  $2\theta$ . Kurva yang didapat kemudian dibandingkan dengan kurva XRD dari literatur. Untuk mengetahui morfologi dan dopan yang terkandung di dalam  $\text{TiO}_2$  yang digunakan, maka masing-masing dilakukan uji karakterisasi SEM-EDS menggunakan alat JEOL JSM-6510LA *Analytical Scanning Microscope*.

Pabrikan fotokatalis  $\text{TiO}_2$  dihasilkan melalui proses pelapisan polimer propilena dengan  $\text{TiO}_2$ . Proses ini dilakukan di dalam *cylinder milling*. Dalam proses ini, polimer dicampurkan dengan  $\text{TiO}_2$  dalam perbandingan massa 1:1. Proses pelapisan dilakukan di dalam *milling* dengan suhu  $100^\circ\text{C}$  dengan waktu pelapisan berkisar 90 menit. Spesifikasi *milling* yang digunakan adalah KIRIN *electric oven* model KBO-190 RAW yang dilengkapi pengatur suhu dan waktu terkontrol.

Fotodegradasi MB dilakukan dengan kondisi eksperimen menggunakan sumber cahaya matahari langsung dan setiap harinya diukur intensitas, suhu serta kelembaban di lingkungan eksperimen. Sampel air limbah ditempatkan pada reaktor tak alir yang memiliki luas permukaan  $38,47\text{ cm}^2$  dan ditambahkan lapisan katalis polimer berlapis  $\text{TiO}_2$  ke dalamnya sebanyak 11,28 g (2 lapis). Fotodegradasi senyawa organik Metilen Biru dilakukan dengan variasi konsentrasi metilen biru pada model limbah (MB dengan pelarut air) dan fotodegradasi metilen biru pada limbah tekstil. Absorbansi MB setelah diberi perlakuan diukur dengan spektroskopi UV-Vis.

kemudian dihitung konsentrasinya menggunakan persamaan linier kurva kalibrasi MB. Cuplikan sampel diambil pada hari ke- 0,1, 2, 3, 4, dan 5.



**Gambar 1.** Ilustrasi proses degradasi pewarna MB dengan fotokatalisis di bawah sinar matahari.

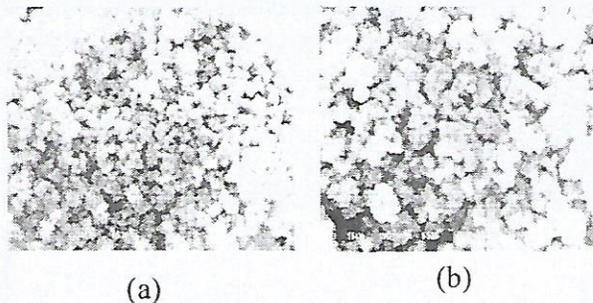
### HASIL DAN DISKUSI

Pola difraksi sinar-x  $\text{TiO}_2$  sampel yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. Pola difraksi yang diperoleh  $\text{TiO}_2$  sampel menandakan bahwa  $\text{TiO}_2$  sampel memiliki fasa kristal anatase sesuai dengan JCPDS no. 21-1272.

**Gambar 2.** Pola XRD  $\text{TiO}_2$  sampel

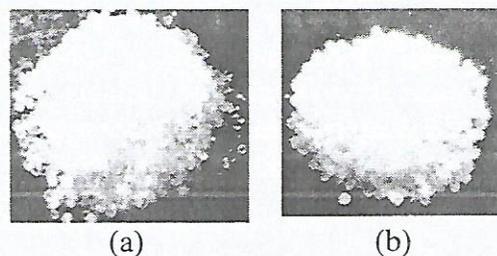
Citra SEM  $\text{TiO}_2$  sampel ditunjukkan pada Gambar 3. Pencitraan SEM  $\text{TiO}_2$  sampel menampilkan morfologi permukaan dengan bentuk nanokristal  $\text{TiO}_2$  sampel dominan bulat. Ukuran partikel yang diperoleh dengan rata-rata distribusi

sebaran nanokristal yang terekam pada citra SEM dengan pendekatan fungsi distribusi normal adalah 158 nm.



