

Proses Pembuatan Bioetanol dari Tongkol Jagung dengan Metode SSF Delignifikasi Basa dan Metode SHF

Process of Bioethanol from Corn Cobs with SSF Base Delignification and SHF Method

Maruli Tua Baja Sihotang¹, Drs. Suwandi, M.Si.², Hartono Adi Bharata, S.E.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹mtbsihotang@gmail.com, ²suwandi@telkomuniversity.ac.id, ³hartonoadi@bharata@yahoo.com

Abstrak

Bioetanol merupakan bahan bakar nabati yang dihasilkan dari tanaman yang mengandung pati dan limbah biomassa yang mengandung senyawa lignoselulosa. Telah dilakukan penelitian yang menghasilkan etanol dengan menggunakan limbah biomassa yaitu tongkol jagung dengan metode SSF delignifikasi basa (NaOH) dan metode SHF hidrolisis air pH 5,6. Penelitian ini dilakukan untuk melihat variasi berat ragi dan variasi lama fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Sehingga kadar etanol yang dihasilkan dengan metode SSF sebesar 0% (tidak menghasilkan etanol), sedangkan menggunakan metode SHF hidrolisis air pH 5,6 tanpa bahan kimia (NaOH dan HCl) diperoleh hasil kadar etanol yang optimal pada fermentasi 7 hari dengan kadar etanol sebesar 4% dengan pemberian ragi 10 gram. Semakin lama fermentasi menyebabkan ragi menjadi lebih aktif sehingga kadar etanol yang dihasilkan semakin besar.

Kata Kunci: Bioetanol Generasi Kedua, Delignifikasi Basa (NaOH), Metode SSF dan Metode SHF.

Abstract

Bioethanol is a biofuel produced from plants containing starch and biomass waste containing lignocellulose compounds. Research has been done to produce ethanol by using biomass waste that is corncob with SSF method of delignification of base (NaOH) and SHF method of hydrolysis of water pH 5,6. This research was conducted to see the variation of yeast weight and fermentation length variation to ethanol content produced. The process of making bioethanol by SSF method of Basic Delignification (NaOH) and SHF method. So the ethanol content produced by SSF method is 0% (not producing ethanol), while using SHF method hydrolysis with water pH 5.6 without chemicals (NaOH and HCl) obtained the results of optimal ethanol content on fermentation 7 days with ethanol content by 4% with 10 grams of yeast. The longer the fermentation causes the yeast to become more active so that the resulting ethanol content is greater.

Key Word: Second Generation of Bioethanol, Base Delignification (NaOH), SSF method and SHF method.

1. Pendahuluan

Lignoselulosa merupakan kandungan utama dalam menghasilkan bioetanol dari tongkol jagung. Senyawa lignoselulosa terdiri atas tiga komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang merupakan bahan utama penyusun dinding sel tumbuhan. Konversi bahan lignoselulosa menjadi etanol pada dasarnya terdiri atas tiga tahap, yaitu delignifikasi, sakarifikasi, dan fermentasi. Untuk memperoleh *fuel-grade ethanol*, dilakukan pemurnian yang terdiri atas distilasi dan dehidrasi.

Dengan mengamati potensi biomassa lignoselulosa tongkol jagung: 45% selulosa, 35% hemiselulosa, dan 15% lignin, penelitian ini mengkaji pemanfaatan biomassa lignoselulosa dari serat tongkol jagung untuk menghasilkan bioetanol. Pokok bahasan difokuskan pada karakteristik teknologi konversi biomassa menjadi etanol sehingga dilakukan uji coba dengan menggunakan metode SSF (*Simultaneous Saccharification and Fermentation*) delignifikasi basa (NaOH) dan metode SHF (*Separated Hydrolysis and Fermentation*) hidrolisis pH 5,6. Metode SSF merupakan simultan proses sakarifikasi dan fermentasinya sedangkan metode SHF dilakukan secara bertahap.

2. Dasar Teori

2.1 Bioetanol

Bioetanol adalah senyawa alkohol dengan gugus hidroksil (OH) yang berasal dari sumber hayati, 2 atom karbon (C), dengan rumus kimia C_2H_5OH , yang dibuat dengan cara fermentasi gula menggunakan khamir atau yang sering disebut fermentasi alkohol [18]. Senyawa tersebut juga dapat

diperoleh dengan cara sintetik, yang sering disebut dengan nama etanol. Etanol dengan bahan baku gula disebut bioetanol karena gula berasal dari sumber-sumber hayati dan melalui proses fermentasi. Etanol merupakan zat cair, tidak berwarna, mudah terbakar, menguap, dapat bercampur dengan air dan berbau yang spesifik. Bioetanol bersumber bahan hayati, pada awalnya dibuat dari gula dan pati yang diperoleh dari tebu, singkong, dan lainnya. Etanol berbahan gula ini selain diberi nama *fermentation ethanol* juga disebut bioetanol generasi pertama. Etanol generasi kedua, yaitu bioetanol dari bahan selulosa, yang sering disebut juga dengan *cellulosic ethanol* [4].

