



ISSN: 1693-4393

SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA "KEJUANGAN" 2012

*Pengembangan Teknologi Kimia
untuk Pengolahan Sumber Daya
Alam Indonesia*

6 Maret 2012

PROSIDING



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**



REVIEWER
SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA “KEJUANGAN” 2012
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA

1. Prof. Ir. H. Wahyudi Budi Sediawan, SU, Ph.D
2. Prof. Dr. Ir. H. Supranto, SU
3. Ir. Moh. Fahrurrozi, M.Sc, Ph.D
4. Dr. Ir. IGS Budiaman, MT



**SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL
TEKNIK KIMIA “KEJUANGAN” 2012
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” YOGYAKARTA**

Penanggung Jawab : Dekan FTI UPN “Veteran” Yogyakarta

Panitia Pengarah : 1. Ketua Program Studi Teknik Kimia FTI UPNVY
2. Sekretaris Program Studi Teknik Kimia FTI UPNVY
3. Prof. Dr. Ir. Supranto, SU
4. Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, SU, PhD
5. Ir. Moh. Fahrurrozi, MSc, PhD

Panitia Pelaksana

Ketua Pelaksana : Ir. Harso Pawignyo, MT
Wakil Ketua Pelaksana : Dr. Yulius Deddy Hermawan, ST, MT
Sekretaris I : Dra. Sri Wahyu Murni, MT
Sekretaris II : Dr. Adi Ilcham, ST, MT
Bendahara I : Ir. Purwo Subagyo, MT
Bendahara II : Dra. Suci Astutiningsih

Koordinator Bidang

1. Seksi Acara dan Sidang:
Koordinator : Ir. Endang Sulistyawati, MT
Anggota : 1. Dr. Ir. Mahreni, MT
2. Ir. Tunjung Wahyu Widayati, MT
2. Seksi Materi dan Prosiding:
Koordinator : Siswanti, ST, MT
Anggota : 1. Dr. Ir. I Gusti S. Budiawan, MT
2. Siti Diyar Kholisoh, ST, MT
3. Seksi Publikasi, Dokumentasi, dan Dekorasi:
Koordinator : Ir. Zubaidi Achmad, MT
Anggota : 1. Ir. I Ketut Subawa, MT
2. Dr. Ir. M. Syahri, MT
4. Seksi Perlengkapan:
Koordinator : Ir. Wasir Nuri, MT
Anggota : 1. Ir. Gogot Haryono, MT
2. Ir. Abdullah Kunta-arsa, MT
5. Seksi Konsumsi:
Koordinator : Ir. Faizah Hadi, MT
Anggota : Ir. Dyah Tri Retno, MM
6. Seksi Dana dan Sponsor:
Koordinator : Dr. Ir. Widayati, MT
Anggota : 1. Dr. Ir. Ramli Sitanggang, MT
2. Dr. Ir. Tjukup Marnoto, MT



Daftar Isi

Halaman Judul	i
Kata Pengantar	ii
Sambutan Ketua Pelaksana	iii
Sambutan Rektor	iv
Sambutan Dekan	v
Reviewer	vi
Susunan Panitia	vii
Daftar Isi	viii

Makalah Pembicara Utama

Kode	Judul, Penulis dan Alamat
MU01	Perancangan Produk di Bidang Teknik Kimia <i>Rochmadi</i> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Jl. Grafika No. 2, Bulaksumur, Yogyakarta
MU02	Pemetarencanaan Produk yang Kompetitive yang Diterima Pasar <i>Ir. St. Tjetje Wiryadi</i> PT. Bukit Surya Mas

Makalah Slot

Kode	Judul, Penulis dan Alamat
MU01	Design Engineering Harus Didukung dengan Budaya “Safety” <i>Syafruddin Napitupulu</i> PT. Black Bear Resources Indonesia

Makalah Bidang Kajian

A. Perpindahan Massa dan Panas

Kode	Judul, Penulis dan Alamat
A01	Penurunan Sianida dalam Umbi Gadung dengan Proses <i>Leaching</i> yang Bekerja <i>Batch</i> <i>Diah Susetyo Retnowati¹, Andri Cahyo Kumoro²</i> ^{1,2} Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Jl. Prof. H. Soedarto SH, Tembalang, Semarang, 50239, Indonesia Telp. (024)7460058, Fax (024)76480675, E-mail: diahsusetyo@gmail.com
A02	Pengaruh Penambahan Kalsium Sulfat dan Waktu Pengadukan terhadap Kadar Protein dalam Blondo <i>Jusuf Izidin dan Dyah Tri Retno</i> Prodi Teknik Kimia Fak. Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur, Yogyakarta 55283 Telp (0293) 487154, 487155, Fax 486889 E-mail: jurtkupn@yogya.indosat.net.id

- A03 **Pengeringan Buah Pepaya dengan Cara Osmosis**
Harsa Pawignya, Dyah Tri Retno, Richard Pelasula, Suprianti
 Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
 Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
 Jl.SWK 104 Lingkar Utara, Condongcatur, Yogyakarta, 55283.
 Telp/fax: 0274 486889 E-mail: harsa_paw@yahoo.co.id
- A04 **Pemisahan Zirkonium dan Hafnium dengan Kromatografi Anular Kontinyu Resin Anion**
Gde Pandhe Wisnu Suyantara^{1}, Wahyudi Budi Sediawan¹, Moch. Setyadji², Indra Perdana¹*
¹Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281, Indonesia
²Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan- Badan Tenaga Nuklir Nasional (PTAPB-BATAN), Yogyakarta, 55281, Indonesia
- A05 **Pengaruh Penambahan Minyak Lengkuas (*Alpinia galangal*) untuk Mengatasi Ketengikan pada Minyak Kelapa**
Faizah Hadi, Titik Mahargiani
 Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta
 Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta - 55283
 Telp./Fax. 0274-486889; E-mail: faishd@yahoo.co.id

B. Termodinamika

Kode Judul, Penulis dan Alamat

- B01 **Dekomposisi Ampas Tebu secara Termokimia dalam Air Panas Bertekanan**
Bregas S. T. Sembodo^{1}, Arif Jumari¹, Ari D. Susanti¹, Wusana A. Wibowo¹*
¹Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
 Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta 57126
 Telp./ fax : 0271-632112, Email: bregas71@gmail.com

C. Teknologi dan Pengendalian Proses

Kode Judul, Penulis dan Alamat

- C01 **Produksi hidrogen melalui Elektrolisis Plasma dalam Larutan Elektrolit KOH - Metanol**
Nelson Saksono, Mardiansyah, dan Setijo Bismo
 Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok
 E-mail: nelson@che.ui.ac.id
- C02 **Optimasi Rasio Tepung Terigu, Tepung Pisang, dan Tepung Ubi Jalar pada Pembuatan Mie**
Heidyliya Stella Lukmana, Angela Justina Kumalaputri, Judy Retti Witono*
 Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katholik Parahyangan
 Jalan Ciumbuleuit No.94, Bandung 40141
 Email: heidylia_stella@hotmail.com; angela.justina@unpar.ac.id; judyretti@yahoo.ca
- C03 **Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Menggunakan Katalis Berbahan Dasar Gula**
Herry Santoso, Yunita Yunus, dan Theresia May Anggraini*
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
 Email: hsantoso@unpar.ac.id
- C04 **Pembuatan LMWCs (Low Molecular Weight Chitosan) Melalui Chemical Depolymerization**
Aji Prasetyaningrum, Nur Rokhati
 Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
 Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50239, Telp.(024)7460058

