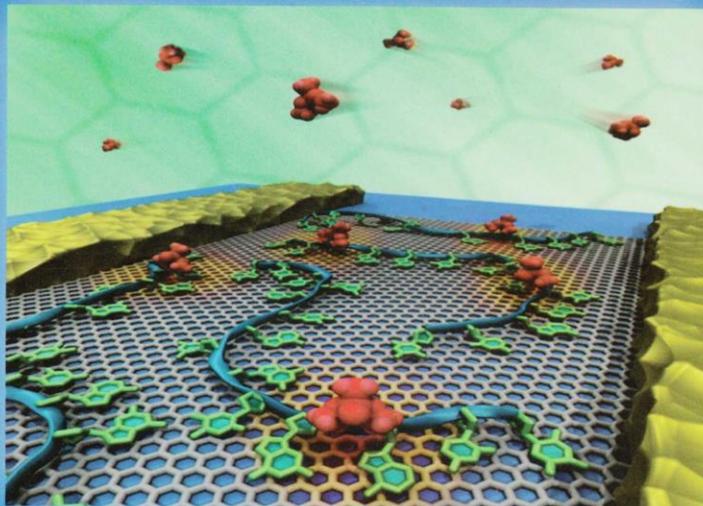


**SEMINAR NASIONAL
KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA**

Padang, 7 Desember 2013



**Penelitian Sains Terapan dan
Pendidikan Dalam Mendukung
Kemandirian Bangsa dan Peningkatan
Mutu Pendidikan**

**HIMPUNAN KIMIA INDONESIA
(HKI) CABANG SUMBAR**

Tim Editorial

- Prof. Dr. Novesar Jamarun
- Prof. Dr. Syukri Arief
- Prof. Dr. Safni
- Prof. Dr. Saryono
- Prof. Dr. Jhon Hendri
- Dr. Djaswir Darwis
- Dr. Mawardi
- Dr. Zulhadjri
- Dr. Budhi Oktavia
- Dr. Ananda Putra
- Dr. Diana Vanda Wellia
- Imelda, MSi.

Panitia Seminar

- Pengarah** : Prof. Dr. Novesar Jamarun
Prof. Dr. Ali Amran
Prof. Dr. Edison Munaf
Prof. Dr. Hazli Nurdin
Dr. Adlis Santoni
Andromeda, MSi
Dr. Hardeli
Prof. Dr. Syukri Arief
- Ketua** : Dr. Syukri
- Wakil Ketua** : Dr. Zulhadjri
Dr. M. Taufik Eka Prasada
- Sekretaris** : Dr. Budhi Oktavia
- Wk. Sekretaris** : M. Ikhlas Armin, MSc.
- Bendahara** : Andromeda, MSi.

Seksi Ilmiah dan Prosiding :

Prof. Dr. Safni, Dr. Mai Efdi, Imelda, MSi., Dr. Ananda Putra, Dr. Diana Vanda Wellia, Dr. Mawardi, Dr. Jon Effendi

Seksi Sekretariat dan Acara:

Olly Norita Tetra, MSi, Sherly Kasuma W.N., MSi, Hary Sanjaya, MSi.

Seksi Humas dan Dokumentasi :

Edi Nasra, MSi, Dr. Indang Dewata, Dr. Upita Septiani, Dra. Asnailis, Fitri Amelia, MSi., Elda Pelita, MSi.