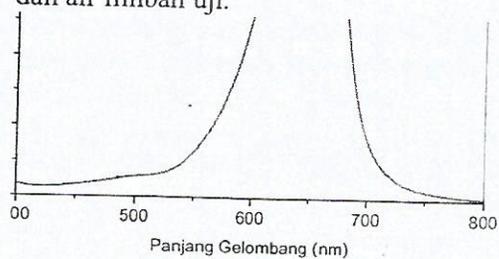
**Gambar 3.** Pola SEM  $\text{TiO}_2$  sampel (a) perbesaran 1000 kali, (b) perbesaran 2000 kali

Berdasarkan hasil karakterisasi EDS, didapatkan bahwa unsur yang terkandung pada  $\text{TiO}_2$  sampel tidak hanya atom Ti dan O saja, tetapi terdapat pula atom C dengan komposisi massa Ti 16,55%, O 45,67%, dan C 37,79%. Adanya pengotor berupa atom karbon di dalam  $\text{TiO}_2$  ternyata dapat menggeser energi celah pita material sehingga dapat menyerap energy dalam spektrum cahaya tampak.  $\text{TiO}_2$  murni yang memiliki energi celah pita sebesar 3,2eV, sedangkan  $\text{TiO}_2$  kotor yang mengandung atom C mempunyai energi celah pita lebih kecil [9]. Dengan energi celah pita sekitar 2,33eV, material katalis tidak hanya reaktif terhadap sinar UV yang memiliki panjang gelombang lebih kecil dari sinar tampak (<400 nm), namun juga terhadap sinar tampak yang memiliki panjang gelombang 400-750 nm. Hal ini menunjukkan bahwa  $\text{TiO}_2$  dapat digunakan sebagai fotokatalisis dengan bantuan sinar matahari.



**Gambar 4.** Polimer PP (a) sebelum dilapisi  $\text{TiO}_2$ , (b) setelah dilapisi  $\text{TiO}_2$  pada suhu 100 °C

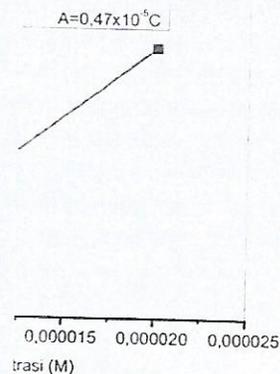
Pelapisan  $\text{TiO}_2$  terhadap polipropilena dilakukan dengan perbandingan massa  $\text{TiO}_2$  dan PP 1:1 pada suhu  $100^\circ\text{C}$  dengan lamanya pelapisan 90 menit, dan menghasilkan fotokatalis dengan massa jenis  $0,829 \text{ g/cm}^3$ . Nilai massa jenis katalis yang lebih rendah dari sampel limbah MB menjadikan katalis tetap mengapung dalam sampel limbah sehingga memudahkan penanganan akhir dalam memisahkan katalis dan air limbah uji.



Gambar 5. Spektrum absorbansi Metilen Biru (MB)

Pengukuran larutan standar MB menggunakan spektroskopi UV-Vis menunjukkan kurva karakteristik absorbansi Metilen Biru dengan puncak maksimum berada pada panjang gelombang 664 nm (Gambar 5).

Hukum *Lambert-Beer* menyatakan bahwa terdapat hubungan yang linear antara absorbansi dengan konsentrasi, maka kurva kalibrasi larutan standar MB dengan persamaan dapat digunakan untuk penentuan konsentrasi MB.



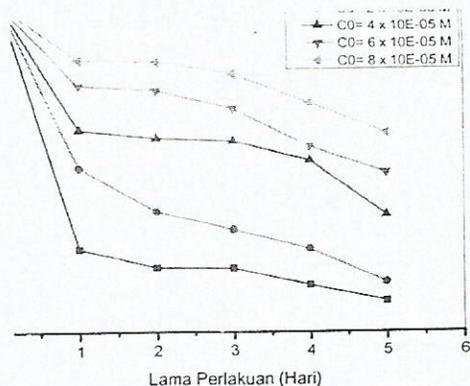
Gambar 6. Kurva kalibrasi larutan standar MB

Tabel 1. Parameter aktivasi katalis dengan variasi konsentrasi MB.

|  |                   |
|--|-------------------|
| Konsentrasi awal ( $10^{-5} \text{ M}$ ) | 1, 2, 4, 6, dan 8 |
| Volume (mL)                              | 250               |
| Massa katalis (g)                        | 11,28             |

Pada pengujian pengaruh konsentrasi awal MB, sampel yang digunakan adalah model limbah metilen biru, dimana metilen biru dilarutkan kedalam air dengan volume MB yang berbeda-beda sehingga konsentrasi awal model limbah metilen biru yang digunakan menjadi terbedakan. Masing-masing sampel model limbah Metilen Biru (MB) yang ditmpatkan pada reaktor tak alir ditambahkan katalis  $\text{TiO}_2$  yang dilapisi pada polimer PP.

