

PROSIDING

ISSN 1411-4216



SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA & PROSES

2011
26 JULI 2011



JURUSAN TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG



KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2011 adalah forum diskusi ilmiah tahunan ke-13 yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro sebagai bentuk dukungan terhadap pengembangan teknologi di bidang rekayasa kimia dan proses. Seminar ini juga menjadi ajang komunikasi dan saling tukar informasi antara kalangan akademisi, peneliti dan praktisi serta sebagai media penyebar luasan gagasan terkait dengan pengembangan teknologi dan rekayasa proses yang tertuang dalam hasil-hasil penelitian.

Tahun ini SRKP 2011 mengambil tema "*Peran Institusi Riset dan Industri untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Energi Nasional*", tema ini diambil terkait dengan terjadinya perubahan iklim serta menipisnya cadangan minyak bumi yang berdampak bagi ketahanan pangan dan energi nasional. Melalui tema ini pula, masalah serta solusi yang menyangkut: *perpindahan massa dan panas, termodinamika, kinetika reaksi dan katalis, bioteknologi dan bioproses, teknik separasi dan purifikasi, perancangan proses dan alat proses, konservasi dan efisiensi energi, sistem kontrol dan dinamika proses, pengolahan limbah dan manajemen lingkungan, serta material* didiskusikan dan dikaji lebih lanjut.

Panitia SRKP 2011 menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah menyumbangkan karya ilmiah dalam prosiding ini, serta terimakasih pada semua pihak yang mendukung acara ini.

Semarang, Juli 2011

Panitia SRKP 2011



SUSUNAN PANITIA
SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2011

Penasihat	:	Rektor Universitas Diponegoro Dekan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Ketua Jurusan Teknik Kimia
Penanggung Jawab	:	Dr. Ir. Abdullah, MS Dr. Ir. Ratnawati, MT
Dewan Editor	:	Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA Prof. Dr. Ir. Bakti Jos, DEA
Ketua Panitia	:	Ir. Slamet Priyanto, MS
Sekretaris	:	Dr. Andri Cahyo Kumoro, ST, MT Aprilina Purbasari, ST, MT
Bendahara	:	Ir. C. Sri Budiyati, MT Yuli Sugiarti
Sie Naskah	:	Luqman Buchori, ST, MT Ir. Diah Susetyo R, MT Dessy Ariyanti, ST, MT Noer Abyor Handayani, ST, MT
Sie Acara	:	Ir. Indro Sumantri, M.Eng Ir. Nur Rokhati, MT Erlina Sari Nur Widaryati
Sie Konsumsi	:	Ir. Kristinah Haryani, MT Dyah Hesti Wardhani, ST, MT, Ph.D Aniek Kristi Rahayu, S.Sos Indah Yuliana
Sie Dana	:	Ir. Danny Soestrisnanto, M.Eng Ir. Agus Hadiyanto, MT
Sie Perlengkapan & Transportasi	:	Ir. Hargono, MT Darto, AT Sukari



UCAPAN TERIMAKASIH

Segenap panitia Seminar Nasional Rekeyasa dan Proses 2011 mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Rektor Universitas Diponegoro
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
3. Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
4. Bapak Ir. Gunung Sardjono Hadi, MT selaku Direktur Utama PT. Pertamina Gas dan pembicara kunci dalam SRKP 2011
5. PT. Pertamina Gas, selaku sponsor
6. PT. Djarum, selaku sponsor
7. PT. Pura Barutama, selaku sponsor
8. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
9. Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia, Universitas Diponegoro
10. Semua pihak yang membantu kelancaran persiapan hingga pelaksanaan SRKP 2011