- C05 **Crystallisation of Struvite ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) in a Lab-Scale Batch Crystalliser: Influence of Cu^{2+} on Crystallisation Rate**
S. Muryanto^{1}, A.P. Bayuseno², E. Supriyo³*
¹Office of Research and Dept. Chemical Engineering, UNTAG University in SEMARANG, Bendhan Dhuwur Campus, Semarang 50233
²Mechanical Engineering Graduate Program, DIPONEGORO University, Tembalang Campus, Semarang 50275
³Chemical Engineering Vocational-D3 Program, DIPONEGORO University, Tembalang Campus, Semarang 50275
tel.024-8441771, fax. 024-8441772, email: technologypark28@yahoo.com.au
- C06 **Studi Awal Sintesis Hidrogel: Crosslinking Karagenan Menggunakan Glutaraldehid Sperisa Distantina¹, Rochmadi², Mohammad Fahrurrozi², dan Wiratni²**
¹Jurusan Teknik Kimia, FT, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta.
²Jurusan Teknik Kimia, FT, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika 2 Yogyakarta.
Telp. +62 271 632112; Fax. +62 271 632112; E-mail: distantina@uns.ac.id
- C07 **Pembuatan Hidroksi Apatit dari Kulit Telur Mahreni¹, Endang Sulistyowati¹, Saeful Sampe² dan Willyam Chandra²**
¹Dosen Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
²Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 Lingkar Utara, Condongcatur, Yogyakarta, 55283
Telp/fax: 0274 486889; E-mail: mahreni_03@yahoo.com
- C08 **Aplikasi dan Peranan Pelarut Ramah Lingkungan (Room Temperature Ionic Liquid, RTIL) dalam Proses Konversi Lignoselulosa: Review Mahreni**
Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK. 104 Lingkar Utara Condong Catur Yogyakarta (55283)
Email: mahreni_03@yahoo.com/mahrenia@gmail.com
- C09 **Pengaruh Gangguan Pulsatif terhadap Dinamika Level Output pada Tangki Silinder Vertikal Siti Diyar Kholisoh, Yogi Suksmono, Janny Lenita Dayang, Monika Rohani Hutagalung**
Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283, Indonesia
Telp/Fax. +62-274-486889, E-mail: diyar.kholisoh@upnyk.ac.id,
jeanluy_j3su5@yahoo.com, hutagalungmonika@yahoo.co.id
- C10 **Kajian Laboratorium Peningkatan Perolehan Minyak Menggunakan Metode Soaking Surfactant Dedy Kristanto**
Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta 55283
Email: dedykris@yahoo.com
- C11 **Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) terhadap Suhu dan Emisi Gas Buang Pembakaran Campuran Minyak Pelumas Bekas dan Minyak Goreng Bekas pada Burner Sistem Preheater Masjudin¹, Eddy Kurniawan^{2*}**
¹Mahasiswa Pascasarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jalan Grafika No. 2 Kampus UGM Yogyakarta, 55281
²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Jalan Tgk. Chik Ditiro No. 26 Lancang Garam Lhokseumawe, 24351
*Email: ediekur@gmail.com

- C12 **Pembuatan Perisa Madu Alami melalui Proses Spray Drying**
Endang Srihari, Farid Sri Lingganingrum
 Jurusan Teknik Kimia – Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
 Jl. Raya kalirungkut, Surabaya 60292
 e-mail : endang_srihari@yahoo.com
- C13 **Karakterisasi Kerusakan Sistem Anoda Korban dalam Simulator Sistem Proteksi Katodik Jaringan Perpipaan**
*Nurcahyo **
 *Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung,
 Tlp/Fax 022-2016403, HP 08158064794, E-mail: nurcahyoms@yahoo.com
- C14 **Pembuatan Penjerap dari Abu Sekam Padi**
Sri Suhenry dan Supranto
 Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN “Veteran” Yogyakarta
 Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283
 Telp/ Fax. 0274-486889, E-mail: supranto@yahoo.com
- C15 **Dinamika Komposisi pada Sistem Tangki Pencampur 10 Liter**
*Yulius Dedy Hermawan *, Gogot Haryono, Marya Agustin, dan Hayanti Abiad*
 Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN “Veteran” Yogyakarta
 Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283
 *E-mail: ydhermawan@upnyk.ac.id
- C16 **Screening Criteria EOR dan Analisa Biaya Transportasi Gas CO₂ untuk Preliminary Feasibility Penerapan CO₂ Flooding pada Lapangan Minyak Jatibarang Hariyadi *, I. Putu Suarsana****
 *Program Studi Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta
 Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur Yogyakarta 55283
 **PT. Pertamina EP-EOR, Menara Standard Chartered Jl. Prof. Satrio 164 jakarta
 Email: haryd_upn@yahoo.com

D. Kinetika Reaksi dan Katalisis

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|--|
| D01 | Uji Deaktivasi dan Regenerasi Katalis pada Pengolahan Limbah Kromium Heksavalen Industri Elektroplating dengan Fotokatalisis UV/TiO₂
<i>Tedi Hudaya*, Winnie Teddyono, dan Ferdian Budi Saputro</i>
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung 40141
Telp/Fax: (022) – 2032 700; E-mail: t_hudaya@yahoo.com.au ; t.hudaya@home.unpar.ac.id . |
| D02 | Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Mentah dengan Menggunakan Katalis Alumina dari Limbah Padat Lumpur PDAM
<i>Doni Rahmat Wicakso, Sona Miranda dan Renny Eka Setiawati</i>
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Banjarbaru 70714, Indonesia, E-mail: doni_tkugm@yahoo.com |
| D03 | Unjuk Kerja Katalis Heterogen Nanokomposit ZnO/Fe₂O₃ untuk Reaksi Transesterifikasi pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Tinjauan Waktu Reaksi
<i>Arif Jumari¹, Agus Purwanto², Danik Widi Astuti³, dan Yunie Widhyastuti⁴</i>
^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Kimia UNS Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta
Email: arifjumari@yahoo.com |

