



ISSN : 1693-4393

SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA "KEJUANGAN" 2011

*Pengembangan Teknologi Kimia
Untuk Pengolahan Sumber Daya
Alam Indonesia*

22 Februari 2011

PROSIDING

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

2011

ISSN 1693 – 4393

PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA “KEJUANGAN” 2011

*Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan
Sumber Daya Alam Indonesia
Yogyakarta, 22 Februari 2011*



PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA



Kata Pengantar

Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" yang diselenggarakan pada tanggal 22 Februari 2011 merupakan seminar kesebelas yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta dengan tema "*Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*". Seminar ini merupakan agenda tetap tahunan secara Nasional dibidang Teknik Kimia sebagai forum pertemuan ilmiah. Sehingga pada kesempatan ini, para akademisi, peneliti, industri dan pemerhati Teknik Kimia dapat saling menginformasikan hasil karya ilmiahnya, baik berupa hasil penelitian maupun studi pustaka sehingga dapat dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang berkepentingan. Pada seminar tahun ini, panitia telah menerima 76 abstrak yang berasal dari beberapa Perguruan Tinggi, Lembaga dan Balai Penelitian, setelah dilakukan koreksi, makalah lengkap yang disajikan dalam prosiding sebanyak 2 makalah pembicara utama dan 63 makalah sesuai dengan bidang kajian.

Dengan terselenggaranya seminar Teknik Kimia "Kejuangan" 2011 ini, panitia mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
2. Dekan Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta.
3. Ketua Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran" Yogyakarta.
4. Dr. Eng. Eniya Listiani Dewi, B.Eng., M.Eng, selaku pembicara utama.
5. Dr. Ir. Mahreni, MT, selaku pembicara utama.
6. Dr. Adi Ilcham, MT, selaku pembicara utama.
7. Ir. Surjadi, MT, Perusahaan Gas Negara (PGN)
8. Ir. Raphael Ginting, PDAM, Medan
9. Ir. Wardaya, MT, PPTMG MIGAS, Jakarta.
10. Ir. Sentot Djoko Prabowo, PT Chandra Asri, Cilegon
11. Koperasi Pegawai UPN "Veteran" Yogyakarta.
12. Pemakalah Seminar
13. Peserta Seminar

Panitia mohon maaf atas kekurangan selama penyelenggaraan seminar. Selamat melaksanakan seminar dan diskusi semoga sukses serta bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 22 Februari 2011

Panitia



Sambutan Ketua Pelaksana Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2011

UPN "Veteran" YOGYAKARTA
22 Februari 2011

Assaamu'alaikum Wr Wb, Salam Sejahtera untuk kita semua.

Ibu Dr.Eng. Eniya Listiyani Dewi, B.Eng., M.Eng yang saya hormati, Bapak Rektor UPN "Veteran" yang saya hormati, Para Dekan, Ketua Lembaga dan Ketua Prodi dilingkungan UPN "Veteran" yang saya hormati, Para Tamu Undangan yang saya hormati, Yang berbahagia Para Peserta dan Panitia dari SC dan OC Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan tahun 2011.

Marilah sama-sama kita panjatkan Puji Syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, Tuhan Yang Maha Kuasa, Tuhan Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang, Atas rahmat-Nya yang diberikan kepada kita semua, sehingga kita dapat berkumpul di majelis ini untuk melakukan Seminar Tahunan yang kesebelas kalinya, yaitu SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA "KEJUANGAN" di UPN "Veteran" Yogyakarta.

Hadirin yang saya hormati, kami atas nama panitia mengucapkan selamat datang dan menghaturkan rasa terimakasih yang seikhlas-ikhlasnya, khususnya para peserta dari luar yang dengan ikhlas dan berbagai daya upaya untuk menghadiri acara ini, semoga Tuhan Yang Maha bijaksana akan memberikan imbalan yang sesuai atas amal para hadirin. Amin.

Para Hadirin yang mulia, Seminar kali ini sebelumnya ada 76 judul abstrak makalah yang masuk, yaitu dari kalangan Perguruan Tinggi, Lembaga Penelitian, yaitu dari: UGM, UNDIP, ITS, USU, UNRI, ITB, UPN, BPPT, LIPI dan beberapa Perguruan Tinggi yang tidak sempat tersebut disini. Dewan Penyunting telah melakukan penyuntingan dengan berbagai catatan dan telah dikembalikan, oleh karena berbagai hal, ada 63 makalah yang akan dapat dipresentasikan.

Makalah-makalah tersebut dikelompokkan menjadi 7 kelompok kajian, yaitu: (A). Bioteknologi, (B). Teknologi Proses, (C). Teknologi Pengolahan Limbah, (D). Teknologi Bahan, (E). Energi, (F). Operasi Teknik Kimia, dan (G). Kinetika dan Katalis. Panitia mohon ijin kepada para peserta diantara makalah yang dianggap layak akan dimuat pada jurnal EKSERGI yang diterbitkan oleh Prodi Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta.

Hadirin yang saya hormati, pada kesempatan ini, perkenankanlah kami mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr.Eng. Eniya, Ibu Dr. Mahreni dan Bp. Dr. Adi Ilcham sebagai pembicara kunci, Kepada para sponsor secara perorangan maupun instansi, para alumni Teknik Kimia, atas dukungannya hingga terlaksana acara ini. Dan kepada Bapak Rektor UPN "Veteran" kami ucapkan banyak terimakasih atas kehadiran dan perhatiannyapada acara SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA "KEJUANGAN" Tahun 2011, dan selanjutnya kami mohon sambutan serta berkenan untuk membukanya.

Akhirnya, saya atas nama panitia memohon maaf yang setulus-tulusnya, atas hal-hal yang kurang berkenan selama persiapan hingga pelaksanaan seminar ini, Selanjutnya saya ucapkan selamat melaksanakan Seminar semoga sukses dan bermanfaat bagi kita semua.

Wabilahi taufiq wal hidayah, Wassalamu'alaikum Wr Wr.
Salam sejahtera.

Ttd.

Ketua Panitia: Dr.Ir. H. Tjukup Marnoto, MT.



REVIEWER
SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA "KEJUANGAN" 2011
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. Prof. Ir. Suryo Purwono, MA.Sc., Ph.D
4. Dr. Ir. IGS Budiaman, MT



**SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL
TEKNIK KIMIA "KEJUANGAN" 2011
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA**

PENANGGUNG JAWAB : Pengurus Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta

PANITIA PENGARAH

- 1 Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan
- 2 Prof. Ir. Suryo Purwono
- 3 Prof. Dr. Ir. Supranto
- 4 Ir. Tutik Muji Setyoningrum, M.T.
- 5 Ir. Bambang Sugiarto, M.T.

PANITIA PELAKSANA

KETUA I	: Dr. Ir. H.Tjukup Marnoto, M.T.
KETUA II	: Dr. Ir. Mahreni, M.T.
SEKRETARIS I	: Dr.Adi Ilcham,S.T., M.T.
SEKRETARIS II	: Siti Diyar Kholisoh, S.T., M.T.
SEKRETARIS III	: Dra. Sri Wahyu Murni, M.T.
BENDAHARA I	: Ir. Purwo Subagyo, M.T.
BENDAHARA II	: Ir. Ir. Dyah Tri Retno, M.T.
BENDAHARA III	: Dra. Suci Astutiningsih

KOORDINATOR BIDANG :

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. SEKSI ACARA DAN SIDANG | : Dr.Ir. IGS Budiaman, M.T. |
| | : Ir. Endang Sulistyowati, M.T. |
| | : Dr.Ir.M.Syahri, M.T. |
| 2. SEKSI PROSIDING | : Dr. Y.Deddy Hermawan, S.T., M.T. |
| | : Siswanti,S.T., M.T. |
| 3. SEKSI PUBLIKASI, DOKUMENTASI | : Dr.Ir. Ramli Sitanggang, M.T. |
| | : Ir. Harso Pawignyo, M.T. |
| 4. SEKSI PERLENGKAPAN DAN DEKORASI | : Ir. Gogot Haryono, M.T. |
| | : Ir. Zubaidi Achmad, M.T. |
| | Ir. Wasir Nuri |
| 5. SEKSI KONSUMSI | : Ir. Hj. Faizah Hadi, M.T. |
| | : Ir. Titik Mahargiani, M.T. |
| 6. SEKSI DANA DAN PROMOSI | : Ir. Widayati, MT, Ph.D. |
| | : Ir. Tunjung Wahyu Widayati, M.T. |
| 7. PEMBANTU UMUM | : HMTK. FTI UPNVY |