DAFTAR MAKALAH SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2011

Plenary Paper

A. Perpindahan Massa dan Panas

- A. 01** PENGARUH KANDUNGAN AIR TERHADAP SUHU PADA MASAKAN YANG DIMASAK MENGGUNAKAN OVEN GELOMBANG MIKRO, **Wasir Nuri**, Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta
- A. 02** PENGARUH LAJU ALIR UDARA TERHADAP KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS PADA FALLING FILM EVAPORATOR UNTUK SISTEM BLACK LIQUOR-UDARA, **Suhadi**, **Kurniawan F.**, **Farandy I.**, **Susianto**, **Budhikarjono K.**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS Sukolilo, Surabaya
- A. 03** PENGUKURAN KESETIMBANGAN UAP-CAIR PADA SISTEM PELARUT-POLIMER MENGGUNAKAN METODE PIEZOELECTRIC CRYSTAL MICOBALANCE, **M Angga Kurniawan**, **Todheus Welly P.**, **Gede Wibawa**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS Sukolilo, Surabaya
- A. 04** PENINGKATAN KUALITAS KARAGENAN RUMPUT LAUT MELALUI OPTIMASI PENGURANGAN SULFAT DENGAN MODEL MATEMATIS, **Ari Diana Susanti**, **Ratri Cahyari**, **Lilis Kistriyani**, dan **Fitri Wulandari**, Jurusan Teknik Kimia, Fak. Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta
- A. 05** APLIKASI METODE FOAM-MAT DRYING PADA PROSES PENGERINGAN PRODUK SPIRULINA, **Aji Prasetyaningrum**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
- A. 06** MODEL ABSORPSI MULTIKOMPONEN GAS SINTESA DALAM LARUTAN K_2CO_3 DENGAN PROMOTOR MDEA PADA PACKED COLUMN, **Rizky Pratama**, **Yuli Cahyani**, **Erlinda**, **Lily Pudjiastuti**, **Susianto**, **Nonot Suwarno**, dan **Ali Altway**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
-

B. Termodinamika

- B. 01** SIMULASI KESETIMBANGAN BINER DALAM PENINGKATAN PRODUKSI MINYAK MELALUI INJEKSI FLARE GAS, **Tjokorde Walmiki Samadhi**¹, **Angga Pradhana Budiono**¹, dan **Utjok W.R. Siagian**², ¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung, ²Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik Pertambangan & Perminyakan Institut Teknologi Bandung
-

C. Kinetika Reaksi dan Katalis

- C. 01** CATALYSTS FOR THE DIRECT ETHANOL FUEL CELL, **Nur Hidayati**, Department of Chemical Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- C. 02** ESTERIFIKASI PALM FATTY ACID DISTILATE (PFAD) MENJADI BIODIESEL DENGAN KATALISATOR PENUKAR KATION DOWEX M-31, **Heri Rustamaji**,
-



- Biokimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS Sukolilo, Surabaya
- D. 16** HIDROLISA ENZIMATIK PATI TAPIOKA DENGAN α - AMILASE CRUDE SEBAGAI BIODKATALIS DAN PEMANAS MICROWAVE - WATERBATH PADA PEMBUATAN MALTODEKSTRIN, **Herry Santosa**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang
- D. 17** BIODKONVERSI HOLOSELULOSA DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG MENJADI BIOETANOL SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF TERBARUKAN, **Mahyati¹, Abdul Rauf Patong¹, Paulina Taba¹, Tri Hartono² dan Abdul Azis¹** Staf pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, ² Staf pengajar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang
-
- D. 18** EFFECT OF SHREDDED COCONUT SHELL ADDITION IN IMPROVING PERFORMANCE OF SEQUENCING BATCH REACTORS, **H. Budiastuti and D. Widyabudiningsih**, Chemical Engineering Department, State Polytechnic of Bandung Jl Gegerkalong Hilir, Ds Ciwaruga, Bandung