Seksi Dana :

Rahmayeni, MS, Dr. Djaswir Darwis, , Dr. Eti Yerizel, Dr. Zulkarnain Chaidir

Seksi Konsumsi :

Marniati Salim, MS, Iryani, MS, Dr. Refilda, Bayharti, MSc., Sri Benti Etika, MSi

Seksi Perlengkapan dan Tempat :

Hazil Anwar, MSi, Yerimadesi, Msi, Deski Beri, MSi, Yulizar Yusuf, MS, Zamzibar Zuki, MP., Refinel, MS.,, Dr. Zilfa, Eli Desni Rahman, M.Si

Seksi Transportasi :

Iswendi, MS, Dr. Afrizal, Bustanul Arifin, MS, Indrawati, MS, Ike Yolanda, MSi

Daftar Isi

Tim Editor dan Panitia Seminar	v
Kata Sambutan Ketua HKI Cabang Sumbar	vii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Acara Seminar	xv
Dinamika Kelarutan <i>Methyl Tymol Blue</i> (MTB) dalam Mikroemulsi Sistem Air, Tween-20 dan Sikloheksana oleh Ali Amran dan Deski Beri	1-6
Studi Kontaminasi Cu dan Zn dalam Sawi dan Kol pada Beberapa Daerah di Sumatera Barat oleh Amrin dan Edi Nasra	7-10
Sintesis Dan Karakterisasi Selulosa Bakterial Berserat Terorientasi Dalam Tabung Silikon oleh Ananda Putra	11-14
Amobilisasi Lipase Hasil Isolasi <i>Darimucor Miehei</i> Dalam Matriks Opp untuk Esterifikasi Laktosa dan Asam Oleat oleh Anna Roosdiana, Rasjad Indra, Diah Mardiana, dan Hary Agustawan	15-19
Preparasi Apatit Lantanum Silikat dengan Metode Hidrotermal Sederhana oleh Atiek Rostika Noviyanti, Solihudin, dan Rukiah	20-24
Profil Hormon Estrogen dan Progesteron Terhadap Tikus (<i>Rattus Norvegicus</i>) Model Kanker Mammae Yang Diinduksi DMBA (7,12-Dimethylbenz(A)Anthracene) oleh Aulia Firmawati, Anna Roosdiana, Dyah Ayu Oktavianie, dan Herawati	25-29
Karakterisasi Zeolit Alam Sebagai Fasa Diam pada Kromatografi Cair oleh Budhi Oktavia, Desy Kurniawati, dan Dasnawati	30-35
Sintesis Secara Enzimatis Alkilamida dari Minyak Inti Buah Ketapang dengan Substrat Urea oleh Dedy Suhendra, Erin Ryantin Gunawan, dan Murniati	36-43
Optimasi Analisis Fe, Co dan Ni Secara Simultan dengan Voltametri Stripping Adsorptif (Adsv) Untuk Penentuan Logam Dalam Konsentrasi Runut oleh Deswati, Hamzar Suyani, Umiati Loekman, dan Hilfi Pardi	44-50
Pengaruh pH dan Variasi Fasa Gerak Terhadap Penentuan Kadar Asam Askorbat Dan Asam Benzoat Menggunakan HPLC oleh Desy Kurniawati, Budhi oktavia, Zul Afkar, dan Edi Nasra	51-57
Penurnian Menggunakan Teknik Rekayasa Destilasi Penurunan Tekanan Terhadap Karakter Minyak Nilam oleh Diah Mardiana, Bambang Ismuyanto, dan A.S. Dwi Saptati	58-62
Penurunan Kadar Logam dalam Limbah Air Sungai dengan Menggunakan Mineral Alam Indonesia yang Teremban TiO ₂ oleh Diana Rakhmawaty Eddy, Iwan Hastiawan, dan Yusi Deawati	63-70
Synthesis and Application of Sn-Doped TiO ₂ Thin Films Prepared by Peroxo Sol-Gel Method oleh Diana V. Wellia, Tuti Mariana Lim, and Timothy Thatt Yang Tan	71-78
Identifikasi Betasianin dan Uji Antioksidan dari Ekstrak Daun Bayam Merah (<i>Amaranthus Tricolor L</i>) Sebagai Zat Warna Makanan oleh Djaswir Darwis, Yunazar Manjang, dan Fitri Yoni Yuliza	79-86
Efektivitas Surfaktan Terhadap Transportasi Fenol dalam Teknik Membran Cair Fasa Ruah oleh Djufri Mustafa, Zaharasmi Kahar, dan Khairunnisa	87-91