Selulosa merupakan jenis polisakarida yang melimpah pada setiap stuktur tanaman. Hemiselulosa merupakan rantai cabang dari polisakarida yang mengandung pentosa. Hemiselulosa memiliki ikatan kovalen dengan lignin dan ikatan hidrogen dengan selulosa. Hemiselulosa bertindak sebagai perekat antara selulosa dan lignin. Lignin merupakan senyawa yang berfungsi sebagai pengikat komponen penyusun tanaman (hemiselulosa dan selulosa) [4][6][9].

2.2 Proses Bioetanol

Produksi etanol dari biomassa selulosa limbah pertanian meliputi tahap pretreatment, hidrolisis (sakarifikasi), fermentasi dan tahap pemurnian etanol [18].

2.2.1 Pretreatment

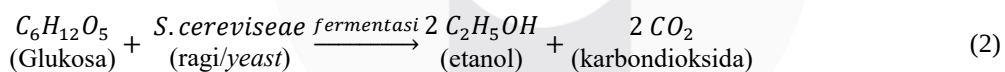
Proses *Pretreatment* untuk mendegradasi lignin dengan tujuan memperlancar proses reaksi hidrolisis dan fermentasi [3][8]. Proses *pretreatment* dilakukan untuk merusak struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah untuk dikonversi menjadi glukosa [3][4][8]. Beberapa metode *pretreatment* yaitu metode fisika, kimia, physicochemical dan biologi.

2.2.2 SSF dan SHF

Hidrolisis merupakan proses penguraian senyawa kimia yang disebabkan oleh reaksi dan air [4]. Hidrolisis bertujuan untuk memecah rantai polisakarida menjadi monosakarida sehingga dapat langsung difermentasi menggunakan *yeast*/ragi [9]. Hidrolisis dapat dilakukan secara kimia (asam) atau enzimatik. Hidrolisis yang dilakukan menggunakan air panas disebut juga gelatinasi. Proses gelatinasi menggunakan air panas menunjukkan tidak terlalu membawa dampak pada komposisi kimia dalam hidrolisatnya [4].



Fermentasi merupakan proses untuk mengubah monosakarida menjadi etanol, di mana terjadi perubahan kimia dalam substrat/bahan organik karena aktivitas enzim yang dihasilkan oleh jasad renik. Substratnya adalah glukosa dan jasad reniknya adalah *Sacharomyces cerevisiae* [3][17][20]. Faktor lingkungan yang paling penting mempengaruhi fermentasi, yaitu ragi, suhu, oksigen, pH.



Proses konversi material lignoselulosa menjadi etanol terbagi menjadi dua proses, yaitu proses SHF dan SSF. Proses SHF, yaitu proses dimana hidrolisis dan fermentasi dilakukan secara terpisah (menggunakan reaktor yang berbeda) sedangkan proses SSF dilakukan secara serempak/simultan hidrolisis dan fermentasi. Proses SSF ini dilakukan dengan menggunakan satu reaktor untuk proses hidrolisis dan fermentasinya. Keuntungan dari proses ini adalah polisakarida yang terkonversi menjadi monosakarida tidak kembali menjadi polisakaridanya karena monosakaridanya langsung difermentasi menjadi etanol. Selain itu, penggunaan satu reaktor dalam prosesnya akan mengurangi biaya peralatan yang digunakan [3][8].

2.3 Destilasi

Proses destilasi merupakan proses pemurnian etanol. Proses destilasi dilakukan untuk memisahkan etanol dari larutan hasil fermentasi dengan cara memanaskan larutan tersebut dengan menjaga suhu pemanasan pada titik didih etanol yaitu 78°C, sehingga etanol lebih dahulu menguap dan penguapan tersebut dialirkan pada pipa, terkondensasi dan kembali lagi menjadi etanol cair [15].