Daftar Isi

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

Makalah Pembicara Utama

Kode	Judul, Penulis dan Alamat
MU01	Potensi Hidrogen sebagai Bahan Bakar untuk Kelistrikan Nasional Eniya Listiani Dewi <i>Agency of the Assessments and Application of Technology, Center for Materials Technology</i> Jl. M.H. Thamrin 8, BPPT II, Lt.22, Jakarta 10340. Email: eniyalist@webmail.bppt.go.id
MU02	Pengembangan Teknologi Bersih berbasis Hidrogen menggunakan Sumber Daya Alam Indonesia Mahreni and Adi Ilham <i>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknoogi Industri, Universitas Pembangunan Nasional</i> "Veteran" Yogyakarta Jl. Lingkar Utara Condong Catur Yogyakarta E-mail: mahreni_03@yahoo.com

Makalah Bidang Kajian

A. Bioteknologi

Kode	Judul, Penulis dan Alamat
A01	Pengaruh Penambahan VCO (Virgin Coconut Oil) terhadap Produktivitas <i>Aspergillus Niger</i> ITBCC L₇₄ Amobilisasi dalam Produksi Asam Sitrat Emmanuela M. Widyanti <i>Jurusan Teknik Kimia "Politeknik Negeri" Bandung, Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga-Bandung</i>
A02	Fermentasi Hidrolisat Eceng Gondok menjadi Bioetanol menggunakan <i>Pichia stipitis</i> Yosi Andris Tanti ¹ , Yuki Ratna Jayanti ¹ , Anastasia Prima K ¹ , Buana Girisuta ¹ ¹ <i>Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Jawa Barat</i>
A03	Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Produksi Biogas Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit Adrianto Ahmad, Syarfi, <u>Melissa Atikalidia</u> <i>Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau</i> Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293 Email : adri@unri.ac.id
A04	Uji Kestabilan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit Adrianto Ahmad, Jecky Asmura, <u>Honest Hollerith A. Smit</u> <i>Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau</i> Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293 email: adri@unri.ac.id

- A05 **Pembuatan Protein Sel Tunggal dari Limbah Nanas dengan Proses Fermentasi**
Harsa Pawignya
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta, 55283
E-mail : Harsa_paw@yahoo.co.id
- A06 **Pengembangan Bioreaktor Enzimatis Untuk Produksi Asam Lemak Dari Hasil Samping Penggilingan Padi Secara In Situ**
Fahmi Arifan¹, M. Endy Yulianto², Deddy Kurniawan Wikanta³, Nanik Damayanti⁴
Jurusan Teknik Kimia PSD III Teknik, UNDIP Semarang
Jl. Prof Sudarto SH, Pedalangan Tembalang, Semarang 50239
- A07 **Inkorporasi Asam Lemak Kaya Omega-3 dari Minyak Sawit Merah dan Minyak Ikan Tuna Secara Asidolisis dengan Biokatalis Lipase Dedak Padi**
Wahyuningsih, Margaretha Tuti Susanti dan Moh Endy Yulianto
PSD III Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- A08 **Produksi, Karakterisasi, dan Isolasi Lipase dari *Aspergillus niger***
Sri Wahyu Murni, Siti Diyar Kholisoh, Tanti D.L., dan Petrissia E.M.
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283,
Telp./Fax. +62-274-486889
E-mail: wahyuswm@yahoo.com, diyar.kholisoh@upnyk.ac.id

B. Teknologi Proses

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|---|
| B01 | Pengaruh Kecepatan Pengadukan pada Bleaching Minyak Dedak Padi Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Arang Tulang Aktif
Jono Suhartono, Carlina Noersalim, Putri L. Mustari, Dine M. Olivia
<i>Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional</i>
<i>Jl. PHH. Mustafa No. 23 Bandung 40124 Telp: 022-7272215 ext 141-143</i>
<i>Email: jonosuhartono@yahoo.com</i> |
| B02 | Aplikasi Proses Pemisahan dengan Membran Mikrofiltrasi dan Reverse Osmosis untuk Menghasilkan Susu Sapi Berkadar Lemak Rendah, Protein Tinggi, Dan Air Rendah
Ronny Kurniawan, Sirin Fairus, Novri, Tifani
<i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Iteas Bandung</i>
<i>Jl. PHH. Mustafa No 23 Bandung 40132, Telp (022)7272215 Fax (022)7202892</i>
<i>Email : Kurniawan_iteas@yahoo.co.id</i> |
| B03 | Adsorption Of Methyl Violet From Aqueous Solution Onto Modified Ampo
Yuliani. HR ¹
<i>Ij Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang,</i>
<i>Jl. Urip Sumoharjo KM.10 Tamalanrea Makassar 90112 [Sul-Sel]</i>
<i>Email : yulihar07@yahoo.com</i> |
| B04 | Kitin sebagai Penopang untuk Amobilisasi Lipase pada Proses Trans-esterifikasi Trigliserida
Siswa Setyahadi ¹ , Achmadin Luthfi Machsum ¹ , dan Renny S Mokodongan ¹
<i>1. Teknologi Produksi Biokatalis, Pusat Teknologi Bioindustri,</i>
<i>Kedeputan Teknologi Agroindustri dan Bioteknologi,</i>
<i>Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi</i>
<i>Jl. MH. Thamrin 8, Jakarta-10340</i>
<i>E-mail: siswa59@yahoo.com</i> |

- B05 **Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Sabut Kelapa**
Yustinah, Hartini
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jln. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Telp : 021 4244016, Fax : 021 4256023
Email : yus_tin@yahoo.com
- B06 **Pengaruh Posisi Masukan dan Laju Alir Gas CO₂ Pada Tahap Pembentukan Aluminium Hidroksida Dari Spent Catalyst**
Alvina Iryani¹, Tony Handoko²
¹*Jurusan Teknik Kimia FTI UNPAR Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung*
²*Jurusan Teknik Kimia FTI UNPAR Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung*
- B07 **Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam dan Reaksi Fotokimia UV untuk Produksi Pati Termomodifikasi dari Tapioka**
Isti Pudjihastuti^{1*}, Siswo Sumardiono²
¹*Program Studi Diploma 3 Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP*
²*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP*
Jln Prof Sudarto, SH Pedalangan Tembalang Semarang 50239
- B08 **Studi Proses Pemisahan Gas CO₂ dari Gas Buang Industri Besi Baja melalui Optimalisasi Rancangan Kontaktor Membran**
Sri Agustina^{[1]*}, Endarto Yudo W.^[1], Hadi Wahyudi^[2]
^[1]*Jurusan Teknik Kimia*
^[2]*Jurusan Teknik Mesin*
Fakultas Teknik Univ. Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jend. Sudirman Km. 3,5 Cilegon Banten
- B09 **Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Glukosa Terbentuk dan Konstanta Kecepatan Reaksi pada Hidrolisa Kulit Pisang**
Jatmiko Wahyudi^{1*}, Wusana A Wibowo², Yulian A Rais², Atika Kusumawardani²
^{1*}*Kantor Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Pati*
Jl. Panglima Sudirman No.26 Pati, Jawa Tengah
E-mail: jatmiko_tkuns@yahoo.com
²*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret*
Jl. Ir. Sutami No. 36 A Surakarta, Jawa Tengah
- B10 **Studi Evaluasi Mesin Mollen Dryer dalam Pembuatan Sari Buah Pisang Instan**
Halomoan P. Siregar*, Agus Triyono
UPT- Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI
Jl. Ks. Tubun 5 Subang 41213
Telp. 10260-411478, fax. 411239 E-mail : halomoan2001@yahoo.com
- B11 **Pembuatan Minyak Kelapa dengan dengan Pemeraman dan Radiasi Gelombang Mikro**
Wasir Nuri
Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta
Telp/HP/Fax dan Email : (0274)486889/081578702091/486889/wasirnuri_fti@yahoo.co.id
- B12 **Modifikasi Metode Inversi Fase dengan Polimerisasi Redoks untuk Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Fouling Rendah**
H. Susanto, A. Roihatin
Membrane Research Center (MeR-C)
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto-Tembalang, Semarang, Indonesia
- B13 **Review: Pengolahan Awal Lignoselulosa Menggunakan Amoniak Untuk Meningkatkan Perolehan Gula Fermentasi**
Silvi Octavia^{1,2}, Tatang H. Soerawidjaja¹, Ronny Purwadi¹, I.D.G. Arsa Putrawan¹
¹*Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung, Bandung*
²*Jurusan Teknik Kimia, Universitas Bung Hatta, Padang*
E-mail: silviocetavia@yahoo.com