- D04 **Uji Deaktivasi dan Pemisahan Katalis pada Pengolahan Limbah Sianida dan Cadmium Industri Elektroplating dengan Sistem Fotokatalisis UV/TiO₂**
*I Gede Pandega Wiratama dan Tedi Hudaya**
Magister Teknik Kimia, Program Pascasarjana, Universitas Katolik Parahyangan
Jalan Merdeka No. 30, Bandung, Telp/Fax: (022) – 2032 700
E-mail: t_hudaya@yahoo.com.au; t.hudaya@unpar.ac.id
- D05 **Hidrolisis Enzimatis Minyak Sawit Menggunakan Bungkil Biji Jarak**
Faizah Hadi dan Sri Wahyu Murni
Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri UPN “Veteran” Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283
Telp/Fax. 0274-486889; E-mail: faishd@yahoo.co.id
- D06 **Kinetika Reactive Sintering Pada Proses Mullitisasi Keramik Kasongan**
Indra Perdana, I Made Bendiyasa*
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika 2, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281 Indonesia
- D07 **Pengaruh Kondisi Hidrolisis terhadap Derajat Hidrolisis Protein pada Tepung Iles-iles**
*Fadilah*¹, Ari Diana Susanti¹, Moh. Fahrurrozi², Wiratni²*
¹Program Studi Teknik Kimia FT Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
Jl. Ir. Sutami 36 a Surakarta 57126. E-mail: fadil_am@uns.ac.id. No. Telpon 08121525484
²Jurusan Teknik Kimia FT Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
Jl. Grafika UGM Yogyakarta 55281.
- D08 **Tinjauan Kinetika Pyrolisis Limbah Polystiren**
Tjukup Marnoto dan Endang Sulistyowati
Teknik Kimia, Fak Teknologi Industri, UPN “Veteran” Yogyakarta.
Jln. SWK 104, Lingkar utara Condongcatur, Yogyakarta. 55283
Email: tjukup@upnyk.ac.id

E. Bioteknologi

Kode Judul, Penulis dan Alamat

- E01 **Pengaruh Konsentrasi Glukosa Terhadap Biokonversi *Reject* Nanas Menjadi Bioetanol**
Adrianto Ahmad¹, Said Zul Amraini² dan Bambang Sutikno²
¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
²Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293
- E02 **Pengaruh Konsentrasi Inokulum terhadap Biokonversi *Reject* Nanas menjadi Bioetanol**
Adrianto Ahmad¹, Edward¹ dan M. Febrian Muntaha²
¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
²Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293
- E03 **Pengaruh Konsentrasi Fosfor terhadap Biokonversi *Reject* Nanas menjadi Bioetanol**
Adrianto Ahmad¹, Khairat¹ dan Sarifah Aini²
¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
²Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293
- E04 **Pengaruh Konsentrasi Urea Sebagai Sumber Nitrogen terhadap Proses Biokonversi *Reject* Nanas Menjadi Bioetanol**
Adrianto Ahmad¹, Sri Rezeki Muria¹ dan Yanny Octari²
¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
²Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293

- E05 **Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* Secara Fermentasi dalam Medium Kultur Padat**
Sri Wahyu Murni, Gunarto, Titik Sudewi dan Anggara Jaka S.
 Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta
 Jl SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur Yogyakarta-55283, Indonesia
 Telp/Fax. 0274-486889, E-mail: wahyuswm@yahoo.com
- E06 **Delignifikasi Lignoselulosa Sebagai Bahan Mentah Bioetanol**
***Silvi Octavia*^{1,2}, I.D.G. Arsa Putrawan¹, Ronny Purwadi¹, Tatang H. Soerawidjaja¹**
¹ Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung, Bandung
² Jurusan Teknik Kimia, Universitas Bung Hatta, Padang
 E-mail: silviocetavia@yahoo.com
- E07 **Fermentasi Nira Nipah (*Nypa fruticans wurmb*) Menjadi Bioetanol Menggunakan *Sacharomyces cereviceae* dalam BIOFLO 2000 FERMENTOR**
Hafidawati, Chairul, dan Muhammad Sodiq
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Kampus Bina Widya
 Jalan Raya HR.Subrantas km 12,5 Pekanbaru – Riau Telp. 0761-566937 / 085274681302
 E-mail: afi.waldi@gmail.com
- E08 **Teknologi Kolom Berpaking dengan Pengemban Fase Padat Enzim Lipase Amobil Berbasis *Polyurethane Foam* Sebagai Model Pengembangan Biodiesel Ramah Lingkungan**
Achmad Chumaidi, Dwina Moentamaria
 Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang
 E-mail: achmad.chumaidi@yahoo.com
- E09 **Proses Pertumbuhan Mikroalga Kultur Campuran yang Didominasi oleh *Scenedesmus sp.* dalam Photobioreaktor *Open Pond Raceway* Sirkular**
Dhiti Adiya Hanupurti^{1,*}, Rino Nirwawan¹, Sri Astuti Rahayu¹
¹ Kelompok Bioteknologi, KPPP Teknologi Proses, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS", Jl. Ciledug Raya Kav.109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12230
- E10 **Produksi Etanol Secara *Continue* dengan Sel Tertambat Menggunakan *Bioreactor Tower Fluidized Bed***
Ronny Kurniawan, S. Juhanda, Melati Septiyanti, Yuditha Resgiaty
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Itenas Bandung
 Jl. PHH. Mustafa No 23 Bandung 40132, Telp (022)7272215 Fax (022)7202892
 E-mail: Kurniawan_Itenas@yahoo.co.id

F. Optimasi Teknologi Pemisahan

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|---|
| F01 | Pengaruh Natrium Metabisulfit pada Isolasi Pati dari Biji Alpukat
Andy Chandra, Maria Ingrid, Raymond Setiabudhi
Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Ciumbeluit no 94, Bandung
E-mail: miancha@yahoo.co.id |
| F02 | Pengaruh <i>Buffer</i> Natrium Bikarbonat pada Hidrodistilasi Daun dan Batang Nilam (<i>Pogostemon Cablin Benth</i>)
Maria Ingrid, Vanessa Eka Ocshario
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan
Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung, 40141, Telp (022) 2032700 |