Foto degradasi MB merupakan reaksi orde 1, dimana logaritma natural antara konsentrasi awal dan akhir sebanding dengan lamanya penyinaran. Berdasarkan data eksperimen yang ditunjukkan dalam Gambar 7, nilai laju kinetika reaksi masing-masing konsentrasi tersebut adalah 0,978; 0,505; 0,231; 0,165; dan 0,107 /hari untuk konsentrasi awal  $1 \times 10^{-5} \text{ M}$ ,  $2 \times 10^{-5} \text{ M}$ ,  $4 \times 10^{-5} \text{ M}$ ,  $6 \times 10^{-5} \text{ M}$ , dan  $8 \times 10^{-5} \text{ M}$ .



**Gambar 7.** Pengaruh konsentrasi awal terhadap proses fotodegradasi MB

Degradasi metilen biru paling signifikan yaitu pada konsentrasi awal MB  $1 \times 10^{-5}$  M. Selang waktu 5 hari proses fotokatalisis berlangsung, MB yang terdapat di dalam model limbah dengan konsentrasi awal  $1 \times 10^{-5}$  M dapat mendegradasi MB sebesar 99,75%.

**Gambar 8.** Efektivitas proses degradasi dengan variasi konsentrasi awal MB

Pada larutan dengan konsentrasi MB yang tinggi, jumlah molekul MB yang terkandung didalam larutan pun akan semakin tinggi. Dengan molekul MB yang semakin tinggi maka dibutuhkan radikal *hydroxyl* yang lebih banyak dalam proses degradasi. Karena katalis yang digunakan selama proses

fotokatalisis dengan variasi konsentrasi ini tetap atau sama rata, maka jumlah radikal  $\text{OH}^*$  yang dihasilkan pun akan konstan. Akibatnya akan terjadi kekurangan pasokan radikal pada proses degradasi dengan konsentrasi awal yang tinggi, menjadikan tetapan kelajuan degradasinya pun akan kecil.



**Gambar 9.** Hasil degradasi metilen biru di dalam air.

Degradasi MB yang diberi katalis pada rektor tak alir menyebabkan terjadinya difusi di dalam larutan MB. Difusi terjadi karena katalis akan mendegradasi terlebih dahulu bagian larutan yang terletak lebih dekat dengan katalis. Hal inilah yang menyebabkan terjadi difusi, dimana bagian dengan konsentrasi lebih tinggi pada larutan MB akan mengalir kedalam bagian yang berkonsentrasi rendah sehingga didapat kesetimbangan. Kita dapat mempercepat kesetimbangan itu dengan cara mengaduk larutan pada saat proses berlangsung.



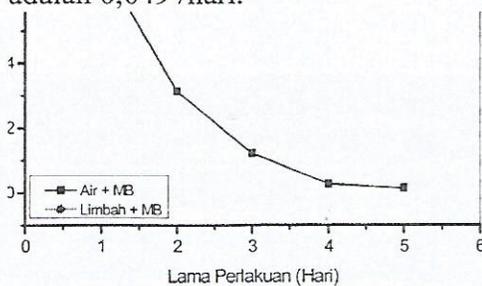
**Gambar 10.** Proses difusi pada degradasi MB di dalam reaktor tak alir.

**Tabel 2.** Parameter aktivasi katalis dengan variasi larutan campuran MB.

|                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| Larutan campuran MB        | Air dan limbah tekstil |
| Volume larutan campuran MB | 250 mL                 |
| Volume MB                  | 1 mL                   |
| Massa katalis              | 11,28 g                |

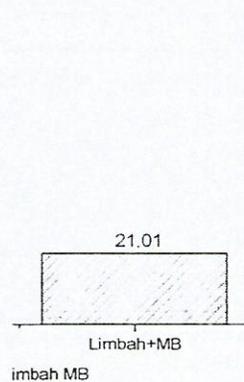
Pengujian aktivitas fotokatalis untuk mendegradasi metilen biru di

dalam limbah tekstil, menggunakan limbah yang berasal dari pabrik tekstil. Grafik hubungan antara  $C/C_0$  terhadap lama perlakuan memperlihatkan tetapan kelajuan degradasi untuk MB pada limbah lebih menurun dibanding tetapan kelajuan degradasi untuk MB pada air. Tetapan kelajuan degradasi untuk MB pada air adalah 0,953 /hari sedangkan untuk MB pada limbah adalah 0,049 /hari.