- B14 **Sintesis, Karakterisasi dan Penggunaan Membran Hibrid Organik-Anorganik untuk Pengolahan Air Gambut**
 Jhon Armedi Pinem
Laboratorium Pemisahan dan Pemurnian
Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. H.R. Subrantas Km 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293
Email: jhonarmedipin@yahoo.com
- B15 **Sintesis Dan Karakterisasi Membran Hibrid PMMA/TEOT: Pengaruh Konsentrasi Polimer**
 Jhon Armedi Pinem dan Rini Angela
Laboratorium Pemisahan dan Pemurnian Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. H.R. Subrantas Km 12.5 Simpang Baru Pekanbaru 28293
Email: jhonarmedipin@yahoo.com
- B16 **Koefisien Transfer Massa pada Ekstraksi Biji Pala dengan Pelarut Etanol**
 Sri Sudarmi dan Siswanti
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jalan SWK 104 Condong Catur Yogyakarta

C. Teknologi Pengolahan Limbah

Kode	Judul, Penulis dan Alamat
C01	The Treatment of Chromium Hexavalent from Electroplating Wastewater by UV/TiO₂ Photocatalysis Tedi Hudaya*, Susiana Prasetyo, Alvina Marsha, dan Eveline Paramita <i>Chemical Engineering Department, Parahyangan Catholic University</i> <i>Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung 40141</i> <i>Telp/Fax: (022) – 2032 700; email: t_hudaya@yahoo.com.au; t_hudaya@home.unpar.ac.id</i>
C02	The UV/TiO₂ Photocatalysis Treatment of Cyanide and Cadmium from Electroplating Wastewater Tedi Hudaya*, Asaf Kleopas Sugih, Christine Meliana; Hans Kristianto <i>Chemical Engineering Department, Parahyangan Catholic University</i> <i>Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung 40141</i> <i>Telp/Fax: (022) – 2032 700; email: t_hudaya@yahoo.com.au; t_hudaya@home.unpar.ac.id</i>
C03	Penyisihan Karbohidrat dari Limbah Cair PKS dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit Adrianto Ahmad, Yelmida, Arjunita <i>Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau</i> <i>Jl. HR Subrantas Km. 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293</i> <i>email: adri@unri.ac.id</i>
C04	Penyisihan Kandungan Padatan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit Adrianto Ahmad, Bahrudin, Aulia Rahmi <i>Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia-Universitas Riau</i> <i>Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293</i> <i>Email : adri@unri.ac.id</i>

- C05 **Penyisihan Minyak Lemak Yang Terkandung Dalam Limbah Cair Industri Minyak Sawit dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit**
Adrianto Ahmad, Yelmida, Friska Irmawati P
Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Jl. HR Subrantas Km. 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293
email: adri@unri.ac.id
- C06 **Pengaruh Cell Residence Time (Crt) Terhadap Kualitas Effluent Pada Pengolahan Limbah Cair Sintetik Tapioka**
Rahmayetty, Rudi Hartono, Dhena Ria Barleany dan Nuryoto
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jend. Sudirman Km. 3 Cilegon-Banten
- C07 **Karakterisasi Minyak Atsiri dari Limbah Daun Cengkeh**
Nuryoto, Jayanudin, dan Rudi Hartono
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Banten, Telp. 088216287723
E-mail : bagasrafitf@yahoo.com

D. Teknologi Bahan

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|--|
| D01 | Karakterisasi Selai Tempurung Kelapa Muda
Yuliani HR ¹
<i>Jurusan Teknik Kimia Politeknik Ujung Pandang</i>
<i>Email: yulih07@yahoo.com</i> |
| D02 | Pemanfaatan Tanin dari Kulit Kayu Bakau sebagai Pengganti Gugus Fenol pada Resin Fenol Formaldehid
YC Danarto ^{1*} , Stefanus Ajie Prihananto ² , Zery Anjas Pamungkas ²
¹ <i>Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia FT UNS, Jl. Ir. Sutami No.36 A Surakarta</i>
² <i>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia FT UNS, Jl. Ir. Sutami No.36 A Surakarta</i> |
| D03 | Pengaruh Komposisi Montmorillonite pada Pembuatan Polipropilen- Nanokomposit terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasannya
Dhena Ria Barleany, Rudi Hartono, dan Santoso
<i>Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa</i>
<i>Jl. Jend. Sudirman Km.3 Cilegon – Banten</i> |
| D04 | Preparasi Film ZnO-Silika Nanokomposit Dengan Metode Sol-Gel
Sugeng Winardi ¹ , Kusdianto ¹ , Widiyastuti ¹
¹ <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri,</i>
<i>Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111</i> |
| D05 | Analisis Pembentukan Partikel Hydroxyapatite pada Reaktor Flame Difusi
Agung Nugroho, Adhi Setiawan, Widiyastuti, Kusdianto, Tantular Nurtono, Sugeng Winardi
<i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri,</i>
<i>Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo Surabaya</i> |
| D06 | Sintesis ZnO:Al Sebagai Bahan Transparent Conducting Oxide (TCO) dengan Metode Spray Pyrolysis
Widiyastuti, Siti Bahriyah, Salto Pakendek, Kusdianto, Suci Madhanisa, Sugeng Winardi
<i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember</i>
<i>Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111</i>
<i>Telp (031) 5924448, e-mail: widi@chem-eng.its.ac.id</i> |

E. Energi

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|---|
| E01 | <p>Pemanfaatan Sampah Organik Secara Padu Menjadi Alternatif Energi : Biogas dan Precursor Briket
 Sirin Fairus, Salafudin, Lathifa Rahman dan Emma Apriani
 <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknonogi Nasional,
 Jl. PHH Mustafa 23 Bandung,
 Email: s.fairus@gmail.com</i></p> |
| E02 | <p>Study of Hydrodynamics Factor (Off-Bottom Clearance) in Enhancing Hydrogen Gas Production as a Renewable Energy in a Stirred Bioreactor
 Wa Ode Cakra Nirwana^a, Septila Renata^a, Esterina Dian Anggraini^a, Tantular Nurtono^{a*}, Sugeng Winardi^a
 <i>^aDepartment of Chemical Engineering
 Institute of Technology Sepuluh Nopember, Surabaya 60111 Indonesia</i></p> |
| E03 | <p>Pembuatan Biodiesel dari Minyak Sawit Secara Kontinyu dalam Model Reaktor Berisian
 Heny Dewajani *
 <i>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang
 Jl. Soekarno Hatta No.9 Malang</i></p> |
| E04 | <p>Kualitas Sifat-sifat Penyalaan dari Pembakaran Briket Tempurung Kelapa, Briket Serbuk Gergaji Kayu Jati, Briket Sekam Padi dan Briket Batubara
 Siti Jamilatun
 <i>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
 Jl. Prof. Dr. Soepomo, Janturan, Yogyakarta, Telp. (0274) 379418/381523, Fax (0274) 381523,
 sitijamilatun_uad@yahoo.com</i></p> |
| E05 | <p>Pretreatment Sekam Padi dengan Alkali Peroksida dalam Pembuatan Bioetanol
 Maria Ingrid, Catherine Yonathan, Harjoto Djojosebroto
 <i>Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan
 Jl. Ciembuleuit No. 94, Bandung 40141</i></p> |
| E06 | <p>Perancangan Bioreaktor Packed Coloumn Enzymatis Penghasil Biodisel Secara Kontinyu
 Rudi Firyanto¹, Joga Dharma Setiawan², MF Sri Mulyaningsih¹
 1. Teknik Kimia Fakultas Teknik UNTAG Semarang Jl. Pawiyatan Luhur Benda Dhuwur Semarang, Telp. 024-8310920, Fax. 024-8310920, E-mail: teknik.kimia.untag.smg@gmail.com
 2. Teknik Mesin Fakultas Teknik UNDIP Semarang, Jl. Prof. H. Soedarto SH, Tembalang Semarang, E-mail: admin@mesin.ft.undip.ac.id</p> |
| E07 | <p>Pembuatan Biodiesel dari CPO Grade Rendah
 Heri Heriyanto, Rudi Hartono, Muklis, Wisnu
 <i>Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 Jl. Jendral Sudirman Km 3 Cilegon</i></p> |
| E08 | <p>Pengolahan Buah Bintaro sebagai Sumber Bioetanol dan Karbon Aktif
 Greg Iman¹, Tony Handoko²
 ¹Jurusan Teknik Kimia FTI UNPAR Jalan Ciembuleuit 94, Bandung
 ²Jurusan Teknik Kimia FTI UNPAR Jalan Ciembuleuit 94, Bandung</p> |
| E09 | <p>Pengaruh Jenis Binder Terhadap Komposisi dan Kandungan Energi Biobriket Sekam Padi
 Anton Irawan
 <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik-Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 Jl. Jendral Soedirman Km 3, Cilegon-Banten 42135
 Telp. 0254-395502 ext 18, Faks. 0254-395440
 Email : anton@ft-untirta.ac.id</i></p> |