- F03 **Ekstraksi Oleoresin dari Rimpang Jahe dan Biji Pala dengan Bantuan Radiasi Gelombang Mikro**
Y.C. Danarto^{1,}, Paryanto¹, Sunu H. Pranolo¹, Samun¹*
¹Jurusan Teknik Kimia FT UNS, Jl. Ir. Sutami 36 A Kentingan Surakarta
- F04 **Pengaruh Pengadukan terhadap Proses Presipitasi CaCO₃ pada Air Sadah**
Tri Sutanti Budikania¹, Wilda Nur Puspita², Yuliusman², dan Nelson Saksono²
 Akademi Kimia Analisis Bogor, Jl Pangeran Sogiri 283, Tanah Baru - Bogor
 E- mail: trisutanti_budika@yahoo.co.id
²Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia
- F05 **Pengaruh Temperatur Ekstraksi, Rasio Massa Umpan terhadap Pelarut dan Jenis Pelarut pada Ekstraksi Zat Warna Hijau Daun Suji Secara Batch**
Susiana Prasetyo S.¹ dan Henny Sunjaya²
 Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan
 Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung 40141
 Telp./Fax : 022-2032700
- F06 **Kandungan Komponen Aktif Oleoresin Biji Pala Hasil Ekstraksi Maserasi Menggunakan Pelarut Metanol**
Jayanudin
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 Jl. Jendral Sudirman km.3 Cilegon 42435 Telp. (0254) 395502 Fax. (0254) 395440
 Email: jaya_hisyam@yahoo.com
- F07 **Identifikasi Komponen Minyak Atsiri Nilam Hasil Penyulingan Uap Menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS)**
Jayanudin dan Rudi Hartono
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 Jl. Jendral Sudirman km.3 Cilegon 42435 Telp. (0254) 395502 Fax. (0254) 395440
 Email: jaya_hisyam@yahoo.com
- F08 **Ekstraksi Zat Warna Bunga Waru (*Hibiscus Tiliaceus L.*) Menggunakan Pelarut Air**
Margono¹, Dewi Nurhayati², Kiki Indrayanti²
¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNS email: mrgono04@yahoo.com
² Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNS email: kikiindrayanti@gmail.com
- F09 **Pengaruh Aktifasi Zeolit Alam Lampung terhadap Adsorpsi Gas Karbon Monoksida dan Penjernihan Asap Kebakaran.**
Yuliusman¹, Widodo WP², Yulianto S.N³, M. , Reza S⁴
^{1,2,4}Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia Kampus UI Depok, Depok 16424, Telepon: 021-7863516, Fax: 021-7863515 usman@che.ui.ac.id,
³Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- F10 **Penjernihan Minyak Goreng Bekas Menggunakan Karbon Aktif, Zeolit Dan Bentonit Dengan Variasi Massa Dan Komposisi Bahan Penyerap**
Jimmy, Angga Yuli P, Biron Fredrik
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
 Jln. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang 65145
 Telp. +62341551431, Fax. +62341553015
 E-mail: j_roring@yahoo.com
- F11 **Penentuan Waktu Optimum pada Proses Ekstraksi Biji Jarak**
Unung Leoangraini^{1,}*
¹Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung
 Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga Kotak Pos 1234, Bandung 40012
 Telp. 022-2016403, E-mail: ununglz@yahoo.com

G. Teknologi Partikel

Kode Judul, Penulis dan Alamat

- G01 **Sorption Mechanism of Lead Ions From Aqueous Solution By Imperata Cylindrica Dried Leaf Particle: Effect of Temperatures**
Andri Cahyo Kumoro^{)}*
Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Diponegoro University
Prof. H. Soedarto, SH Road, Tembalang-Semarang 50275 Indonesia

H. Teknologi Pengolahan Limbah

Kode Judul, Penulis dan Alamat

- H01 **Pengolahan Larutan Zat Warna Menggunakan Proses Elektrokoagulasi dengan Elektroda Besi**
Arenst Andreas, Livia Effendi, Yandi Junaidi
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung 40141
Alamat Email: arenst@unpar.ac.id, livia_effendi@hotmail.com, hick_doutz@hotmail.com
- H02 **Perancangan Sistem Operasi *Supercritical Water Oxidation* (SCWO) untuk Pengolahan Limbah *Non-Biodegradable***
*Angela Justina Kumalaputri *, Henky Muljana, Tedi Hudaya*
Magister Teknik Kimia, Program Pascasarjana, Universitas Katolik Parahyangan Bandung
Jl. Merdeka No. 30 Bandung
- H03 **Penurunan BOD,COD, Kadar Minyak dan Lemak Pada Air Limbah Cucian Mobil dengan Menggunakan Penyerap Karbon Aktif**
Dyah Tri Retno
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”,
Jln. SWK 104 Condongcatur, Yogyakarta, Indonesia, 55283
e-mail: dyah_tr@yahoo.com
- H04 **Pengaruh Kadar Fosfor terhadap Pengomposan Tandan Kosong Sawit dengan Metode *Windrow Aerob***
Adrianto Ahmad¹, Bahruddin¹ dan Aisyah Ardy²
¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
²Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293
- H05 **Pengaruh Konsentrasi Nitrogen pada Pembuatan Kompos dari Limbah Tandan Kosong Sawit dengan Teknologi Biofertilizer**
Adrianto Ahmad, Hafidawati dan Debby
Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293
- H06 **Pengaruh Konsentrasi *Starter* pada Pembuatan Kompos dari Tandan Kosong Sawit dengan Teknologi Biofertilizer**
Adrianto Ahmad¹, Chairul¹, dan Lisa Legawati²
¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
²Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km 12,5Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293

- H07 **Pengaruh Konsentrasi Nitrogen Terhadap Pengomposan Serat Buah Sawit dengan Teknologi Biofertilizer**
Adrianto Ahmad¹, Khairat¹ dan Tirta Mailinda²
¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
²Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
 Jl. HR Subrantas Km 12,5Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293
- H08 **Pengaruh Jenis dan Konsentrasi *Hole Scavenger* terhadap Efektivitas Pengolahan Limbah Kromium Heksavalen Industri Elektroplating dengan Fotokatalisis UV/TiO₂**
Tedi Hudaya, Shierin, dan David Andrean*
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
 Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung 40141
- H09 **Pemanfaatan Limbah Daun Kering Menjadi Briket**
Purwo Subagyo, Siti Diyar Kholisoh, Ira Purnama Sari, dan Rita Sejati
 Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Yogyakarta
 Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283, Telp/Fax. 0274-486889
E-mail: subagyo_p@yahoo.com, diyar.kholisoh@upnyk.ac.id, pedrosa26_hp48@yahoo.co.id, dan tha_thae@yahoo.com
- H10 **Efektivitas Zeolit pada Pengolahan Limbah Cair Cu dengan Proses Adsorpsi Sistem Kontinyu**
Rudi Hartono¹, Dhena Ria Barleany¹, Iqbal Ramadhany², Rozak²
¹Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 Jl. Jend. Sudirman Km.3 Cilegon – Banten
²Alumni Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
E-mail: dbarleany@yahoo.com

Indeks Penulis Makalah
Indeks Kata Kunci



Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* Secara Fermentasi dalam Medium Kultur Padat

Sri Wahyu Murni, Gunarto, Titik Sudewi dan Anggara Jaka S.

Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur Yogyakarta-55283, Indonesia
Telp/Fax. 0274-486889, E-mail: wahyuswm@yahoo.com

Abstract

Bioethanol made from lignocellulosic biomass is currently being developed. The main obstacle production of bioethanol from lignocellulosic materials is at the stage of the process of hydrolysis of lignocellulosic material to form sugars. Enzymatic hydrolysis using cellulase enzyme is plagued by an expensive price. In the previous studies have been carried out production of *Trichoderma reesei* cellulase enzymes, in this research conducted using *Aspergillus niger* by solid substrate fermentation method. Enzyme production studies conducted in two stages in, there were in the aerated Erlenmeyer flask and rotary drum fermenter (RDF). The results showed that the production of cellulase enzymes in the rice straw substrate has resulted in enzyme activity similar to sawdust from the wood sengon. Water content effect on enzyme activity. The best results were obtained on a substrate of rice straw at 60% moisture content and fermentation time of 6 days, the CMC-ase activity of FP-ase was 0.00229 and 0.00095U /ml respectively. The best results in sengon sawdust substrate is reached at 70% moisture content and fermentation time of 7 days, obtained CMC-ase and FP-ase activity 0.00257 and 0.00133 U/ml respectively. Productivity of the enzyme in the RDF is similar to the Erlenmeyer flask. At RDF, obtained CMC-ase and FP-ase of 0.00243 and 0.00105 U / ml for rice straw substrate, and 0.00224 and 0.00125 U / ml for sengon sawdust substrate.