Modifikasi Kimiawi Amilum dari Jagung untuk Pembuatan Alkil Poliglikosida Berbasis Alkohol Lemak oleh Zainuddin Muchtar, Taufik Wahyuda B, dan Ruppipen Limbong	301-305
Degradasi Pestisida (Permetrin) dengan Metoda Ozonolisis Menggunakan Tio ₂ /Zeolit Sebagai Katalis oleh Zilfa, Yulizar Yusuf, Safni, dan Ayu Permana Deli	306-311
Fasa Aurivillius Lapis Empat dalam Sistem Sr-Bi-La-Ti-Mn-O: Sintesis dan Karakterisasi Struktur oleh Zulhadjri, Rahmayeni, Rima Refelina Syafar, Pendri Trinanda, dan Syukri Arief	312-317
Studi Pendahuluan Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Bahan Baku Pembuatan Alkohol dengan Metode <i>Simultaneous Saccharification Fermentation</i> (SSF) oleh Zulkarnain Chaidir, Ikshan Marli, dan Marniati Salim	318-324
Efektifitas Metode Resitasi Simulasi Terhadap Peningkatan Hasil Perkuliahan Mata Kuliah Proses Industri Kimia 1 oleh A.S. Dwi Saptati N.H, Chandrawati Cahyani, dan Vivi Nurhadianty	325-329
Pembuatan Modul Pembelajaran Kimia dalam Kehidupan Sehari-Hari Untuk SMP oleh Bayharti, Ellizar, Andromeda, dan Hanefiatni	330-337
Peningkatan Kualitas Pembelajaran Kimia Fisika II Melalui Metode Pembelajaran Aktif oleh Diah Agustina Puspitasari, Bambang Poerwadi, dan Rama Oktavian	338-341
<i>Continuing Professional Development</i> (Pengembangan Profesional Berkelanjutan) oleh Ellizar	342-346
Media Pembelajaran Berorientas <i>Chemistry Triangle</i> untuk Materi Kimia oleh Hardeli, Andhika B, Yunita A, Popit WS, dan Diana F	347-353
Pengembangan Bahan Ajar Kimia SMA untuk Materi Hidrolisis Garam Berbasis <i>Guided Inquiry</i> dengan Representasi <i>Chemistry Triangle</i> oleh Iryani, Mawardi, Andromeda, dan Shavira Meidina	354-360
Uji Kelayakan Media Permainan Ular Tangga Berbasis Kimia pada Materi Unsur Kimia Kelas VII SMP oleh Iswendi, Bayharti, Bethari, dan Febrina Azra	361-367
Konsepsi Siswa Terhadap Materi Hidrolisis Garam Pada Tiga Level Representasi Kimia oleh Latisma Dj., Delpima Suhita, dan Budhi Oktavia	368-373

STUDI PENDAHULUAN PEMANFAATAN JERAMI PADI SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN ALKOHOL DENGAN METODE *SIMULTANEOUS SACCHARIFICATION FERMENTATION (SSF)*

Zulkarnain Chaidir^{*#}, Ikshan Marli^{*}, Marniati Salim^{*}

^{*}Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas
Jurusan Kimia FMIPA Unand, Kampus Limau Manis, 25163
[#]e-mail : zulkarnain_ch@yahoo.co.id

Abstract. Production of bioethanol from rice straw has been carried out. Rice straw was used as main material for bioethanol production. *Pretreatment* firstly has been done to release cellulose from lignin. By using mixture of NaOH 2% and NH₄OH with varied concentration from 1% to 10%. Ratio of rice straw : mixture of NaOH-NH₄OH in *pretreatment* varied ratio 1:10, 1:15, 1:20. Optimum *pretreatment* resulted in NaOH 2% and NH₄OH 6% with ratio of rice straw : mixture of NaOH-NH₄OH 1:15. Result of rice straw saccharification by using extract of cellulase enzyme from *Trichoderma viride* strain T1 Sk against pure substrat CMC showed maximum activityas 0.076 unit. Saccharification also has been done against amount of rice straw substrate from 0.1 g to 1 g and saccharification time from 30 to 105 minutes. Maximum concentration of glucose was 914,67 µg/L given by 0,6 g rice straw substrate with optimum saccharification for 60 minutes. Ethanol produced as 2,0151 mL produced for 144 hours fermentation time.