E. Teknik Separasi dan Purifikasi

- E. 01** CONTROL OF BUTYL ACRYLATE HYBRID REACTIVE DISTILLATION-PERVAPORATION SYSTEM, **Surya Budi Widagdo dan Renanto Handogo**, Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- E. 02** DESULFURISASI RESIDU OIL DENGAN METODE OXIDATIVE, **Muchammad Chadiq Dzikrillah, Rizqy Romadhona Ginting dan Gede Wibawa**, Jurusan Teknik Kimia, Fak. Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- E. 03** EKSTRAKSI ZAT WARNA ALAMI DARI KULIT MANGGIS SERTA UJI STABILITASNYA, **Bakti Jos, Niken Dian dan Suci Epri**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang
- E. 04** PENGARUH MASSA BIOADSORBEN DARI AMPAS TEBU PADA PENURUNAN ASAM LEMAK BEBAS, BILANGAN PEROKSIDA, DAN WARNA MINYAK GORENG BEKAS, **Yustinah**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
- E. 05** PENGURANGAN KANDUNGAN Ca^{2+} DARI ZEOLIT ALAM UNTUK MENINGKATKAN KUALITASNYA MENJADI ZEOLIT A, **Asalil Mustain, Miftakhul Falah, Mukhammad Furoiddun Nais, Gede Wibawa**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS Sukolilo Surabaya
- E. 06** PENURUNAN KADAR CR LIMBAH CAIR INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT DENGAN ARANG AKTIF SEBAGAI ADSORBEN, **Dyah Tri Retno**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"
- E. 07** PERBANDINGAN BERBAGAI STRUKTUR PENGENDALI PADA DISTILASI REAKTIF UNTUK SINTESIS ETIL ASETAT MENGGUNAKAN PENGENDALI PI DAN MPC, **Albert Yanuar Soesanto dan Renanto Handogo**, Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- E. 08** UJI KINERJA MEMBRAN KOMPOSIT KITOSAN-SILIKA UNTUK PROSES PERVAPORASI ISOPROPANOL-AIR DENGAN VARIASI KONSENTRASI UMPAN DAN VARIASI TEMPERATUR OPERASI, **Iwan Ridwan, Rispia**, Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung



BIOKONVERSI HOLOSELULOSA DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG MENJADI BIOETANOL SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF TERBARUKAN

Mahyati¹, Abdul Rauf Patong¹, Paulina Taba¹, Tri Hartono² dan Abdul Azis²

1) Staf pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin

2) Staf pengajar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang

Abstrak

Tongkol jagung merupakan limbah pertanian yang mengandung holoselulosa sekitar 76% dan dapat dikonversi menjadi bioetanol menggunakan metode SSF. Proses konversi tongkol jagung dilakukan beberapa tahap yaitu pretreatment (delignifikasi), hidrolisis dan fermentasi secara serempak. Metode yang dilakukan pada proses pretreatment secara enzimatik dengan memberi campuran beberapa jamur pelapuk putih (*Phanerochaete chrysosporium*, *Lentinus edodes* dan *Pleurotus ostreatus*) untuk mendegradasi lignin yang ramah lingkungan. Setelah itu proses hidrolisis dilakukan dengan *Trichoderma reesei*, serta proses fermentasi dengan *Zymomonas mobilis* yang dilakukan secara serempak untuk mengkonversi gangguhan holoselulosa tongkol jagung menjadi bioetanol. Persentase kehilangan lignin, selulosa dan hemiselulosa berturut-turut pada pretreatment tongkol jagung dengan waktu inkubasi 30 hari pada suhu kamar adalah 88,08 %, 22,69 % dan 11,18%. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh adalah 47,2% pada pH 6,5 ; waktu 8 hari dan temperatur 38 °C.

Kata kunci : Delignifikasi, tongkol jagung dan bioetanol

1. Pendahuluan

Jagung (*Zea mays.L*) merupakan salah satu makanan pokok, yang banyak digemari oleh masyarakat. Sekitar 70 % dari hasil produksi jagung digunakan sebagai konsumsi manusia dan selebihnya sebagai campuran bahan pakan ternak, bahan pendukung industri. Saat ini, potensi lahan jagung di Sulawesi-Selatan mencapai 424 ribu ha dengan produktivitas mencapai 5 ton per hektar atau 1,2 juta ton per tahun dan menjadi urutan ke empat sehingga ketersediaan limbah tongkol jagung ini sangat berlimpah terutama setelah panen jagung dilakukan.