Key words: aktivitas enzim, fermentasi, substrat padat, selulosa, selulase

Pendahuluan

Produksi etanol dari biomassa lignoselulosa meliputi tiga tahapan yaitu: *pretreatment*, hidrolisis (sakarifikasi), dan pembentukan etanol. Tahapan yang paling menentukan keberhasilan proses ini adalah hidrolisis biomassa untuk menghasilkan gula. Hidrolisis asam dan hidrolisis enzim, telah dikembangkan untuk hidrolisis biomassa. Keuntungan metode enzimatik yaitu, proses dapat dilakukan pada kondisi ruangan dan tanpa menghasilkan limbah beracun (berupa asam). Akan tetapi sampai saat ini produksi etanol berbahan biomassa belum mencapai tahapan komersial. Kendala yang dihadapi adalah mahalnya biaya produksi enzim selulase. Salah satu upaya untuk menurunkan biaya adalah menggunakan bahan baku yang murah, yang berupa limbah. Dalam penelitian ini akan dilakukan produksi enzim selulase menggunakan bahan limbah pertanian melalui fermentasi media kultur padat secara *batch* menggunakan jamur *Aspergillus niger* dan beberapa substrat selulosa, yaitu jerami padi dan serbuk kayu sengon.

Bahan Lignoselulosa

Bahan lignoselulosa mempunyai kandungan utama berupa tiga macam polimer yang berbeda, yaitu: lignin, hemiselulosa, dan selulosa, yang saling berikatan membentuk satu kesatuan yang utuh. Besarnya kandungan masing-masing komponen bergantung pada jenis biomassa, umur, dan kondisi lingkungan tempat biomassa tersebut tumbuh dan berkembang. Jerami padi mempunyai kandungan selulosa (32-47%), hemiselulosa terutama polimer dari xilosa (19-27%), dan lignin (5-24%). (Binod et. al, 2009) Menurut Bailey dan Ollis (1986), komposisi kayu keras tersusun atas 40-55 % selulosa, 24-40% hemiselulosa, dan 18-25% lignin. Kayu sengon memiliki kandungan lignin yang rendah (25,7%), α -selulosa 46,0% dan holo-selulosa 74,9%. (Atmosuseno, 1996) Kemampuan bahan lignoselulosa untuk terdegradasi sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia ketiganya. Selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n$ merupakan homopolimer dari 1,4- β -D-glukopiranos, merupakan komponen utama bahan



lignoselulosa. Struktur selulosa secara umum berbentuk kristalin, tetapi terdapat bagian-bagian yang amorf. Tingkat kekristalan selulosa mempengaruhi kemampuan hidrolisis baik secara enzimatis maupun kimiawi. (Silvi Octavia, 2011)

Enzim Selulase

Enzim selulase termasuk dalam golongan enzim hidrolase. Ada 3 (tiga) jenis utama selulase yang diproduksi oleh jamur, yaitu: (1) endoglukonase, yang menghidrolisis polimer selulosa secara acak di bagian dalam menjadi oligosakarida dengan panjang rantai bervariasi, (2) selobiohidrolase (*cellobiohydrolase*), memecah selulosa dari ujung non-reduksi dan membebaskan unit-unit selobiosa, serta (3) β -glukosidase (BGL), memecah selobiosa menghasilkan glukosa sebagai hasil akhir. (Ward, 1985)

Penelitian tentang enzim selulase sampai saat ini sudah banyak dilakukan. Beberapa jenis mikroba penghasil enzim selulase antara lain: *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei*, *Penicillium funiculosum*, dan *Rhizopus sp.* (Ward, 1985). (Ward, 1985) menyatakan bahwa *T.reesei* merupakan producer selulase yang bekerja efektif pada selulosa kristal. Sukumaran (2009) menginformasikan bahwa selulase dari *aspergillus niger* didominasi oleh β -glukosidase (BGL).

Metodologi

Mikroorganisme and persiapan inokulum

Biakan *Aspergillus niger* dengan kode *strain* dalam media agar miring diperoleh dari Laboratorium Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta. Biakan *A. niger* diinokulasi dalam medium *potato dextrose* agar dan dibiakkan selama 5 hari. Untuk persiapan inokulasi jamur, sekitar 2 ml air suling steril yang mengandung 0,1% *Tween 80* dikontakkan ke spora yang terlepas ke cairan menggunakan pipet. Suspensi spora *Aspergillus niger* diatur sedemikian sehingga mempunyai konsentrasi $\sim 10^7$ spora/ml

Medium garam mineral untuk fermentasi

Medium garam mineral untuk produksi selulase memiliki komposisi dalam g/L: urea, 0,3; KH_2PO_4 , 2; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 1,4; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,3; peptone, 0,75; yeast extract, 0,25; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,

0,4; and *trace elements*: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,005; $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,0016, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,0014; and CoCl_2 , 0,002.

Pretreatment bahan baku

Jerami padi dan serbuk kayu sengon sebagai substrat dikeringkan pada suhu 70°C dalam oven untuk menghilangkan kelembaban, kemudian dihaluskan (dicacah) sampai lolos ayakan 20 *mesh*. Selanjutnya bahan dicampur dengan larutan NaOH 1 % dengan perbandingan 1:10 (g/mL) dan dilakukan pemasakan selama 1 jam pada tekanan 1,2 atm dan suhu 120°C dalam panci bertekanan. Setelah didinginkan, sampel dicuci beberapa kali dengan aquades untuk menetralkan pH. Sampel dikeringkan di dalam oven dengan suhu 80°C dan diuji kandungan airnya. Bahan yang telah mengalami perlakuan awal selanjutnya disimpan dalam wadah kedap udara untuk digunakan dalam proses fermentasi.

Produksi enzim dalam labu Erlenmeyer

Jerami padi dan serbuk gergaji dari kayu sengon digunakan sebagai substrat untuk produksi enzim secara fermentasi kultur padat. Di dalam labu Erlenmeyer, 5 g substrat dibasahi dengan media garam mineral sampai diperoleh kadar air berturut-turut 60%, 70%, dan 80% untuk produksi enzim selulase. Selanjutnya, ke dalam labu Erlenmeyer diinokulasikan 1 ml suspensi spora *A. niger*. Campuran diaduk hingga merata dan diinkubasi pada suhu ruang dan diaerasi dengan laju alir udara 4,8 ml/detik. Inkubasi dilakukan dalam rentang waktu 7 hari. Setelah waktu inkubasi tercapai, enzim diekstraksi menggunakan 50 ml larutan 0,1 N *buffer* sitrat (pH 4,8). Hasil ekstraksi kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit pada suhu 4°C dan digunakan sebagai sampel enzim kasar (*crude enzyme*).