Keywords: rice straw, pretreatment, bioethanol, SSF

I. Pendahuluan

Harga bahan bakar minyak yang terus meningkat dan cadangan minyak dunia yang semakin terbatas telah mendorong upaya untuk mendapatkan bahan bakar alternatif. Diperkirakan produksi minyak mentah dunia menurun dari 25 miliar barrel menjadi 5 miliar barrel pada tahun 2050. Tidak seperti minyak bumi yang berasal dari fosil, bioetanol adalah sumber energi alternatif yang diproduksi melalui fermentasi gula. Bioetanol dapat diproduksi dari bahan-bahan yang mengandung selulosa seperti tongkol jagung, gandum, jerami padi, tebu [1-4].

Limbah pertanian mengandung banyak bahan lignoselulosa yang bisa didegradasi oleh enzim selulase. Bakteri dan fungi keduanya dapat memproduksi selulase untuk menghidrolisis material lignoselulosa [5].

Bahan lignoselulosa merupakan komponen organik berlimpah di alam, yang terdiri dari 3 polimer yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Menurut Karimi et al (2006) komposisi kimia dari jerami padi yaitu selulosa 39 %, hemiselulosa 27%, lignin 12% dan abu 11%. Komponen ini merupakan sumber utama untuk menghasilkan produk bernilai seperti gula hasil fermentasi, bahan bakar cair, serta energi alternatif.

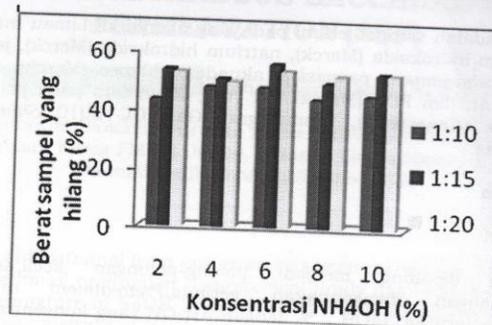
Jerami padi merupakan salah satu limbah pertanian yang dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol dimana ketersediaannya di Indonesia cukup berlimpah dan pemanfaatannya belum optimal [6,7].

Bioetanol dapat diproduksi dari material yang mengandung gula, pati, dan selulosa. Pembuatan bioetanol dari jerami padi dapat dilakukan dengan 4 tahap yaitu *pretreatment*, hidrolisis, fermentasi, dan distilasi. Tujuan dari *pretreatment* untuk menghilangkan lignin yang terdapat pada selulosa, hidrolisis bertujuan untuk memecah rantai polisakarida menjadi monosakarida, fermentasi bertujuan untuk mengubah monosakarida menjadi etanol, destilasi bertujuan untuk memisahkan etanol dari komponen-komponen yang tidak diinginkan. Metoda yang digunakan untuk memperoleh bioetanol dari jerami padi yaitu metoda simultan sakarifikasi dan fermentasi (SSF) [8,9,10].

Dengan melihat latar belakang diatas maka peneliti tertarik melakukan penelitian "Produksi Bioetanol dari Jerami Padi Dengan Metoda *Saccharification Simultaneous Fermentation (SSF)*" dengan harapan dapat memberikan informasi mengenai cara pembuatan bioetanol dari jerami padi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pretreatment sampel



Gambar 1. Kurva pengaruh konsentrasi NH₄OH terhadap persentase pengurangan berat jerami padi