- E10 **Biodisel dari Lemak Hewani (Ayam Broiler) dengan Katalis Kapur Tohor**
Tjukup Marnoto, Abdulah Efendi
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
Jln. SWK 104 Lingkar utara Condongcatur, Yogyakarta 55283
Telp/Fax: 0274 486889
Email : tjukup@gmail.com
- E11 **Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang**
Dyah Tri Retno dan Wasir Nuri
Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta
Telp/HP/Fax dan Email : (0274)486889/081578702091/486889
- E12 **Review: Aplikasi Bioenergi pada Sektor Industri di Indonesia**
Bargumono¹ dan Adi Ilcham²
¹ *Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UPN "Veteran" Yogyakarta*
² *Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta*
Jl. Lingkar Utara Condong Catur Yogyakarta
adi_ilcham@yahoo.com

F. Operasi Teknik Kimia

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|--|
| F01 | Optimasi Moisture Content Proses Dry Kila Menggunakan Design Of Experiment (DOE) Taguchi
Lies Susilaning SH ¹ dan Dwi Suheryanto ²
^{1,2} <i>Peneliti pada Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta</i>
<i>Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri. Kementrian Perindustrian RI</i>
<i>Jl. Kusumanegara 7 Yogyakarta 55166, Telp. (0274) 546111, Fax (0274) 543582</i>
<i>Email : hastuti2121@gmail.com ; pringgading04@yahoo.com</i> |
| F02 | Pengaruh Konsentrasi Natrium Silika Pada Proses Pelorodan Kain Batik Sutera
Lies Susilaning SH ¹ dan Dwi Suheryanto ²
^{1,2} <i>Peneliti pada Balai Besar Kerajinan dan Batik</i>
<i>Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri. Kementrian Perindustrian RI</i>
<i>Jl. Kusumanegara 7 Yogyakarta 55166, Telp. (0274) 546111, Fax (0274) 543582</i>
<i>Email : hastuti2121@gmail.com ; pringgading04@yahoo.com</i> |
| F03 | Anomali Iklim 2010 Dan Pengaruhnya Terhadap Pemanfaatan Pompa Hidram Untuk Budidaya Ikan Lele – Padi (Studi Kasus di Desa Jangkang-Kecamatan Tanjung Kerta-Kabupaten Sumedang)
R. Ismu Triwibowo
<i>Balai Besar Pengembangan TTG-LIPI, K.S.Tubun No.5 Subang-Jawa Barat , 41213</i>
<i>Tlp. 0260-411478, Fax.0260-411239</i>
<i>E-mail: ismu_tribowo@yahoo.com</i> |
| F04 | Analisis Pengaruh Anomali Iklim 2010 Terhadap Pemanfaatan Sumber Air Tanah dengan Pompa Submersible untuk Budidaya Ikan Lele Dumbo dan Kaitannya dengan Lahan Padi (Studi kasus di Pantura Subang dan Indramayu)
R. Ismu Tribowo
<i>Balai Besar Pengembangan TTG-LIPI, K.S.Tubun No.5 Subang-Jawa Barat , 41213</i>
<i>Tlp. 0260-411478, Fax.0260-411239</i>
<i>E-mail: ismu_tribowo@yahoo.com</i> |

- F05 **Evaluasi Kinerja Furnace-3 Ppt Migas Cepu**
Yuliani, HR¹
*IJ Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang,
Jl. Urip Sumoharjo KM.10 Tamalanrea Makassar 90112 [Sul-Sel]
Email : yulihhr07@yahoo.com*
- F06 **Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas untuk Pemisahan Patchouli Alkohol Minyak Nilam dengan Distilasi Ekstraktif**
Deddy Kurniawan W¹, Mohamad Endy Y², Hermawan Dwi A³, Yayang Ade S⁴
*Jurusan Teknik Kimia Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof Sudarto SH, Pedalangan Tembalang, Semarang 50239
E-mail : dwikanta@gmail.com*
- F07 **H₂O₂/UV Photo-oxidation of Non-biodegradable DYA Textile-dye Wastewater in a Multi-lamp Bubble Column Photoreactor**
Tedi Hudaya*, Michael Stefanus, and Maria Agustina
*Chemical Engineering Department, Parahyangan Catholic University
Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung 40141, Indonesia
Telp/Fax: (022) – 2032 700; email: t.hudaya@home.unpar.ac.id, t_hudaya@yahoo.com.au*
- F08 **Simulasi Reaktor Steam Reforming Gas Alam dengan Model One Dimensional Pseudo Homogeneous**
Tedi Hudaya*, Martin Halim, dan Rizky Ardian Santosa
*Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Parahyangan
Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung 40141
Telp/Fax: (022) – 2032 700; email: t.hudaya@home.unpar.ac.id; t_hudaya@yahoo.com.au*
- F09 **Rancang Bangun Sistem Desalinasi Energi Surya Menggunakan Absorber Bentuk Separo Elip Melintang**
M. Syahri
*Jurusan Teknik Kimia – FTI UPN "Veteran" Yogyakarta
Jln. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur Yogyakarta - 55283
(email: mohsyahri@gmail.com)*
- F10 **Drying Box Pelet Pakan Ikan untuk Usaha Kecil Menengah**
Halomoan P. Siregar*
*Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI
Jl. Ks. Tubun 5 Subang 41213, Telp. (0260) 411478, Fax. 411239*
- F11 **Karakterisasi Transisi Regime Aliran 2 Fase (Gas-Liquid) dalam Round Canal dan Rectangular Canal**
Aloysius Yuli Widiyanto
*Jurusan Teknik Kimia-Fakultas Teknik Universitas Surabaya
Gedung TG 5 Jl. Raya Kalirungkut-Tenggiling Surabaya
Email : Alov_sius_yw@ubaya.ac.id*
- F12 **Pengaruh Suhu terhadap Mutu Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Pengeringan Telus Steam Panas Lanjut (Superheated Steam Through Drying)**
Rosdanelli Hasibuan
Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

G. Kinetika dan Katalis

Kode	Judul, Penulis dan Alamat
G01	<p>Pengaruh Suhu Reaksi Alkoholis Terhadap Derajat Polimerisasi Alkyd Resin Termodifikasi Minyak Jagung ¹Jayanudin, ²Rochmadi, ³Arief Budiman ¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa ^{2,3}Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada E-mail: jaya_hisyam@yahoo.com</p>
G02	<p>Pengolahan Rafinat Hasil Ekstraksi Spent Catalyst Sebagai Bahan Baku Pembuatan Semen Irfan Hilmi¹, Tony Handoko² ¹Jurusan Teknik Kimia FTI UNPAR Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung ²Jurusan Teknik Kimia FTI UNPAR Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung</p>

Indeks Penulis Makalah

Indeks Kata Kunci

Review: **Pengolahan Awal Lignoselulosa Menggunakan Amoniak Untuk Meningkatkan Perolehan Gula Fermentasi**

Silvi Octavia^{1,2}, Tatang H. Soerawidjaja¹, Ronny Purwadi¹, I.D.G. Arsa Putrawan¹