Komposisi tongkol jagung adalah selulosa 40 %, hemiselulosa 36 %, lignin 16 % dan lain-lainnya berkisar 8 %. Hemiselulosa dari tongkol jagung dapat dihidrolisis oleh asam sulfat. Fermentasi dari tongkol jagung yang optimal pada waktu 48 jam dan menggunakan konsentrasi gula yang rendah pada konsentrasi inokulasi tinggi.

Jamur pelapuk putih *Phanerochaete chrysosporium* menghasilkan enzim pendegradasi lignin yaitu Lignin peroksidase dan Mangan peroksidase tetapi tidak menghasilkan enzim laccase (Lac) (Howard *et al.*, 2003). Sementara enzim Laccase dan Versatile Peroxidase (VP) diproduksi oleh jamur *Pleurotus ostreatus* (Schraft Heidi, 2010). Enzim lignolitik yang terdapat pada jamur *Lentinus edodes* adalah Mangan Peroksida (MnP) dan laccase (Sato, T, et. Al, 2002).

Oleh karena itu untuk mendegradasi lignin pada tongkol jagung secara maksimal dengan memberi beberapa jamur pelapuk putih (*Phanerochaete chrysosporium*, *Lentinus edodes* dan *Pleurotus ostreatus*) pada proses delignifikasi yang selanjutnya holoselulosa (hemiselulosa dan selulosa) tongkol jagung dikonversi menjadi glukosa dengan menggunakan *Trichoderma reesei* pada proses hidrolisis serta proses fermentasi dengan *Zymomonas mobilis* yang dilakukan secara serempak digunakan .

Kajian dilakukan dengan memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh pada proses pembuatan bioetanol. Proses pembuatan bioetanol terdiri atas: (1) proses hidrolisis, (2) proses fermentasi, dan (3) proses pemurnian. Salah satu bagian yang paling penting pada pembuatan bioetanol adalah proses delignifikasi menggunakan berbagai jamur pelapuk putih.

Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan tongkol jagung sebagai bahan bakar alternatif. Tongkol jagung merupakan limbah pertanian yang pemanfaatannya belum maksimal dan memiliki nilai ekonomi yang rendah tetapi kandungan holoselulosa dikonversi menjadi glukosa dengan memberi beberapa jamur pelapuk putih

¹ Korespondensi: mahyati1@yahoo.com



(*Phanerochaete chrysosporium*, *Lentinus edodes* dan *Pleurotus ostreatus*) selanjutnya dilakukan hidrolisis menggunakan *Trichoderma reesei*, fermentasi dengan *Zymomonas mobilis* secara serempak, dan distilasi agar dapat diperoleh bioetanol yang menggunakan metode SSF sebagai bahan bakar alternatif masa depan. Sementara cadangan bahan bakar fosil sekitar 9 millar barrel pada tahun 2006 dan diperkirakan akan habis sekitar 18 tahun untuk minyak bumi.

2. Metode Penelitian

Sampel dibersihkan, dipotong kecil kira-kira 5 cm dan dikeringkan. Sampel yang telah mencapai kadar air 10 % digiling dan disaring sampai ukuran partikel 40 mesh. Selanjutnya sampel yang halus, dianalisa kadar holoselulosa dengan cara Rattin Datta (1981).

Tahapan proses :

1. Delignifikasi tongkol jagung menggunakan jamur pelapuk putih sebagai pretreatment

Membuat media kultur

Bahan-bahan berikut ini yang digunakan dalam penyiapan media kultur dilarutkan ke dalam akuades 25 mL .