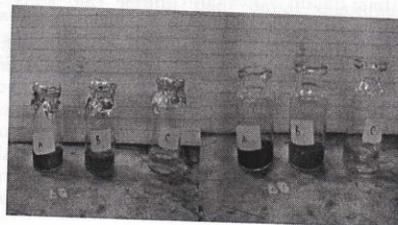
- Perbandingan berat jerami padi dengan volume larutan perendam 1:10
- Perbandingan berat jerami padi dengan volume larutan perendam 1:15
- Perbandingan berat jerami padi dengan volume larutan perendam 1:20

Gambar 1 menunjukkan pengurangan berat jerami padi setelah *pretreatment* dengan berbagai variasi konsentrasi dan perbandingan padatan (jerami padi) : cairan (NaOH-NH₄OH). Dengan menggunakan senyawa alkali seperti NaOH dan NH₄OH dapat meningkatkan daya cerna terhadap selulosa dan sangat efektif dalam menghilangkan lignin. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa terjadi pengurangan berat sampel jerami padi setelah dilakukan *pretreatment* dengan berbagai variasi konsentrasi dan perbandingan padatan : cairan yang juga divariasikan. Dengan menggunakan senyawa alkali dalam *pretreatment* dapat mendegradasi lignin tanpa memberikan pengaruh yang besar terhadap komponen lain. Fungsi utama dari NaOH yaitu mendegradasi lignin dengan memutus ikatan ester sedangkan NH₄OH dapat menyebabkan biomassa terjadi pembengkakan, sehingga terjadi peningkatan luas permukaan, dan menurunkan derajat kristalinitas [16].

Semakin tinggi konsentrasi NH₄OH dan semakin tinggi rasio perbandingan padatan : cairan yang diberikan, semakin tinggi pengaruhnya terhadap kehilangan berat jerami padi. Namun terdapat beberapa hasil yang menunjukkan adanya penurunan pada proses delignifikasi. Penurunan terjadi pada perbandingan (1:20) hal ini dapat terjadi karena kurang optimumnya kontak antara larutan sampel (NaOH-NH₄OH) dengan substrat jerami padi sehingga proses delignifikasi menjadi tidak optimal.

Uji kualitatif lignin

Uji kualitatif lignin dilakukan dari cairan sampel hasil *pretreatment*. Dengan menggunakan FeCl₃, yang mana cairan tersebut akan berubah menjadi warna merah bata, hal ini menunjukkan bahwa lignin yang ada pada sampel telah larut. Gambar 2 menunjukkan bahwa cairan hasil *pretreatment* positif mengandung lignin.

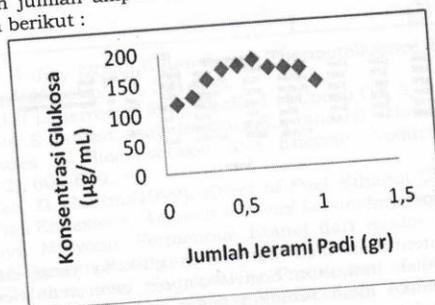


Gambar 2. a. Sebelum ditetesi $FeCl_3$ dan b. Setelah ditetesi $FeCl_3$
A. Hasil penyaringan setelah 2 hari
B. Hasil penyaringan setelah 5 hari
C. Hasil penyaringan setelah 7 hari

Lignin yang ada dalam sampel dapat didegradasi dengan menggunakan larutan alkali salah satunya campuran $NaOH-NH_4OH$. Lignin dengan $NaOH$ akan membentuk garam fenolat, dimana garam ini dapat larut dalam air, yang jika garam ini terbentuk maka ikatan antara lignin dan selulosa akan lepas. Warna merah bata yang terbentuk terjadi karena terbentuk kompleks Fe-fenolat yang terbentuk dari reaksi garam fenolat dengan $FeCl_3$ [14].