3. Pembahasan

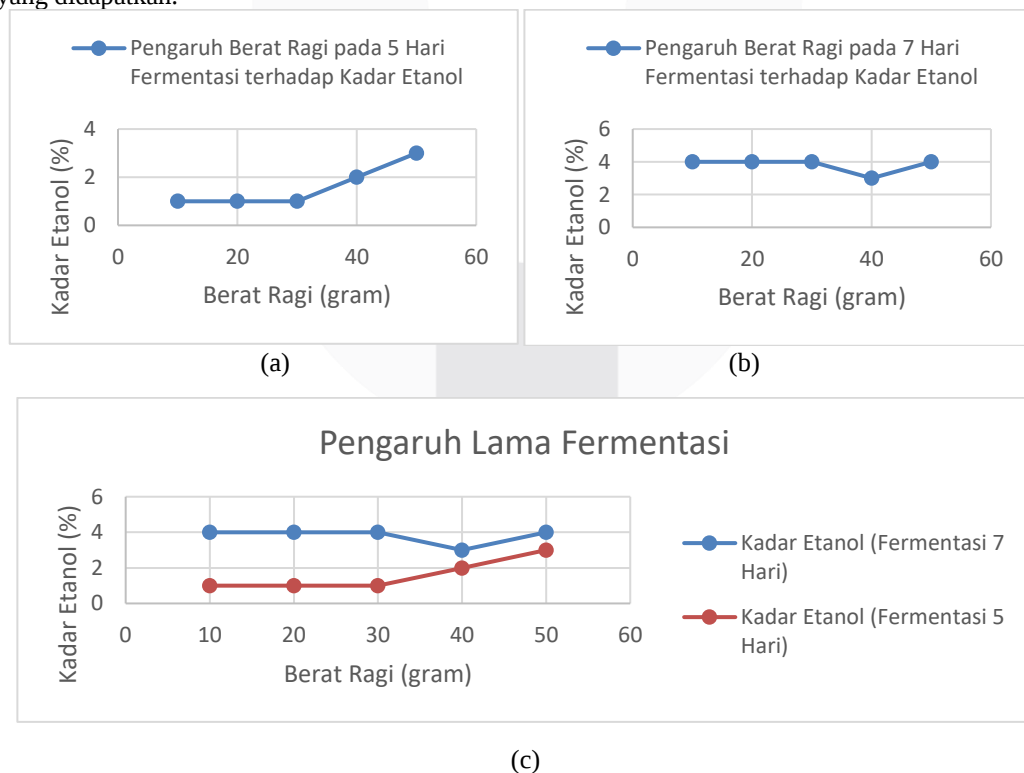
3.1 Pembuatan Bioetanol dengan Metode SSF dan SHF

3.1.1 Pembuatan Bioetanol dengan Metode SSF

Perhitungan pencampuran berat NaOH dengan air digunakan untuk mengetahui molaritas yang digunakan pada 1 liter berat NaOH dan air. Hasil perhitungan ini digunakan pada delignifikasi/*pretreatment* basa. Data konsentrasi NaOH yang diketahui berdasarkan tabel periodik yaitu massa molar relatif natrium, oksigen dan hidrogen. Dari data tersebut dilakukan persamaan satuan untuk mendapatkan molaritas yang dibutuhkan. Adapun variasi komposisi berat NaOH terhadap larutan aquadest sebesar 1 liter. Setelah itu dilakukan proses *pretreatment* fisika, *pretreatment* kimia, SSF, destilasi. Pada proses SSF delignifikasi basa (NaOH), proses tidak dapat terlihat secara kasat mata. Setelah itu dilakukan proses SSF, pada saat dilakukan pemanasan tidak tercium bau manis pada tongkol jagung. Untuk proses fermentasinya juga tidak mengeluarkan CO₂ atau dapat dilihat secara kasat mata larutan tersebut tidak mengeluarkan gelembung dan tercium asam (bau tidak sedap). Selanjutnya proses destilasi diperoleh hasil proses destilasi dilakukan pengukuran dengan alkoholmeter, hasil yang didapatkan 0%. Dapat diartikan percobaan tersebut tidak menghasilkan etanol. Proses pemanasan dilakukan “tidak tercium bau manis” yang menandakan proses hidrolisis berjalan dengan tidak baik karena adanya konversi dari selulosa menjadi glukosa. Larutan hasil fermentasi tersebut tidak menghasilkan gelembung yang menandakan adanya CO₂ yang dihasilkan dari reaksi fermentasi yang berhasil [24].