¹ Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung, Bandung

² Jurusan Teknik Kimia, Universitas Bung Hatta, Padang

e-mail: silvioctavia@yahoo.com

Abstract

Salah satu kendala utama dalam pemanfaatan lignoselulosa sebagai bahan mentah bioetanol adalah tingginya biaya yang dibutuhkan dalam proses pengolahan awal (pretreatment) untuk mempersiapkan lignoselulosa tersebut agar mudah dihidrolisis oleh enzim menjadi monomer-monomer gulanya (gula fermentasi). Para peneliti berupaya mengembangkan teknologi pretreatment, diantaranya dengan menggunakan asam, basa, ataupun mikroorganisme. Tetapi sangat disayangkan teknologi yang banyak berkembang menggunakan kondisi-kondisi ekstrim (temperatur, tekanan dan konsentrasi pelarut yang tinggi), sehingga dibutuhkan peralatan yang mahal. Hal ini dinilai tidak cocok untuk dikembangkan di negara berkembang seperti Indonesia. Oleh karena itu, penelitian diarahkan kepada pemanfaatan teknologi yang dapat menurunkan biaya, dengan beberapa syarat antara lain bahan kimia dapat dijumpai dan digunakan lagi, dan beroperasi pada kondisi ruang. Salah satu teknologi yang diharapkan dapat memenuhi persyaratan ini adalah teknologi perendaman menggunakan amoniak pada tekanan dan temperatur ruang (solution soaking with aqueous-ammonia, SAA). Teknologi ini masih baru, sehingga perlu diteliti dan dikembangkan, terutama pemanfaatannya pada berbagai macam sumber lignoselulosa yang ada di Indonesia. Bagaimanapun, hasil penelitian menunjukkan peningkatan perolehan gula hasil hidrolisis enzim yang cukup signifikan, dan kedepannya diharapkan dapat menurunkan biaya pengolahan.

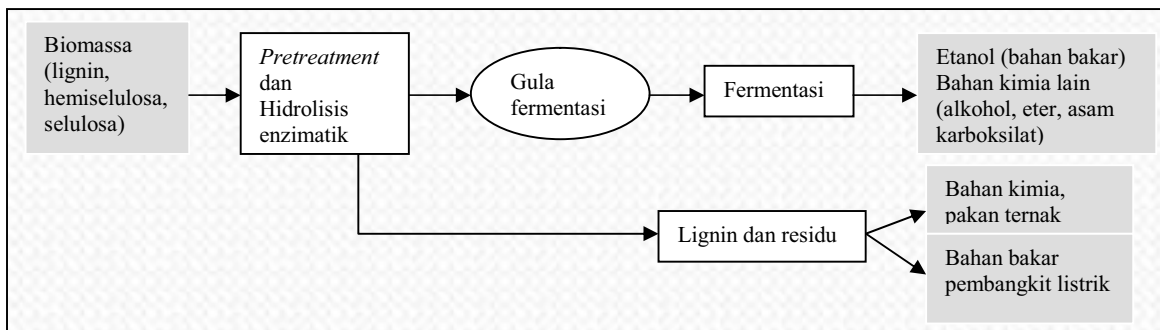
Keywords: lignoselulosa, pretreatment, hidrolisis enzim, gula fermentasi, SAA.

Pendahuluan

Ketergantungan akan energi minyak bumi telah memberikan dampak terhadap perubahan iklim dunia. Oleh karena itu, banyak penelitian yang mengarah pada pemanfaatan energi yang berasal dari sumber energi terbarukan, salah satunya adalah biomassa (bahan berlignoselulosa), sebagai bahan mentah pembuatan bioetanol (gambar 1). Dengan menggunakan lignoselulosa biomassa sebagai bahan mentah bioetanol dapat mengurangi kelangkaan atau persaingan dengan bahan pangan dan memberikan tantangan tersendiri karena perbedaan struktur dinding selnya yang lebih kompleks (Silverstein dkk., 2007).

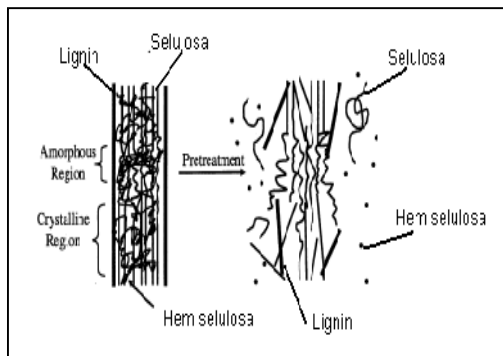
Keuntungan lain lain penggunaan bahan ini adalah keberadaannya yang melimpah, tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti halnya bahan bakar minyak bumi, dan energi berkelanjutan (Kumar dkk., 2009; Akhtar dkk. 2010).

Indonesia merupakan penghasil biomassa yang cukup melimpah, baik yang berasal dari limbah pertanian, limbah perkebunan, limbah industri, maupun limbah rumah tangga, contohnya tandan kosong sawit, tongkol jagung, bagas tebu, bagas sorgum manis, dan dedak padi. Dengan demikian Indonesia memiliki peluang yang besar dalam pengembangan teknologi konversi biomassa menjadi sumber energi.



Gambar 1. Skema aliran pemanfaatan bahan lignoselulosa sebagai bahan mentah bioetanol, bahan kimia, pakan ternak, dan energi.

Perancangan dan implementasi teknologi berangkat dari konversi gula sederhana melalui proses fermentasi, hingga konversi multi tahap bahan lignoselulosa menjadi bioetanol. Kunci dari semua penelitian dibidang ini adalah untuk mengurangi biaya proses sehingga meningkatkan daya saing bioetanol terhadap bahan bakar minyak bumi (gasoline). Faktor utama yang menjadi penyebab adalah tingginya tingkat kekompleksan yang menjadi sifat dalam pemrosesan bahan ini, sehingga membutuhkan pengolahan awal (*pretreatment*) untuk merobah struktur dan komposisi kimia dari lignoselulosa untuk memfasilitasi kecepatan dan efisiensi hidrolisis karbohidat menjadi gula fermentasi, seperti yang ditunjukan oleh gambar 2 (Mosier dkk., 2005). Dengan kata lain *pretreatment* merupakan kunci penting (Kim dan Lee, 2006) dan dinilai merupakan salah satu langkah proses yang mahal pada proses konversi biomassa menjadi bioetanol, sehingga sangat potensial untuk dikembangkan agar lebih efisien dan ekonomis (Lee dkk., 1994; Lynd dkk., 1996), dan merupakan subjek pada artikel ini.



Gambar 2. Skema pengolahan awal biomassa (adaptasi dari Hsu dkk., 1980)

Karakteristik Bahan Lignoselulosa

Bahan lignoselulosa mempunyai kandungan utama tiga macam polimer yang berbeda, yang dikenal dengan lignin, hemiselulosa, dan selulosa, yang saling berikatan membentuk satu kesatuan yang utuh (Sjöström, 1998; Pérez dkk., 2002). Besarnya kandungan masing-masing komponen bergantung pada jenis biomassa, umur, dan kondisi lingkungan tempat biomassa tersebut tumbuh dan berkembang, ditunjukan oleh tabel 1 (Jørgensen dkk., 2007).

Selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n merupakan komponen utama lignoselulosa berupa mikrofibril, mikrofibril homopolisakarida yang terdiri atas unit-unit β -D-glukopiranosida yang terhubung melalui ikatan glikosidik (1 \rightarrow 4). Struktur selulosa secara umum berbentuk kristalin, tetapi terdapat juga bagian-bagian yang berbentuk amorph. Tingkat kekristalan selulosa mempengaruhi kemampuan hidrolisis baik secara enzimatik ataupun bahan kimia lain.

Sumber karbohidrat lain yang terkandung dalam bahan lignoselulosa adalah hemiselulosa atau

yang dikenal juga dengan poliosa, karena terdiri atas berbagai macam gula monomer, yaitu pentose (ksilosa, rhamnosa, dan arabinosa); heksosa (glukosa, manosa, dan galaktosa); dan asam uronik (4-O-metilglukoronik, D-glukoronik, dan D-galaktoronik). Hemiselulosa mempunyai rantai polimer yang pendek dan tak berbentuk, sehingga sebagian besar dapat larut dalam air (Ibrahim, 1998). Oleh karena itu, hemiselulosa relatif mudah dihidrolisis oleh asam menjadi monomer-monomernya.

Tabel 1. Besarnya kadungan dari berbagai jenis biomassa (adaptasi dari Howard dkk, 2003).