Bahan	Jumlah (g)
KH_2PO_4	7,2
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1,5
$\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,3
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,145
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,023
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,015
$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,03

HCl encer ditambahkan untuk mengatur pH menjadi 5, disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Selanjutnya ditambahkan suspensi jamur *Phanerochaete chrysosporium*, *Lentinus edodes* dan *Pleurotus ostreatus*) dibuat dengan cara memisahkan spora jamur dari PDAny dengan menggunakan jarum ose.

Delignifikasi tongkol jagung

Tongkol jagung yang lolos 40 mesh sebanyak sepuluh gram dalam elemeyer 250 mL ditambahkan 0,01 gram glukosa. 20 ml larutan tween 80 ditambahkan selanjutnya dicampurkan dalam dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan sampai tanda batas dan diatur pH menjadi 5. Selanjutnya campuran disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Suspensi jamur (*Phanerochaete chrysosporium*, *Lentinus edodes* dan *Pleurotus ostreatus*) dibuat dengan cara memisahkan spora jamur dari PDAny dengan menggunakan jarum ose sebanyak 50:50 dan dimasukkan dalam inkubator dengan suhu 38 °C selama 30 hari, setiap 5 hari dilakukan analisis terhadap konsentrasi lignin, hemiselulosa dan selulosa.

Proses pretreatment bertujuan mempermudah akses enzim selulase untuk menghidrolisis selulosa menjadi monomer-monomer gula. Lignin merupakan penghalang akses enzim selulolitik pada degradasi bahan berlignoselulosa sehingga menghambat proses dekomposisi, untuk mempercepat proses biodekomposisi bahan organik dilakukan dengan memanfaatkan mikroba perombak lignin (lignolitik) dan selulosa (selulolitik) yang umumnya dari kelompok fungi dan diketahui menunjukkan aktivitas biodekomposisi paling signifikan dan ramah lingkungan.

Proses hidrolisis dan fermentasi dengan metode SSF

Pembuatan media starter

Bahan-bahan berikut ini digunakan dalam penyiapan media starter Dilarutkan kedalam 100 mL ekstrak toge sbb:

Bahan	Jumlah (g)
KH_2PO_4	0,2
MgCl_2	0,2
NaCl	0,2
Ekstrak ragi	0,5
Na_2HPO_4	0,4
Glukosa	5% v
CaCl_2	0,2

Campuran kultur *Trichoderma reesei* dan *Z. mobilis* dengan cara memisahkan spora jamur dari PDAny dengan menggunakan jarum ose sebanyak 10 % v dan diatur pH 6,5 untuk inkubasi selama 2 hari pada suhu kamar.

Proses hidrolisis dan fermentasi dengan metode SSF

Tabel 1. Komposisi bahan untuk media hidrolisis dan fermentasi

Bahan	Jumlah(g)
KH_2PO_4	0,2
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,2
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,2
Na_2HPO_4	0,4
CaCl_2	0,2
NaCl	0,2
Ekstrak ragi	0,5
Glukosa	22,5
Akuades	100 mL

Erlenmeyer 250 mL yang berisi Serbuk tongkol dari hasil delignifikasi ditambahkan bahan-bahan seperti Tabel 3.3, diaduk hingga larut. Diatur pH larutan hingga pH 5,0 dengan buffer fospat lalu tiap Erlenmeyer, disumbat dengan kapas dan aluminium foil dan disterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C.

Pembuatan media hidrolisis dan fermentasi

Tongkol jagung yang lolos 40 mesh dalam elemeyer 250 mL sebanyak sepuluh gram ditambahkan bahan-bahan berikut ini digunakan dalam penyiapan media hidrolisis dan fermentasi dilarutkan dalam aquades menjadi larutan 150 ml dan diaduk sampai rata. sbb :