Fermentasi dalam Rotary Drum Fermenter (RDF)

Proses fermentasi dalam RDF dilakukan dengan menggunakan substrat dan media garam mineral yang sama dengan fermentasi dalam labu Erlenmeyer pada kondisi terbaiknya. Kondisi percobaan pada masing-masing tempuhan disajikan pada Tabel 1. Fermentasi dalam RDF dilangsungkan secara aerob dengan laju aerasi 4,81 ml/menit dan laju putaran rotor 10,5 rpm.

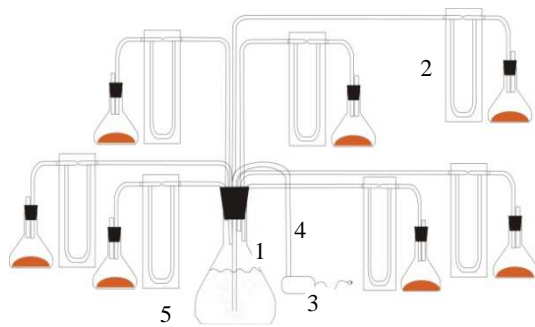
Tabel 1. Kondisi percobaan pada fermentasi dalam RDF

Substrat	Jerami Padi	Serbuk Kayu Sengon
Berat substrat (g)	20	30
Kadar air(%)	60	70

Volume inokulum (ml)	4	6
Konsentrasi spora (spora/ml)	$1,8 \times 10^7$	$2,4 \times 10^7$

Alat

Peralatan utama yang digunakan untuk memproduksi enzim selulase dalam penelitian ini berupa rangkaian peralatan fermentasi dalam fermentor labu Erlenmeyer yang disusun secara paralel (Gambar 2), serta sebuah *rotary drum fermenter (RDF)* yang disajikan pada Gambar 3. RDF ini mempunyai spesifikasi berupa: panjang = 24 cm, diameter dalam = 9 cm, diameter luar = 11,5 cm, jumlah *baffle* = 4 buah, panjang *baffle* = 19 cm, dan lebar *baffle* = 1,5 cm.



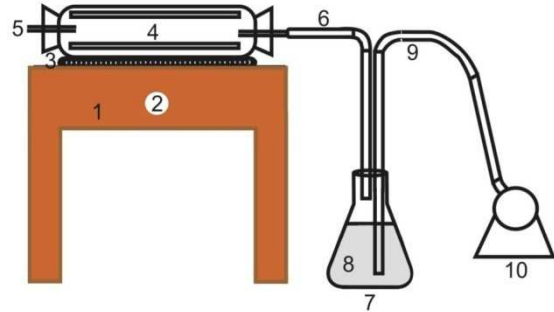
Keterangan alat:

1. Erlenmeyer berisi larutan H₂SO₄ 50%
2. Pipa U
3. Pompa
4. Pipa pemasukan udara
5. Fermentor labu erlenmeyer

Gambar 2. Fermentor labu erlenmeyer

Metode analisa

Aktivitas enzim selulase dalam penelitian ini dievaluasi melalui uji aktivitas kertas saring (*filter paper assay*, FP-ase) dan *carboxy methyl celcucose assay* (CMC-ase), menggunakan metode Ghose (1987). Satu unit aktivitas enzim selulase sebanding dengan 1 μmol substrat yang dihidrolisis per menit. Penentuan kandungan gula pereduksi dilakukan dengan metode DNS (*dinitro salicylic acid*).



Keterangan alat:

1. Meja
2. Pengatur putaran fermentor
3. Rotor
4. Fermentor (RDF)
5. Lubang keluaran udara
6. Selang pemasukan udara
7. Labu Erlenmeyer
8. Larutan H₂SO₄ 50%
9. Selang pemasukan udara
10. Pompa

Gambar 3. Rotary drum fermenter (RDF)

Hasil dan pembahasan

Fermentasi dalam labu Erlenmeyer

Substrat yang berupa jerami padi dan serbuk gergaji kayu sengon mengalami pretreatment dengan tahapan pengecilan ukuran hingga lolos ayakan 20 mesh, dan hidrolisis dengan NaOH 1% selama 1 jam, selanjutnya dicuci, dan dikeringkan. Tujuan dari *pretreatment* ini adalah untuk menghilangkan lignin dalam bahan (*delignifikasi*). Hasil fermentasi produksi enzim selulase dalam labu Erlenmeyer menggunakan jerami padi dan serbuk kayu sengon pada kadar air 60, 70, dan 80% disajikan pada Tabel 2 dan 3. Dalam penelitian ini enzim selulase disintesis oleh jamur *Aspergillus niger*. Jerami padi dan serbuk gergaji dari kayu sengon digunakan sebagai substrat. Hasil penelitian menunjukkan kadar air dan jenis substrat berpengaruh terhadap aktivitas enzim yang dihasilkan. Aktivitas selulase yang diukur dengan CMC lebih tinggi daripada filter paper (FP).

Tabel 2. Hasil fermentasi dalam labu Erlenmeyer

Kadar Air (%)	Hari ke-	1	2	3	4	5	6	7
60	Volume ekstrak enzim = 32 ml							
	Aktivitas CMC-ase (U/ml)	0,0029	0,0064	0,0010	0,0016	0,0014	0,0023	0,0023
	Aktivitas FP-ase (U/ml)	0,00006	0,00028	0,00056	0,00015	0,00117	0,00095	0,0013
	Kandungan gula pereduksi (mg/ml)	0,00068	0,00304	0,0061	0,0016	0,0127	0,0103	0,0141
70	Volume ekstrak enzim = 27 ml							
	Aktivitas CMC-ase (U/ml)	0,00019	0,00054	0,00078	0,00193	0,00196	0,00105	0,00154

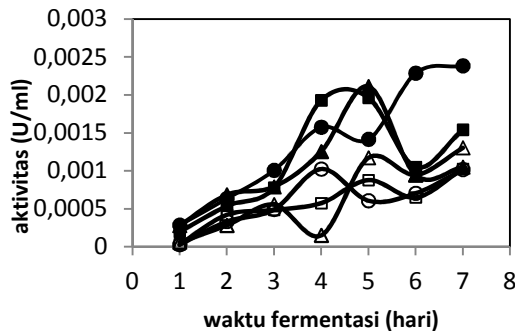
	Aktivitas FP-ase (U/ml)	0,00003	0,00042	0,00048	0,00057	0,00088	0,00065	0,00103
	Kandungan gula pereduksi (mg/ml)	0,00033	0,00454	0,00524	0,00621	0,00949	0,00702	0,01108
80	Volume ekstrak enzim = 28 ml							
	Aktivitas CMC-ase (U/ml)	0,00027	0,00068	0,00079	0,00125	0,00211	0,00094	0,00105
	Aktivitas FP-ase (U/ml)	0,00027	0,003324	0,004919	0,010236	0,00607	0,00705	0,01018
	Kandungan gula pereduksi (mg/ml)	0,0003	0,0036	0,00532	0,01107	0,00656	0,0076	0,011

Tabel 3. Hasil fermentasi substrat serbuk kayu sengon (labu Erlenmeyer)