Biomassa	Lignin (%)	Hemisel. (%)	Selulosa (%)
Hardwood	18-25	24-40	40-55
Softwood	25-35	25-35	45-50
Kulit kacang	30-40	25-30	25-30
Tongkol jagung	15	35	45
Kertas	0-15	0	85-99
Jerami gandum	15	50	30
Jerami padi	18	24	32,1
Dedaunan	0	80-85	15-20
Biji kapas	0	5-20	80-95
Kertas koran	18-30	25-40	40-55
Bagas	18,9	30	33,4
Rerumputan	10-30	25-50	25-40

Struktur molekul lignin sangat berbeda bila dibandingkan polisakarida karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenilpropana: unit *guaiacyl* (G) dari prekursor *trans*-koniferil alkohol, unit *syringyl* (S) dari prekursor *trans*-sinapil alkohol, dan *p*-hidroksifenil (H) dari prekursor *trans*-*p*-kumaril alkohol (Palonen, 2004). Lignin dapat dinyatakan dengan rumus $C_9H_{7,16}O_{2,44}(OCH_3)_{1,36}$ per unit fenilpropana (Fengel dan Wegener, 1984). Lignin dapat membentuk ikatan kovalen dengan beberapa komponen hemiselulosa, seperti ikatan benzyl ester dengan grup karboksil dari asam 4-O- metal-D-glukoronik dalam ksilan. Ikatan eter yang lebih stabil, yang dikenal dengan nama *lignin carbohydrate complexes* (LCC) yang terbentuk antara lignin dengan grup arabinosa atau galaktosa dalam ksilan atau manan (Kuhad dkk., 1997). Oleh karena itu lignin sangat sulit untuk didegradasi. Sehingga keberadaannya memberikan bentuk lignoselulosa yang kompleks dan menghambat degradasi selulosa oleh mikroba ataupun bahan kimia lainnya (Aguado dkk., 2006; Boateng dkk., 2006; Balat dkk., 2008; Misson dkk., 2009).

Pretreatment Lignoselulosa

Tantangan utama proses produksi bioetanol dari biomassa adalah *pretreatment* bahan mentah. *Pretreatment* ini dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan area permukaan (porositas) selulosa sehingga dapat meningkatkan konversi selulosa menjadi glukosa (gula fermentasi). Metoda yang

banyak digunakan untuk memecah rantai selulosa menjadi glukosa adalah hidrolisis dengan asam dan enzim. Masing-masing metoda mempunyai keuntungan dan kelemahan, tetapi faktor utama yang harus diperhatikan adalah pemakaian energi yang rendah dan rendahnya polusi yang dihasilkan dari proses tersebut. Hidrolisis enzim dipercaya mampu memenuhi persyaratan tersebut, karena proses ini bekerja pada kondisi yang menengah (mild condition) sehingga tidak memerlukan energi yang besar, menghindari penggunaan bahan kimia yang beracun dan korosif (Sharma dkk., 2002).

Struktur lignoselulosa yang tersusun atas matrix selulosa dan lignin yang berikatan melalui rantai hemiselulosa, harus dipecah sehingga lebih mudah diserang oleh enzim selama proses hidrolisis (Laureano-Perez dkk., 2005). Faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan enzim menghidrolisis bahan lignoselulosa diantaranya kandungan lignin dan hemiselulosa dan tingkat kekristalan selulosa. Oleh karena itu *pretreatment* diperlukan untuk (1) menghilangkan lignin dan hemiselulosa, (2) menurunkan tingkat kekristalan selulosa sehingga meningkatkan fraksi amorph selulosa, dan (3) meningkatkan porositas material (Sánchez dan Cardona, 2007; Zhu dkk., 2008; Hsu dkk., 2010). *Pretreatment* juga harus bisa meningkatkan kemampuan pembentukan gula selama proses hidrolisis, menghalangi terbentuknya inhibitor pada hidrolisis berikutnya dan selama proses fermentasi, menghalangi kehilangan karbohidrat, dan biaya yang efektif (Sun dan Cheng, 2005; Kumar dan Wyman, 2009).

Beberapa teknologi *pretreatment* yang telah banyak digunakan dan dikembangkan antara lain (1) secara fisika (mekanik dan pirolisis) (Sun dan Cheng, 2002; Karagöz dkk., 2005), (2) fisika kimia (*steam explosion*, *liquid hot water*, *CO₂ explosion*, dan *ammonia fiber explosion/AFEX*) (Dale dkk., 1996; Ballesteros dkk., 2006; Öhgren dkk., 2007; Li dkk., 2010), (3) kimia (alkali, larutan asam, pelarut organik) (Saha, dkk., 2005; Dien dkk., 2006; Karr dan Holtzaple, 2000; Kim dan Holtzaple, 2005), (4) biologi (jamur) (Tengerdy dan Szakacs, 2003; Itoh dkk., 2003), dan (5) kombinasi dari proses diatas (Mabee, 2006; Huang, 2007; Minowa, 1998).

Perkembangan teknologi *pretreatment* dewasa ini mengarah pada teknologi yang efektif, hemat energi dan hemat biaya. Salah satu teknologi yang ditawarkan adalah perendaman dalam larutan amoniak pada temperatur ruang (SAA/*soaking in aqueous ammonia*). Reagen ini efektif untuk menghilangkan lignin dari biomassa dengan reaksi utama menghidrolisis ikatan eter. Penggunaan reagen ini menawarkan beberapa keuntungan: (1) mempunyai selektifitas yang tinggi terhadap lignin, (2) mempertahankan karbohidrat dalam bentuk aslinya, (3) memperlihatakan efek pengembangan lignoselulosa yang signifikan, (4) interaksi yang

sangat sedikit dengan hemiselulosa, dan (5) sangat *volatile* sehingga mudah dijumpit kembali (Kim dkk., 2003; Zhu dkk., 2006; Kim dkk., 2008; Ko dkk., 2009).

Kemampuan reagen ini bergantung kepada jenis biomassa. SAA sangat efektif digunakan untuk bahan dengan kandungan lignin yang rendah, contohnya limbah pertanian ataupun herbaceous biomass, tetapi tidak untuk bahan berkayu yang mengandung lignin yang tinggi (Gupta dkk., 2007). Karena itu biomassa yang paling banyak dipakai oleh para peneliti yang menggunakan metoda ini diantaranya switchgrass, dedak padi, jerami padi, tongkol jagung, dan gandum. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa ahli disarikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Beberapa hasil penelitian menggunakan SAA pada berbagai kondisi (temperatur, komposisi, konsentrasi amoniak)

Peneliti	Bahan	Delignifikasi (%)	Glukosa (%)
Cao dkk., 1996	Tongkol jagung	80 - 90	92
Kim dan Lee, 2005	<i>Corn stover</i>	55 - 74	65 - 97
Kim dkk., 2008	<i>Barley hull</i>	50 - 60	83
Isci dkk., 2008	<i>Switchgrass</i>	40 - 50	SSF, hasil 72% etanol
Ko dkk., 2009	Jerami padi	35 - 60	71,1
Li dkk., 2010	<i>Corn stover</i>	45 - 61	81% <i>xylan digestibility</i>
Rémond dkk., 2010	<i>Wheat straw</i>	38	39 - 54
Salvi dkk., 2010	Sorgum	44	84
Gupta dan Lee, 2010	<i>Switchgrass</i>	65	54
Silvi, dkk., 2010	Tandan kosong sawit	18 - 24	79

Dari table 2 dapat dilihat bahwa para peneliti dewasa ini tertarik dengan proses pengolahan awal menggunakan amoniak karena keuntungan-keuntungan seperti yang telah diuraikan diatas. Walaupun proses ini sudah sejak lama diketahui, tetapi baru mulai dikembangkan oleh Cao dkk. pada tahun 1996. Cao dkk. memperlihatkan hasil yang menggembirakan, sehingga penelitian akhirnya mengarah pada metoda ini dengan menggunakan biomassa yang berbeda.

Secara keseluruhan, dari table 2 diketahui bahwa terjadi peningkatan hasil perolehan gula fermentasi (baik glukosa ataupun ksilosa). Jika diaplikasikan di Indonesia, dimana Indonesia merupakan penghasil tongkol jagung ataupun *corn stover*, jerami padi, dan tandan kosong sawit yang melimpah, maka Indonesia berpotensi untuk memproduksi bioetanol dalam skala yang besar. Hal ini dapat mengurangi ketergantungan pada bahan

bakar minyak bumi yang harganya semakin meningkat, mengurangi emisi, dan menjadi solusi dalam menangani sampah (limbah) setelah panen.