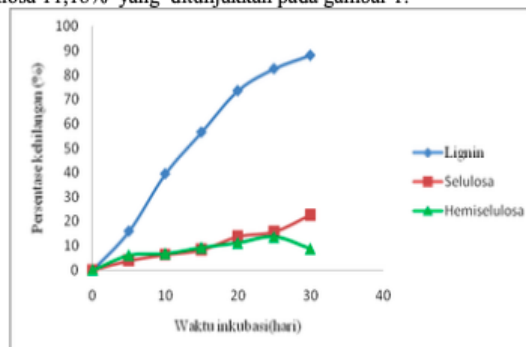
Bahan	Jumlah (g)
KH_2PO_4	0,2
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,5
Ekstrak ragi	0,5
Glukosa	22,5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,2

Selanjutnya pH diatur hingga 6,5 dan disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit kemudian ditambahkan starter sebanyak 5 mL dan diinkubasi selama 8 hari pada suhu kamar

3. Hasil dan Pembahasan

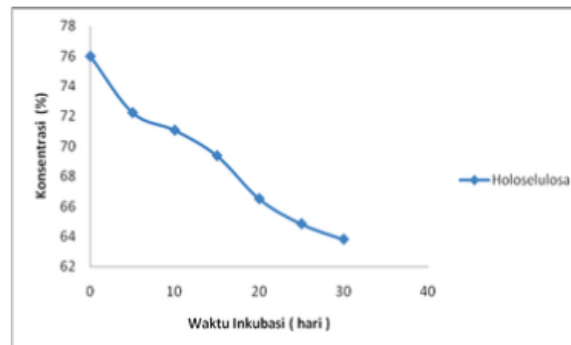
Persen kehilangan lignin pada inkubasi hari ke 30 mencapai 88,08 % yang diikuti hilangnya selulosa dan hemiselulosa. Ini menunjukkan bahwa mikroba merombak lignin atau memakan lignin, menjadi gula sederhana sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan biosintesa berbagai senyawa termasuk veratril alkohol dan asam oksalat. Jamur ini mengeluarkan enzim yang sangat kuat (enzim lignolitik) yang dapat menghambat proses degradasi lignin dan asam oksalat. Asam oksalat bekerja secara berlawanan dengan kerja enzim lignolitik yaitu dapat menghambat reaksi-reaksi yang dikatalisis oleh enzim-enzim lignolitik, lignin peroksidase (LiP), manganese peroksidase (MnP), Laccase dan VP.

Disamping itu jamur pelapuk putih juga menghasilkan enzim-enzim yang dapat mengoksidasi asam oksalat, seperti oksalat oksidase, oksalat dehidrogenase, dengan teroksidasinya asam oksalat akan menyebabkan kandungan hemiselulosa dan selulosa juga ikut terdegradasi sehingga terjadi juga kehilangan selulosa 22,69% dan kehilangan hemiselulosa 11,18% yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Hubungan persen degradasi kadar lignin, hemiselulosa dan selulosa terhadap waktu inkubasi

Gambar 1. menunjukkan kehilangan lignin yang cukup besar pada senyawa lignoselulosa. Jamur pelapuk putih lebih memilih makan lignin daripada holoselulosa (hemiselulosa dan selulosa). Lignin merupakan gabungan suatu senyawa yang terdiri atas karbon, hidrogen dan oksigen yang hampir serupa dengan senyawa karbohidrat lainnya. Namun proporsi karbonnya lebih tinggi dibandingkan hidrogen dan oksigen. Nitrogen juga terdapat dalam senyawa lignin yang kadarnya mencapai 1 sampai 5%. Senyawa aromatik merupakan asam amino aromatik yang disintesa oleh jamur pelapuk putih. Struktur berkristal dan adanya lignin serta hemiselulose disekeliling selulose merupakan hambatan utama untuk menghidrolisa selulose.



Gambar 2. Hubungan konsentrasi kandungan holoselulosa (hemiselulosa dan selulosa) terhadap waktu inkubasi

Gambar 2. menunjukkan konsentrasi holoselulosa semakin berkurang karena sesuai lamanya waktu inkubasi. Kandungan lignin tongkol jagung berbanding terbalik dengan kandungan holoselulosa tongkol jagung menyebabkan produksi glukosa semakin berkurang.