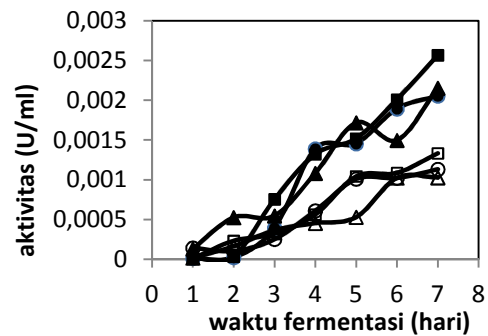
Kadar Air (%)	Hari ke-	1	2	3	4	5	6	7
60	Volume ekstrak enzim = 41 ml							
	Aktivitas CMC-ase (U/ml)	0,00013	0,000218	0,00039	0,01389	0,00146	0,00189	0,00206
	Aktivitas FP-ase (U/ml)	0,00014	0,00010	0,00025	0,00061	0,00101	0,00102	0,00113
	Kandungan gula pereduksi (mg/ml)	0,00153	0,00111	0,00272	0,0066	0,01093	0,01106	0,01224
70	Volume ekstrak enzim = 37 ml							
	Aktivitas CMC-ase (U/ml)	0,000009	0,00003	0,00075	0,00132	0,00152	0,00201	0,00257
	Aktivitas FP-ase (U/ml)	0,000006	0,00023	0,00032	0,00056	0,00104	0,00109	0,00133
	Kandungan gula pereduksi (mg/ml)	0,00006	0,0025	0,00344	0,00608	0,01129	0,01176	0,01442
80	Volume ekstrak enzim = 38 ml							
	Aktivitas CMC-ase (U/ml)	0,00013	0,00052	0,00055	0,00108	0,00172	0,0015	0,00215
	Aktivitas FP-ase (U/ml)	0,00006	0,00016	0,00037	0,00045	0,00053	0,00102	0,00103
	Kandungan gula pereduksi (mg/ml)	0,00018	0,00177	0,00395	0,00491	0,00573	0,01107	0,0111

Pengaruh Kadar Air Substrat terhadap Aktivitas Enzim Selulase

Kadar air berpengaruh terhadap aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh *Aspergillus niger* (Gambar 3 dan 4). Pada substrat jerami padi, aktivitas selulase tertinggi dicapai pada kadar air 60%, sedangkan aktivitas selulase tertinggi untuk substrat serbuk kayu sengon dicapai pada kadar air substrat 70%.



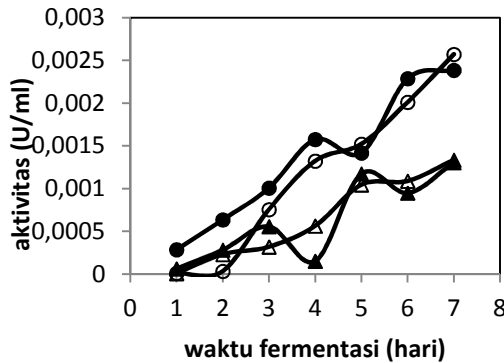
Gambar 3. Pengaruh kadar air substrat pada aktivitas enzim selulase, dengan substrat jerami padi; ●CMC-ase (60%); ■CMC-ase (70%); ▲CMC-ase (80%); ○FP-ase (60%); □FP-ase (70%); △FP-ase (80%)



Gambar 4. Pengaruh kadar air substrat pada aktivitas enzim selulase, dengan substrat serbuk kayu sengon; ● CMC-ase (60%); ■ CMC-ase (70%); ▲ CMC-ase (80%); ○FP-ase (60%); □FP-ase (70%); △FP-ase (80%)

Pengaruh Jenis Substrat terhadap Aktivitas Enzim Selulase

Gambar 5 memperlihatkan aktivitas selulase yang dihasilkan pada substrat jerami padi hampir sama dengan substrat serbuk kayu sengon, baik untuk CMC-ase maupun FP-ase. Fakta bahwa ekstrak enzim yang berasal dari substrat jerami padi dan serbuk kayu mengandung gula pereduksi yang hampir sama. (Gambar 6 dan 7) Aktivitas selulase tertinggi dicapai pada hari ke-6 untuk substrat jerami padi, dan pada hari ke-7 untuk substrat serbuk kayu sengon. Hal ini menunjukkan, substrat serbuk kayu membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai aktivitas tertinggi.

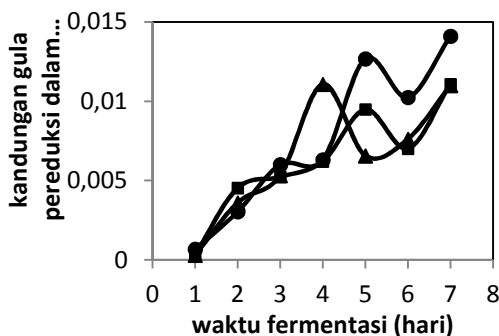


Gambar 5. Aktivitas CMC-ase dan FP-ase antara substrat jerami padi: ● CMC-ase (60%); ▲ FP-ase (60%); dan serbuk kayu sengon: ○ CMC-ase (70%); △ FP-ase (70%)

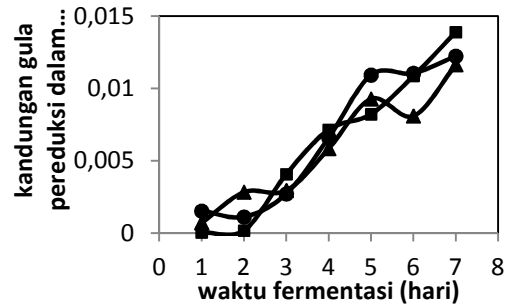
Kandungan Gula Pereduksi dalam Media

Profil konsentrasi gula pereduksi terhadap waktu fermentasi yang dihasilkan oleh *Aspergillus niger* disajikan pada Gambar 6 dan 7. Gula pereduksi diproduksi oleh *A. niger* secara simultan selama mikroba tersebut merombak selulosa dari substrat jerami padi maupun serbuk kayu mahoni. Dalam hal ini, gula pereduksi juga merupakan produk fermentasi selain enzim selulase.

Dalam penelitian ini diperoleh fakta bahwa konsentrasi gula pereduksi semakin meningkat dengan semakin lama fermentasi. Dengan semakin lama fermentasi, maka jumlah sel semakin meningkat pula, sehingga jumlah enzim yang dihasilkan semakin besar, dan pada gilirannya jumlah selulosa yang terhidrolisis juga semakin meningkat.