Sekalipun bahan lignoselulosa berpotensi sebagai *feedstock* yang menjanjikan sebagai bahan mentah bioetanol, tetapi masih belum bisa diterapkan untuk skala komersial. *Pretreatment* dipandang sebagai langkah proses yang paling banyak membutuhkan biaya, US\$0,3/gallon bioetanol (Mosier dkk., 2005), dan harga enzim diperkirakan US\$0,15/gallon bioetanol (Eggeman dan Elander, 2005). Oleh karena itu, penelitian-penelitian yang mengarah pada penurunan biaya *pretreatment* masih terus dikembangkan. Sebagai pembandingan, biaya produksi bioetanol di Amerika dengan bahan mentah jagung pada kisaran US\$1,65/gallon, dan Brazil pada rentang US\$0,68 – US\$0,95/gallon dengan bahan mentah nira tebu (Balat dkk., 2008).

Walaupun dari aspek ekonomi belum dapat dibuktikan, tetapi metoda ini mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan mengingat (1) harga bahan mentah yang dapat dinilai nol karena merupakan limbah, dan (2) proses berlangsung pada atmosferik (temperatur) ruang sehingga mudah dikerjakan dan tidak memerlukan peralatan canggih dan mahal. Kedepannya diharapkan dapat mengatasi permasalahan bangsa dalam hal penyediaan bahan bakar, penanganan limbah biomassa, dan peningkatan ekonomi masyarakat.

Kesimpulan

Bioetanol dapat diproduksi dari bahan lignoselulosa (biomassa). Lignoselulosa merupakan bahan yang mengandung karbohidrat yang berlimpah yaitu berupa selulosa dan hemiselulosa. Bahan ini dapat dikonversi menjadi energi ataupun bahan kimia lainnya. Tetapi keberadaannya dialam bersamaan dengan lignin yang membungkus matrix selulosa dan hemiselulosa, sehingga dalam pemanfaatannya memerlukan pengolahan awal (*pretreatment*) untuk membuka akses bagi enzim atau bahan kimia mencapai selulosa ataupun hemiselulosa dan mendegradasi menjadi monomer-monomer gula (gula fermentasi).

Biaya produksi pengolahan bioetanol dari biomassa saat ini masih dinilai sangat tinggi, dimana *pretreatment* memberikan kontribusi yang besar dalam perhitungan keekonomisan proses ini. Oleh karena itu para ahli mulai mencari dan mengembangkan proses *pretreatment* yang dinilai mampu menurunkan harga produksi melalui penghematan energi dan biaya.

Salah satu proses yang dilirik adalah *pretreatment* dengan menggunakan amoniak. Dari beberapa hasil penelitian yang menggunakan metoda ini, dapat dilihat adanya peningkatan perolehan gula fermentasi sehingga dapat meningkatkan perolehan bioetanol. Walaupun harga amoniak juga masih dapat dianggap mahal,

tetapi karena beberapa keuntungan yang ditawarkan oleh penggunaan bahan ini, terutama sifatnya yang mudah menguap sehingga dapat dijumpat dan digunakan kembali, maka diharapkan proses ini dapat menekan biaya produksi. Sayangnya hingga saat ini belum ada yang mengkaji keefektifan proses ini dari segi ekonomi.

Daftar Pustaka

- Aguado, J., Serrano, D.P., Miguel, G.S., Castro, M.C., dan Madrid, S., 2006, Feedstock Recycling in A Two Step Thermo Catalytic Reaction System, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 79, 415-423.
- Akhtar, J., Kuang, S.K., dan Saidina-Amin, N., 2010, Liquefaction of Empty Palm Fruit Bunch (EPFB) in Alkaline Hot Compressed Water, *Renewable Energy*, 35, 1220-1227.
- Balat, M., Balat, H., dan Öz, C., 2008, Progress in Bioethanol Processing, *Progress In Energy And Combustion Science*, 34, 551-573.
- Ballesteros, I., Negro, M.J., Olivia, J.M., Cabanas, A., Manzanares, P., dan Ballesteros, M., 2006., Ethanol Production from Steam Explosion Pretreated Wheat Straw, *Applied Biochem. Biotechnol.*, 70-72, 3-15.
- Boateng, A.A., Hicks, K.B., Flores, R.A., dan Gutsol, A., 2006, Pyrolysis of Hull Enriched Byproducts from The Saccharification of Hull Barley (*Hordeum vulgare* L.), *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 78, 95-103.
- Cao, N.J., Krishnan, M.S., Du, J.X., dan Gong, C.S., 1996, Ethanol Preduction from Corn Cob Pretreated by The Ammonia Steeping Process Using Genetically Engineered Yeast, *Biotechnology Letters*, 18(9), 1013-1018.
- Dale, B.E., Leong, C.K., Pham, T.K., Esquivel, V.M., Rios, I., dan Latimer, V.M., 1996, Hydrolysis of Lignocellulose at Low Enzyme Levels: Application of The AFEX Process, *Bioresource Technology*, 56, 111-116.
- Dien, B.S., Jung, H.J.G., Vogel, K.P., Casler, M.D., Lamb, J.F.S., Iten, L., Mitchell, R.B., dan Sarath, G., 2006, Chemical Composition and Response to Dilute-acid Pretreatment and Enzymatic Saccharification of Alfalfa, Reed Canarygrass, and Switchgrass, *Biomass Bioenergy*, 30, 880-891.
- Eggeman, T., dan Elander, R.T., 2005, Process and Economic Analysis of Pretreatment Technologies, *Bioresource Technology*, 96, 2019-2025.
- Fengel, D. dan Wegener, G., 1984. Kayu; Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Gupta, R., Kim, T.H., dan Lee, Y.Y., 2007, Substrate Dependency and Effect of Xylanase Supplementation on Enzymatic Hydrolysis of Ammonia-treated Biomass, *Applied Biochem. Biotechnol.*, 148 (1-3), 59-70.
- Gupta R., dan Lee, Y.Y., 2010, Investigation of Biomass Degradation Mechanism in Pretreatment of Switchgrass by Aqueous Ammonia and Sodium Hydroxide, *Bioresource Technology*, 101, 8185-8191.
- Howard, R.L., Abotsi, E., Jansen van Rensburg, E.L., dan Howard, S., 2003, Lignocellulose Biotechnology: Issues of Bioconversion and Enzyme Production, *African Journal of Biotechnology*, 2 (12), 602-619.
- Hsu, T.A., Ladisch, M.R., dan Tsao, G.T., 1980, Alcohol from Cellulose, *Chemical Technology*, 10 (5), 315-319.
- Hsu, T.C., Guo, G.L., Chen W.H., dan Hwang, W.S., 2010, Effect of Dilute Acid Pretreatment of Rice Straw on Structural Properties and Enzymatic Hydrolysis, *Bioresource Technology*, 101, 4907-4913.
- Huang, G., Shi, J.X., dan Langrish, T.A.G., 2007, NH₄OH-KOH Pulping Mechanism and Kinetics of Rice Straw, *Bioresource Technology*, 98, 1218-1223.
- Ibrahim, M., 1998, Clean Fractionation of Biomass - Steam Explosion and Extraction, *Faculty of The Virginia Polytechnic Institute and State University*.
- Isci, A., Himmelsbach, J.N., Pometto III, A.L., Raman, D.R., dan Anex, R.P., 2008, Aqueous Ammonia Soaking of Switchgrass Followed by Simultaneous Saccharification and Fermentation, *Applied Biochem. Biotechnol.*, 144, 69-77.
- Itoh, H., Wada, M., Honda, Y., Kuwahara, M., dan Watanabe, T., 2003, Bioorganosolve Pretreatment for Simultaneous Saccharification and Fermentation of Beech Wood by Ethanolysis and White Rot Fungi, *Journal of Biotechnology*, 103, 273-280.
- Jørgensen, H., Kristensen, J.B., dan Felby, C., 2007, Enzymatic Conversion of Lignocellulose into Fermentable Sugars: Challenges and Opportunities, *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*, 1, 119-134.
- Karagöz, S., Bhaskar, T., Muto, A., Sakata, Y., Oshiki, T., dan Kishimoto, T., 2005, Low-temperature Catalytic Hydrothermal Treatment of Woody Biomass: Analysis of Liquid Products, *Chemical Engineering Journal*, 108, 127-137.
- Karr, W.E. dan Holtzapple, M.T., 2000, Using Lime Pretreatment to Facilitate The Enzymatic Hydrolysis of Corn Stover, *Biomass Bioenergy*, 18, 189-199.
- Kim, S., dan Holtzapple, M.T., 2005, Lime Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Corn Stover, *Bioresource Biotechnology*, 96, 1994-2006.
- Kim, T.H., Kim, J.S., Sunwoo, C., dan Lee, Y.Y., 2003, Pretreatment of Corn Stover by Aqueous Ammonia, *Bioresource Technology*, 90, 39-47.
- Kim T.H., dan Lee, Y.Y., 2005, Pretreatment of Corn Stover by Soaking in Aqueous Ammonia, *Applied Biochem. Biotechnol.*, 121-124, 1119-1132.
- Kim, T.H., dan Lee, Y.Y., 2006, Fractionation of Corn Stover by Hot-water and Aqueous Ammonia Treatment, *Bioresource Technology*, 97, 224-232.
- Kim, T.H., Taylor, F., dan Hicks, K.B., 2008, Bioethanol Production from Burley Hull Using SAA (Soaking in Aqueous Ammonia) Pretreatment, *Bioresource Technology*, 99, 5694-5702.
- Ko, J.K., Bak, J.S., Jung, M.W., Lee, H.J., Choi, I.G., Kim, T.H., dan Kim, K.H., 2009, Ethanol Production from Rice Straw Using Optimized Aqueous-ammonia Soaking Pretreatment and Simultaneous Saccharification and Fermentation Processes, *Bioresource Technology*, 100, 4374-4380.
- Kuhad, R.C., Singh, A., dan Eriksson, K.E., 1997, Microorganisms and Enzymes Involved in The Degradation of Plant Fiber Cell Walls, *Adv Biochem. Eng. Biotechnol.*, 57, 45-125.
- Kumar, P., Barrett, D.M., Delwice, M.J., dan Stroeve, P., 2009, Methods for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Efficient Hydrolysis and Biofuel Production, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 48, 3713-3729.
- Kumar, R., dan Wyman, C.E., 2009, Cellulase Adsorption and Relationship to Feature of Corn Stover Solid Produce by Leading Pretreatment., *Biotechnology and Bioengineering*, 103, 252-267.
- Laureano-Perez, L., Teymouri, F., Alizadeh, H., dan Dale, B.E., 2005, Understanding Factors That Limit Enzymatic Hydrolysis of Biomass, *Applied Biochem. Biotechnol.*, 121-124, 1081-1100.
- Lee, D., Yu, A.H.C., Wong, K.K.Y., dan Saddler, J.R., 1994, Evaluation of The Enzymatic Susceptibility of Cellulosic Substrates Using Specific Hydrolysis Rates and Enzyme Adsorption, *Applied Biochem. Biotechnol.*, 45/45, 407-415.
- Li, B.Z., Balan, V., Yuan, Y.J., dan Dale, B.E., 2010, Process Optimization to Convert Forage and Sweet Sorghum Bagasse to Ethanol Based on Ammonia Fiber