Gambar 11. Fotodegradasi MB untuk larutan campuran limbah dan air.

MB di dalam limbah hanya mampu terdegradasi sebesar 21,01% dengan lama perlakuan lima hari sedangkan di dalam air dengan lama perlakuan yang sama MB mampu terdegradasi sebesar 98,56%. Hal ini terjadi dikarenakan senyawa penyusun limbah yang kompleks, sehingga degradasi tidak dapat terfokus hanya kepada MB namun degradasi pun terjadi pada senyawa yang lainnya.



Gambar 12. Efektivitas fotodegradasi MB di dalam air dan limbah.

## KESIMPULAN

$TiO_2$  teknis merupakan fasa anatase dengan ukuran kristalnano, serta memiliki komposisi doping karbon (C) sehingga memperkecil  $E_g$  yang dimiliki  $TiO_2$  dan menjadikan  $TiO_2$  sampel dapat digunakan untuk fotokatalisis di daerah sinar tampak.

Degradasi Metilen biru (MB) memperlihatkan hasil yang baik pada konsentrasi awal yang rendah. Fotokatalisis menggunakan katalis polimer berlapis  $TiO_2$  terbukti mampu mendegradasi MB di dalam air dengan baik. Namun degradasi di dalam limbah menunjukkan %degradasi MB yang lambat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hashimoto, K., Irie, H., Fujishima, A., 2005. "TiO<sub>2</sub> Photocatalysis: A Historical Overview and Future Prospects", Japanese Journal of Applied Physics, 44, 8269-8285.
- [2] Nurmawarti, I., Abdullah, M., dan Khairurrijal. 2009. "Distribusi Celah Pita Energi "Titania Kotor". Jurnal Nanosains & Nanoteknologi, Edisi khusus ISSN 1979-0880.
- [3] Zaleska, A. 2008. Doped-TiO<sub>2</sub>: A Review, Recent Patents on Engineering, 2, pp 157-164.
- [4] Subiyanto, H., Abdullah, M., Khairurrijal, dan Mahfuz, H., 2009. Pelapisan

*Nanomaterial TiO<sub>2</sub> Fasa Anatase pada Nilon Menggunakan Bahan Perikat Aica Aibon dan Aplikasinya sebagai Fotokatalis*, Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi, Edisi khusus, ISSN 1979-0880.

- [5] V.A. Isnaini, I. F. Amalia, H. Aliah, O. Arutanti, Masturi, B. W. Nuryadin, M. Abdullah and Khairurrijal, "A Novel Method for Synthesis of TiO<sub>2</sub> Nanoparticles coated Plastic Fibers Using a Sound Vibration and the Use of Coated Fibers as Photocatalytic Materials for Decomposing of Organic Pollutan in Water Under Sunlight Illumination" in The Third Nanoscience and Nanotechnology Symposium 2010, edited by M. Abdullah et al., AIP Conf. Proc. 1284, American Institute of Physics, Melville, NY, 2010, pp. 134-137.
- [6] F. Amalia, H. Aliah, Kharurrijal, M. Abdullah, "Optimasi Jumlah Katalis TiO<sub>2</sub> pada Fotodegradasi Larutan Metilen Biru dengan Matahari sebagai Sumber Cahaya" dalam Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA-2010, edited by Kismiantini et al., Prosiding Seminar Nasional UNY, Yogyakarta, Indonesia, 2010, pp. 379-380.
- [7] H. Aliah, O. Arutanti, Masturi, A. Setiawan, E. Sustini, M. Budiman, M. Abdullah, "Optimization of Coating Temperature of TiO<sub>2</sub> Powder on the Polypropelene Polymer Surface for Photocatalytic Degradation of Methylene Blue" in The Fourth Nanoscience and Nanotechnology Symposium 2011, edited by Ferry Iskandar et al., AIP Conf. Proc. 1415, American Institute of Physics, Melville, NY, 2011, pp. 155-158.
- [8] H. Aliah, A. Sawitri, M. P. Aji, A. Setiawan, E. Sustini, M. Budiman, M. Abdullah, "Pelapisan Partikel TiO<sub>2</sub> pada Polimer Polipropilena dan Aplikasinya sebagai Reusable Photocatalyst". dalam seminar nasional material 2012, edited by Khairurrijal et al., Prosiding SNM 2012 ITB, Bandung, pp. 65-67.
- [9] Xu, T., Song, C., Liu, Y., and Han, G., 2006. Band Structures of TiO<sub>2</sub> Doped with N, C and B. Journal of Zhejiang University Science B, 7(4), pp 299-303.