Jamur pelapuk putih membutuhkan sumber karbon selama inkubasi sebagai sumber nutrisi sementara persediaan nutrisi dan lignin semakin berkurang menyebabkan ikut terdegradasi.

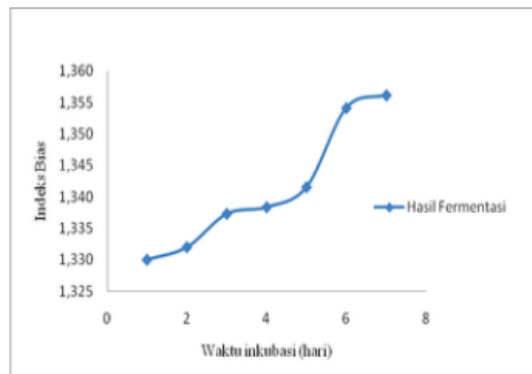


Gambar 3. Hubungan konsentrasi etanol terhadap waktu delugnifikasi

Gambar 3. menunjukkan waktu delignifikasi belum diperoleh waktu puncak sehingga masih perlu dilakukan suatu penelitian yang lebih lanjut untuk memperoleh waktu puncak. Waktu inkubasi jamur pelapuk putih ke 30 hari diperoleh konsentrasi etanol hasil fermentasi sebanyak 47,2% karena telah terdegradasi ligninnya sebanyak 88,08% sebagai penghalang sehingga proses hidrolisis dan fermentasi lebih optimal yang dipengaruhi oleh kinerja enzim lebih mudah menghidrolisis selulosa menjadi glukosa dan dikonversi menjadi etanol. Hasil fermentasi berlangsung pada pH 6.5 dengan waktu fermentasi 8 hari didapat hasil fermentasi tongkol jagung yang diperoleh dari penelitian sebelumnya yang merupakan kondisi optimal menggunakan fermentasi *Z. mobilis* yang digunakan karena pada penelitian ini, yang akan diperhatikan pengaruh waktu delignifikasi terhadap perolehan bioetanol dan dapat dilihat pada tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Pengaruh waktu inkubasi jamur pelapuk putih terhadap indeks bias hasil fermentasi

Waktu inkubasi (hari)	Indeks bias etanol hasil fermentasi
Kontrol	1.3302
5	1.3320
10	1.3373
15	1.3384
20	1.3416
25	1.3541
30	1.3562



Gambar 4. Hubungan indeks bias etanol terhadap waktu delignifikasi

Beberapa biomassa proses delignifikasi yang dilakukan sebagai pembandingan yang menggunakan dengan NaOH 4 % dan difermentasi selama 8 hari dengan kondisi pH 6,5 menggunakan metode SSF diperoleh hasil indeks bias tongkol jagung yang lebih tinggi daripada rumput gajah.

Tabel 2. Perbandingan metode delignifikasi

Jenis Biomassa	Metode	Indeks bias etanol
Tongkol Jagung	NaOH 4 %	1.3535
Tongkol Jagung	Enzimatik	1.3562

Tabel 2. menunjukkan dengan metode enzimatik menggunakan jamur pelapuk putih diperoleh hasil indeks bias yang lebih tinggi daripada perendaman larutan NaOH 45% selama 24 jam tetapi membutuhkan waktu delignifikasi yang cukup lama yaitu 30 hari tetapi tidak ramah lingkungan karena lignin yang dibuang akan mencemari lingkungan dan bersifat toksik serta tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme didalam tanah

4. Kesimpulan dan Saran

• Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Persentase kehilangan lignin pada tongkol jagung adalah 88,083 %, kehilangan selulosa 22.69 % dan kehilangan hemiselulosa sebanyak 11.18% dengan waktu delignifikasi 30 hari pada suhu kamar, kondisi pH 5 menggunakan jamur pelapuk putih (*Phanerochaete chrysosporium*, *Lentinus edodes* dan *Pleurotus ostreatus*).
2. Biomassa tongkol jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol dengan cara enzimatik menggunakan metoda SSF (*Trichoderma reesei* dan *Zymomonas mobilis*) diperoleh konsentrasi etanol 47,2% pada kondisi pH 6,5 ; waktu 8 hari dan temperature 38 °C.