- Expansion (AFEX) Pretreatment, *Bioresource Technology*, 101, 1285-1292.
- Li, X., Kim, T.H., dan Nghiem, N.P., 2010, Bioethanol Production from Corn Stover Using Aqueous Ammonia Pretreatment and Two-phase Simultaneous Saccharification and Fermentation (TPSSF), *Bioresource Technology*, 101, 5910-5916.
- Lynd, L.R., Elander, R.T., dan Wyman, C.E., 1996, Likely Features and Costs of Mature Biomass Ethanol Technology, *Applied Biochemistry Biotechnology*, 57/58, 741-761.
- Mabee, W.E., Gregg, D.J., Arato, C., Berlin, A., Bura, R., Gilkes, N., Mirochnik, O., Pan, X., Pye, E.K., dan Saddler, J.N., 2006, Updates on Softwood-to-Ethanol Process Development, *Applied Biochemistry Biotechnology*, 129-132, 55-70.
- Minowa, T., Zhen, F., dan Ogi, T., 1998, Cellulose Decomposition in Hot-compressed Water with Alkali or Nickel Catalyst, *Journal of Supercritical Fluids*, 13, 253-259.
- Misson, M., Haron, R., Kamaruddin, M.F.A., dan Saidina-Amin, N., 2009, Pretreatment of Empty Palm Fruit Bunch for Production of Chemicals via Catalytic Pyrolysis, *Bioresource Technology*, 100, 2867-2873.
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzapple, M., dan Ladisch, M., 2005, Features of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass, *Bioresource Technology*, 96, 673-686.
- Öhgren, K., Bura, R., Saddler, J., Zacchi, G., 2007, Effect of Hemicellulose and Lignin Removal on Enzymatic Hydrolysis of Steam Pretreated Corn Stover, *Bioresource Technology*, 98, 2503-2510.
- Palonen, H., 2004, Role of Lignin in The Enzymatic Hydrolysis of Lignocellulose, *VTT Biotechnology*, Helsinki University of Technology, Finland.
- Pérez, J., Muñoz-Dorado, J., de la Rubia, T., dan Martínez, J., 2002, Biodegradation and Biological Treatments of Cellulose, Hemicellulose and Lignin: An Overview, *Int. Microbiol.*, 5, 53-63.
- Rémond, C., Aubry, N., Crônier, D., Noël, S., Martel, F., Roge, B., Rakotoarivonina, H., Debeire, P., dan Chabbert, B., 2010, Combination of Ammonia and Xylanase Pretreatment: Impact on Enzymatic Xylan and Cellulose Recovery from Wheat Straw, *Bioresource Technology*, 101, 6712-6717.
- Saha, B.C., Iten, L.B., Cotta, M.A., Wu, Y.V., 2005, Dilute Acid Pretreatment, Enzymatic Saccharification, and Fermentation of Rice Hulls to Ethanol, *Biotechnology Progress*, 21, 816-822.
- Salvi, D.A., Aita, G.M., Robert, D., dan Bazan, V., 2010, Dilute Ammonia Pretreatment of Sorghum and Its Effectiveness on Enzyme Hydrolysis and Ethanol Production, *Applied Biochem. Biotechnol.*, 161, 67-74.
- Sánchez, Ó. J., dan Cardona, C. A., 2007, Review: Trends of Biotechnological Production of Fuel Ethanol from Different Feedstocks. *Bioresource Technology*, Artikel in Press, 1-26.
- Sharma, S.K., Kalra, K.L., dan Grewal, H.S., 2002, Enzymatic Saccharification of Pretreated Sunflower Stalks, *Biomass and Bioenergy*, 23, 237-243.
- Silverstein, R.A., Chen, Y., Sharma-Shivappa, R.R., Boyette, M.D., dan Osborne, J., 2007, A Comparison of Chemical Pretreatment Methods for Improving Saccharification of Cotton Stalks, *Bioresource Technology*, 98, 3000-3011.
- Silvi, O., Horváth, I.S., Soerawidjaja, T.H., Purwadi, R., dan Putrawan, I.D.G.A., 2010, Enhancement of Enzymatic Hydrolysis of Oil Palm Empty Fruit Bunches by Decreasing Cellulose Crystallinity Index, *Prosiding The 1st ISFAChe2010*.
- Sjöström, E., 1998. Kimia Kayu: Dasar-dasar dan Penggunaannya. *Gadjah Mada University Press*, Yogyakarta.
- Sun, Y., dan Cheng, J.J., 2002, Hydrolysis of Lignocellulose Materials for Ethanol Production: A Review, *Bioresource Technology*, 83, 1-11.
- Sun, Y., dan Cheng, J.J., 2005, Dilute Acid Pretreatment of Rye Straw and Bermudagrass for Ethanol Production, *Bioresource Technology*, 96, 1599-1606.
- Tengerdy, R.P., dan Szakacs, G., 2003, Bioconversion of Lignocellulose in Solid Substrate Fermentation, *Biochemical Engineering Journal*, 13, 169-179.
- Zhu, L., O'Dwyer, J.P., Chang, V.S., dan Granda, C.B., 2008, Structure Features Affecting Biomass Enzymatic Digestibility, *Bioresource Technology*, 99, 3817-3828.
- Zhu, Y., Kim, T.H., Lee, Y.Y., Chen, R., dan Elander, R.T., 2006, Enzymatic Production of Xylooligosaccharides from Corn Stover and Corn Cobs Treated with Aqueous Ammonia, *Applied Biochem. Biotechnol.*, 129-132, 586-598.