Pengujian aktivitas enzim

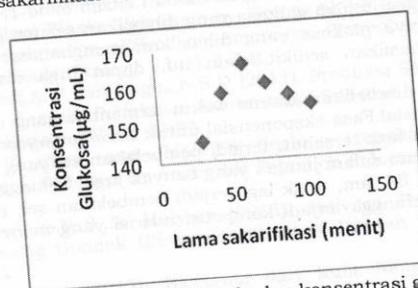
Ekstrak enzim selulase yang didapat sebelum digunakan dalam proses SSF, maka enzim tersebut harus dilakukan uji terlebih dahulu terhadap substrat CMC. Substrat CMC yang digunakan yaitu 0.1%. Konsentrasi gula reduksi yang didapat untuk substrat jerami padi setelah dilakukan sakarifikasi selama 30 menit yaitu sebesar $122,71 \mu\text{g/mL}$ dengan aktivitas enzim sebesar 0,015 unit. Setelah dilakukan pengujian aktivitas ekstrak enzim terhadap substrat CMC, selanjutnya aktivitas ekstrak enzim diuji terhadap sampel jerami padi dengan variasi jumlah jerami padi dari 0,1g hingga 1 g dengan volume ekstrak enzim tetap yaitu sebesar 3 mL. Pengaruh jumlah ampas tebu terhadap konsentrasi glukosa yang dihasilkan dapat dilihat pada kurva berikut :



Gambar 3. Kurva hubungan jumlah jerami padi terhadap konsentrasi glukosa yang dihasilkan.

Gambar 3 menunjukkan kemampuan dari enzim selulase dalam menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Semakin besar sampel yang diberikan, semakin besar pula konsentrasi glukosa yang dihasilkan seperti ditunjukkan pada berat sampel 0,6 g menghasilkan glukosa sebesar $182,934 \mu\text{g/mL}$. Semakin besar jumlah substrat yang diberikan, aktivitas enzim juga akan semakin meningkat karena sisi aktif enzim makin banyak mengikat substrat. Tetapi, pada berat substrat (0,7 g - 1 g), terjadi penurunan konsentrasi glukosa yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi karena sisi aktif enzim selulase telah membentuk kompleks enzim-substrat sehingga tidak ada lagi sisi aktif enzim yang bebas. Sehingga, semakin besar sampel yang diberikan, tidak akan meningkatkan konsentrasi glukosa yang dihasilkan.

Hubungan lama sakarifikasi terhadap konsentrasi glukosa dapat dilihat gambar 4

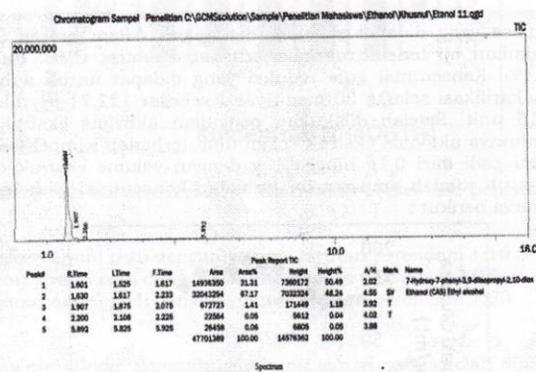


Gambar 4. Kurva pengaruh lama sakarifikasi terhadap konsentrasi glukosa yang dihasilkan

Variasi lama sakarifikasi dilakukan terhadap jerami padi 0,6 g selama 30, 45, 60, 75, 90, 105 menit. Variasi lama sakarifikasi dilakukan dengan tujuan untuk menentukan waktu yang optimum untuk enzim menghidrolisis selulosa supaya menghasilkan konsentrasi glukosa yang optimum. Pada penelitian ini didapatkan waktu optimum untuk sakarifikasi adalah pada menit ke 60. Dari gambar di atas terlihat bahwa semakin lama waktu sakarifikasi yang diberikan juga menurunkan konsentrasi glukosa yang dihasilkan karena stabilitas dan ketahanan ekstrak enzim menurun.