Gambar 6. Profil kandungan gula pereduksi dengan substrat jerami padi pada berbagai kadar air (%): ● (60); ■ (70); ▲ (80)



Gambar 7. Profil kandungan gula pereduksi dengan substrat serbuk kayu sengon pada berbagai kadar air (%): ●(60) ■ (70) ▲(80)

Konsentrasi gula pereduksi pada substrat jerami padi untuk berbagai kadar air memiliki pola yang sama, meningkat sejak awal fermentasi. Pada kadar air 60% secara umum diperoleh kandungan gula pereduksi yang paling tinggi. Fakta ini menunjukkan bahwa kadar air 60% telah mampu mendukung terjadinya proses degradasi selulosa. Sementara itu konsentrasi gula pereduksi untuk substrat kayu sengon pada kadar air 60 dan 70% sampai hari ke-2 belum ada peningkatan yang berarti, setelah hari ke-dua barulah konsentrasi gula pereduksi meningkat dengan cepat. Ini berbeda dengan pada kadar air 80%, dimana pada hari ke dua telah mengalami peningkatan yang cukup berarti. Ini menunjukkan bahwa pada kadar air yang lebih tinggi perombakan selulosa pada kayu sengon berlangsung lebih cepat. Secara umum dapat dinyatakan bahwa kayu sengon membutuhkan waktu yang sedikit lebih lama untuk dirombak atau didegradasi menjadi gula pereduksi dibandingkan dengan jerami padi. Namun demikian karena kandungan lignin kayu sengon hanya sedikit lebih tinggi dibanding jerami padi, maka hanya mengalami sedikit perbedaan.

Aktivitas Enzim Selulase dalam Rotary Drum Fermenter (RDF)

Selulase hasil fermentasi dalam labu Erlenmeyer dan RDF menunjukkan aktivitas yang hampir sama, baik CMC-ase maupun FP-ase. (Tabel 4) Baik dalam fermentor labu Erlenmeyer maupun RDF dilakukan aerasi dengan kecepatan yang sama untuk memenuhi kebutuhan oksigen bagi pertumbuhan jamur *A. niger* yang bersifat aerob. Yang berbeda adalah campuran fermentasi dalam *drum fermenter* diputar laju putaran yang relatif rendah. Fakta ini menunjukkan bahwa aerasi lebih berpengaruh pada sintesis enzim dari pada putaran yang berfungsi menghomogenkan medium.



RDF dalam penelitian ini beroperasi pada suhu ruang, tekanan atmosferik, laju aerasi 4,81 ml/menit, dan laju putaran rotor 10,5 rpm. Seperti yang terlihat dalam Tabel 4, pada kondisi

ini diperoleh aktivitas enzim selulase yang masih relatif sangat rendah (yaitu dalam rentang 0,00105 – 0,00125 U/ml untuk FP-ase, serta 0,00224 – 0,00243 U/ml untuk CMC-ase).

Tabel 4. Perbandingan aktivitas enzim selulase hasil fermentasi dalam labu Erlenmeyer dengan rotary drum fermenter (RDF)

Substrat	Labu Erlenmeyer		RDF	
	CMC-ase (U/ml)	FP-ase (U/ml)	CMC-ase (U/ml)	FP-ase (U/ml)
Jerami padi	0,00229	0,00095	0,00243	0,00105
Serbuk kayu sengon	0,00257	0,001334	0,00224	0,00125

Perbandingan hasil antara *A.niger* dengan *T. reesei*

Pada penelitian sebelumnya, Sri Wahyu Murni dkk (2011) telah melakukan studi produksi selulase menggunakan *T. reesei*. Diperoleh hasil bahwa fermentasi substrat padat jerami padi dan serbuk kayu sengon oleh *T. reesei* menghasilkan selulase lebih tinggi dibandingkan dengan *A. niger*. Fakta ini sesuai yang dinyatakan oleh Ward (1985), bahwa *T. reesei* merupakan produser selulase yang paling aktif pada medium berselulosa.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil-hasil yang telah diuraikan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa enzim selulase dapat diproduksi oleh *Aspergillus niger* menggunakan substrat jerami padi dan serbuk kayu sengon yang mengalami pretreatment berupa hidrolisis menggunakan NaOH 1%. Aktivitas enzim yang diukur menggunakan CMC lebih tinggi dibandingkan dengan filter paper (kertas saring). Aktivitas enzim dengan substrat jerami dan substrat serbuk kayu sengon hampir sama. Kadar air berpengaruh terhadap produktivitas enzim selulase. Hasil fermentasi dalam labu erlenmeyer teraerasi hampir sama dengan dalam RDF. Fermentasi dalam labu Erlenmeyer dengan substrat jerami padi diperoleh produktivitas tertinggi pada kadar air 60% dan waktu fermentasi 6 hari, serta diperoleh aktivitas CMC-ase dan FP-ase masing-masing sebesar 0,00229 dan 0,00095 U/ml, sedangkan substrat serbuk kayu sengon berturut-turut 0,00257 dan 0,00133 U/ml pada fermentasi 7 hari. Pada RDF diperoleh CMC-ase dan FP-ase berurut-turut 0,00243 dan 0,00105 U/ml untuk substrat jerami padi serta 0,00224 dan 0,00125 U/ml untuk substrat serbuk kayu sengon.

Daftar Pustaka

- Atmosuseno, 1996, Komposisi Kimia Kayu, Jakarta, Djambatan
- Bailey, J.E, and D. F. Ollis, 1986, "Biochemical Engineering Fundamentals", 2nd Edition, McGraw-Hill, New. York
- Frost, G.M. dan G. Moss, D. A., 1987, "Production of Enzymes by Fermentation", di dalam "Biotechnology: Enzyme Technology", H. Rehm dan G. Reed (ed), Vol. 7a, UHC Publisher
- Ghose, T.K., 1987, "Measurement of Cellulase Activities", Pure Appl. Chem, 59 (2), 257-268
- Miller, G.M., 1959, "Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar", Anal. Chem, 31: 426-428
- Silvi Octavia, Tatang H. Soerawidjaja, Ronny Purwadi, dan I.D.G. Arsa Putrawan, 2011, "Review: Pengolahan Awal Lignoselulosa Menggunakan Amoniak untuk Meningkatkan Perolehan Gula Fermentasi", Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2011, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta
- Sri Wahyu Murni dan Siti Diyar Kholisoh, 2011, "Cellulase Enzyme Production by *Trichoderma reesei* Through a Solid Substrate Fermentation Process", Proceeding ACIKITA International Conference of Science and Technology, Jakarta
- Sukumuran, R. K., Reeta Rani Singhania, Gincy Marina Mathew, and Ashok Pandey, 2009, "Cellulase Production Using Biomass Feedstock and Its Application in Lignocellulose Saccharification for



Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2012
Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia

Yogyakarta, 6 Maret 2012

ISSN: 1693-4393

- Bioethanol Production*", Renewable Energy, 34 (421-424)
- Wang, D. I, C. C. Coney, A. L. Demain, P. Dunhill, A. F. Humprey dan M. D. Lilly, 1979, "*Fermentation and Enzyme Technology*", John Wiley and Sons, New York, 57-97
- Ward, O.P., 1985, "*Hydrolytic Enzymes*", di dalam "*Comprehensive Biotechnology*", Murray Moo-Young, Volume 3, 1st Ed., Pergamon Press, New York
- Wyman, C., 1999, "*Biomass Ethanol: Technical Progress, Opportunities, and Commercial Challenges*" di dalam Socolow R., Andeson D, Harte J. (Editors), Ann. Rev. Energy Environ, 24, pp. 189-226. Annual Reviews, Palo Alto, CA