- **Saran**

Disarankan untuk penelitian selanjutnya perlu menggunakan variasi pH, temperatur dan waktu inkubasi pada proses pretreatment, hidrolisis, fermentasi dan pemurnian agar dapat diperoleh bioetanol dari tongkol jagung konsentrasi tinggi dan bioetanol 200 (> 99,5%) untuk menjadi bahan bakar alternative.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada penyandang dana yaitu:

- Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional

Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian di laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang

Daftar Pustaka

- Arora, D.S. & D.K. Sandhu. 1985. **Laccase production and wood degradation by a white-rot fungus *Daedalea flavida***. *Enzyme Microb. Technol.* 7:405-408
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2002. **Produksi Jagung Indonesia**. BPS. Jakarta.
- Camarero, S., B. Bockle, M.J. Martinez, & A.T. Martinez. 1996. **Manganese mediated degradation by *Pleurotus pulmonarius***. *Appl. Environ. Microbiol.* 62:1070-1072
- Cole, BJW and Fort, RCC (2007). [Http: Chemistry_umeche_maine.edu/Fort/cole-Fort.html](http://Chemistry_umeche_maine.edu/Fort/cole-Fort.html).
- Chahal P.S. and D.S. Chahal. 1998. **Lignocellulosic Waste: Biological Conversion**. In: Martin, A.M. [eds]. *Bioconversion of Waste Materials to Industrial Products*. Ed ke-2. London: Blackie Academic & Professional. pp. 376-422.
- Crawford, D.L., A.L. Pometto, & R.L. Crawford. 1983. **Lignin degradation by *Streptomyces viridosporus*: Jenision and characterization of a new polymeric lignin degradation intermediate**. *Appl. Environ. Microbiol.* 45(3):898-904.
- De Jong, J.A. Field, & J.A.M. de Bont. 1994. **Aryl alcohols in the physiology of ligninolytic fungi**. *FEMS Microbiol. Reviews.* 13:153-188
- Fengel, D. dan Wegener, G. (1995). **Kayu: Kimia, Ultra Struktur, Reaksi**. Penerjemah Hardjono Sastrohamidjojo, Gadjah Mada University Press, 317-446.
- Harvey, P.J., G.F. Gilardi, M.L. Goble & J.M. Palmer. 1993. **Charge transfer reactions and feedback control of lignin peroxidase by phenolic compounds: significance in lignin degradation**. *J. Biotechnol.* 30:57-69.
- Howard RL, Masoko P, Abotsi E, 2003. Enzyme activity of a *Phanerochaete chrysosporium* cellobiohydrolase (CBHI.1) expressed as a heterologous protein from *Escherichia coli*. *Afr. J. Biotechnol* 2(9):296-300.
- Johjima T., N. Itoh, M. Kabuto, F. Tokimura, T. Nakagawa. H. Wariishi and H. Tnaka. 1999. **Direct interaction of lignin and lignin peroxidase from *Phanerochaete chrysosporium***. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96:1989-1994.
- Lynd L, Weimer P J, Van Zyl W H & Pretorius I S. 2002. **Microbial Cellulose utilization: Fundamental and Biotechnology**, *Microbiol Mol biol Rev.* 66:506-557.
- Meriani Andina, 2010, **Musim dingin picu peningkatan harga minyak**, Okezone.com. Diakses, 20 November 2010
- Sato, T, et. Al, 2002, **Purification and characterization of an extracellular laccase from the edible mushroom *Lentinula edodes*, and decolorization of chemically different dyes**