Produksi bioetanol

Produksi etanol Seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 :



Gambar 5. Kromatogram bioetanol

Produksi etanol ditentukan oleh banyaknya glukosa yang dikonversi oleh enzim invertase yang dihasilkan oleh inokulum *Saccharomyces cerevisiae*. Semakin besar jumlah glukosa yang dikonversi, maka akan semakin besar pula jumlah etanol yang dihasilkan. Namun, kinerja dari enzim invertase akan terhambat jika jumlah glukosa yang dihasilkan selama proses sakarifikasi terlalu tinggi. Konsentrasi substrat yang tinggi akan mengurangi jumlah oksigen terlarut sehingga kehidupan *Saccharomyces cerevisiae* akan terganggu. Dari gambar 5 etanol dihasilkan pada lama fermentasi 144 jam, dihasilkan etanol sebesar 2,0151 mL dengan persen area 67,17 % dan waktu retensi 1,630 menit. Selain etanol pada analisis kromatogram terdapat senyawa lain seperti 7-hydroxy-7-phenil-3,9 diisopropil-2,10 diox. Terdapatnya puncak senyawa lain yang muncul menurut Judoamidjojo et al (1989) merupakan produk sampingan dari hasil fermentasi [17].

Jika dibandingkan dengan penelitian Zhuang Zuo (2011), hasil yang diperoleh sangat sedikit. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi *pretreatment* dan enzim yang digunakan berbeda. Pada penelitian ini, enzim yang digunakan berupa ekstrak kasar enzim sehingga tidak hanya selulosa yang akan dikonversi menjadi glukosa tetapi juga dihasilkan enzim hemiselulase yang dapat mendegradasi hemiselulosa menjadi glukosa dan enzim endo-1,4-β-xilanase yang dapat mendegradasi xilan. Sehingga jumlah glukosa yang dihasilkan selama proses sakarifikasi akan semakin banyak. Banyaknya glukosa yang dihasilkan menghambat kerja enzim invertase sehingga etanol yang dihasilkan sedikit. Selain itu, dapat juga disebabkan oleh kondisi *pretreatment* yang diberikan.

Hal ini juga dapat disebabkan karena waktu fermentasi yang terlalu lama yang telah melebihi dari fasa eksponensial. Fasa eksponensial untuk *Saccharomyces cerevisiae* terjadi pada 36 jam hingga 72 jam. Pada fasa tersebut, terjadi pembelahan sel yang sangat cepat sehingga membutuhkan gula sederhana dalam jumlah yang banyak juga. Sehingga pada saat dilakukan fermentasi bioetanol hingga 84 jam, tidak lagi terjadi pembelahan sel, namun jumlah nutrisi yang semakin berkurang sehingga terjadi kompetisi nutrisi yang menyebabkan beberapa sel mati.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa lignin dapat dilepaskan dari jerami padi dengan menggunakan metode pretreatment alkali (NaOH 2%-NH₄OH 6%) dengan persentase penurunan berat sampel sebesar 55,48%, dengan perbandingan padatan (jerami padi) : cairan (NaOH-NH₄OH) (1:15) selama 24 jam pada 50°C. Konsentrasi glukosa maksimum yang dihasilkan oleh enzim selulase dari *Trichoderma viride* strain T1 sk adalah sebesar 182,93 µg/mL dari 0,6 g jerami padi dengan lama sakarifikasi 60 menit. Aktivitas enzim selulase itu sendiri terhadap substrat murni CMC 0,1% adalah 0,015 unit. Sedangkan etanol yang dihasilkan dengan metode SSF adalah 2,0151 mL dengan persen area kromatogram sebesar 67,17%

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada analis Laboratorium Biokimia FMIPA Universitas Andalas yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan sepenuh hati kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. T.W. Jeffries and Y.S. Jin, (2000), Ethanol and Thermotolerance in The Bioconversion of Xylose By Yeast, *Appl. Microbiol*, 47, 221-268.
2. C.J. Campbell and J.H. Laherrere (1998), The End of Cheap Oil, 3, 78-83.
3. R.L. Howard, Abotsi, E. Jansen van Resburg, E.L. and S. Howard (2003), Lignocellulose Biotechnology: Issues of Bioconversion and Enzyme Production, *African Journal of Biotechnology*, 2 (12), 602-619.
4. M. Wang, C. Saricks, D. Santini (1999), Effect of Fuel Ethanol Use On Fuel-Cycle Energy And Greenhouse Gas Emissions, *Argonne National Laboratory, Argonne, IL*.
5. Ali Mursyad Wahyu Mulyono, Fermentasi Etanol dari jerami Padi, Fakultas Pertanian Universitas Veteran Bangun Nusantara.
6. Fatma, H., Abd El-Zaher, and Fadel (2010), Production of Bioethanol Via Enzymatic Saccharification of Rice Straw by Cellulase Produced by *Trichoderma reesei* Under Solid State Fermentation, *New York Science Journal*, 72-78.
7. M.J. Carlile, S.C. Watkinson and G.W. Gooday (2011), *The Fungi*, 2nd Academy Press, London-California.
8. Tae Hyun Kim, Frank Taylor, and Kevin B. Hicks (2008), Bioethanol Production From Barley Hull Using SAA (Soaking in Aqueous ammonia) Pretreatment, *Bioresource technology*, 99, 5694-5702.
9. A. Aden, M. Ruth, K. Ibsen, J., Jechura, K. Neeves, J. Sheehan, B. Wallace (2002), Lignocellulosic Biomass to Ethanol Design and Economics Utilizing Co-Current Dilute Acid Prehydrolysis and Enzymatic Hydrolysis for Corn Stover, NREL, NREL/TP-510-32438.
10. Wayan Armata, Dwi Setyaningsih, Nur Richana, Produksi Bioetanol dari Ubi Kayu Melalui Proses Sakarifikasi Fermentasi Simultan Menggunakan Kultur Campuran *Trichoderma viride*, *Aspergillus niger*, dan *Saccharomyces cerevisiae*.
11. N. Chinedu, S., C. Yah, S., C. Nwinyi, O., I. Okochi, V., A. Okafor, U., and M. Onyegeme Okerenta, B. (2008), Plant Waste Hydrolysis by Extracellular Enzymes of *Aspergillus niger* and *Penicillium chrysogenum* : Effect of Ammonium Pretreatment, *Nigerian Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 23 (1), 1-7.
12. Ida Bagus, W.G.I., Redi, A.W dan Bagus, N.S.D (2011), Produksi Selulase Kasar dari kapang *Trichoderma viride* dengan Perlakuan Konsentrasi Substrat Ampas Tebu dan Lama Fermentasi, *Jurnal Biologi*, XV (2), 29-33.
13. Z. Zuo, S. Tian, Z. Chen, and J. Li (2012), Soaking Pretreatment On Corn Stover For Bioethanol Production Followed By Anaerobic Digestion Process, *Appl Biochem Bioethanol*, 167, 2088-2102.
14. S. Rosdiana, N., R. Sarjono, P., S., N. Mulyani (2013), Aktivitas *Fusarium oxysporum* Dalam Menghidrolisis Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Dengan Variasi Temperatur, *Chem Info*, 1 (1), 220-225.
15. H. Setyawati, R.N Astuti (2013), Bioetanol dari Kulit Nanas Dengan Variasi Massa *Saccharomyces cerevisiae* dan Waktu Fermentasi.



Cabang Sumatera Barat

**HIMPUNAN KIMIA INDONESIA (HKI)
CABANG SUMATERA BARAT**

Sertifikat

Diberikan Kepada :

Dr. Zulkarnain Chaidir

Atas peran sertanya sebagai

Pemakalah

Dalam Rangka Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia
"Penelitian Sains Terapan dan Pendidikan dalam Mendukung
Kemandirian Bangsa dan Peningkatan Mutu Pendidikan"
Di Universitas Negeri Padang
Sabtu, 7 Desember 2013

Ketua HKI Cabang Sumbar



Prof. Dr. Novesar Jamarun

Ketua Pelaksana



Dr. Syukri