3.1.2 Pembuatan Bioetanol dengan Metode SHF

Pembuatan Bioetanol dengan menggunakan metode SHF (*Separate Hydrolysis and Fermentation*) dilakukan proses hidrolisis dan fermentasi secara terpisah. Penelitian ini dilakukan karena hasil proses pembuatan bioetanol dengan menggunakan metode SSF tidak menghasilkan kadar etanol yang terukur. Metode ini dilakukan dengan menggunakan air dengan pH 5,6 yang didapat di Subang. Pada penelitian ini ditetapkan variabel bebas yang digunakan variasi komposisi berat ragi (10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram, 50 gram) dan lama fermentasi (5 hari dan 7 hari) terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Dengan perubahan tersebut dapat dianalisis hasil kadar etanol yang didapatkan.



Gambar 3.1 (a) Pengaruh Berat Ragi pada 5 Hari Fermentasi terhadap Kadar Etanol dan (b) Pengaruh Berat Ragi pada 7 Hari Fermentasi terhadap Kadar Etanol dan (c) Pengaruh Lama Fermentasi

Hasil analisa dengan variasi waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari. Pada hari ke 5 dapat dilihat kadar etanol yang optimal sebesar 3%. Pada hari ke 7 dapat dilihat kadar etanol yang optimal sebesar 4%. Hal ini disebabkan karena semakin lama fermentasi menyebabkan ragi menjadi tidak aktif, karena kelebihan etanol akan berakibat racun bagi ragi sehingga kadar etanolnya berkurang.

4. Kesimpulan

Dari perancangan dan percobaan yang dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pembuatan bioetanol dengan menggunakan metode SSF tidak menghasilkan etanol, sedangkan menggunakan metode SHF dapat menghasilkan etanol.
2. Proses pembuatan bioetanol menggunakan delignifikasi asam dan SSF tidak mengalami kondisi alami seperti bau manis dan dihasilkan gelembung udara ketika proses SSF tidak terjadi, maka proses tersebut terdapat masalah yang mengakibatkan tidak menghasilkan kadar etanol.
3. Proses SHF yang dilakukan menghasilkan dengan variasi waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari. Pada hari ke 5 dapat dilihat kadar etanol yang optimal sebesar 3%. Pada hari ke 7 dapat dilihat kadar etanol yang optimal sebesar 4%. Semakin lama fermentasi menyebabkan ragi menjadi lebih aktif, karena kelebihan etanol sehingga kadar etanolnya semakin besar.

Daftar Pustaka

- [1] Antara. 7 September, 2015. Cadangan Minyak Indonesia Tinggal 3,7 Miliar Barrel. <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2015/09/07/073500026/Cadangan.Minyak.Indonesia.Tinggal.3.7.Miliar.Barrel>. (1 April 2017).
- [2] Badan Pusat Statistik. 1 Juli, 2015. Produksi Padi Tahun 2015 Diperkirakan Naik 6,64%. <https://www.bps.go.id/Brs/view/id/1157>. (1 April 2017).
- [3] Sun, Ye dan Cheng. Jiayang. 2002. Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: a Review. *Bioresource Technology*. 83, 1-11.
- [4] Megawati. 2015. Bioetanol Generasi Kedua. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [5] Yulistiani, Fitria. 2009. Kajian Tekno Ekonomi Pabrik Konversi Biomassa menjadi Bahan Bakar Fischer-Tropsch melalui Proses Gasifikasi. Laporan Tugas Akhir. Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.
- [6] Pujiani, dkk. 2014. Biokonversi Selulosa dari Tongkol Jagung menjadi Alkohol. Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Gorontalo.
- [7] Santi, Okky. 2015. Isolasi Xilan dari Kulit Singkong dan Uji Reaktivitasnya Terhadap Enzim Endo – β - 1,4 Xilanase. Prosiding Seminar Nasional Kimia 2015.
- [8] Kumar, Parveen; Barret, Diane M.; Delwiche, Michael J. and Stroeve, Pieter. 2009. Methods for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Efficient Hydrolysis and Biofuel Production. *Industrial & Engineering Chemistry Research*.
- [9] Gozan, Misri. 2014. Teknologi Bioetanol Generasi-Kedua. Jakarta: Erlangga.
- [10] Hapsari, Mira; Pramashinta, Alice; Purbasari, Aprilina. 2013. Pembuatan Bioetanol dari Singkong Karet (*Manihot Glaziovii*) untuk Bahan Bakar Kompor Rumah Tangga sebagai Upaya Mempercepat Konversi Minyak Tanah ke Bahan Bakar Nabati. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. No. 2, Vol. 2, Hal. 240-245.
- [11] Herawati, Dewi; Kusumawadhani, Evelyta; Puspawati, Nony. 2016. Pemanfaatan Limbah Ampas Pati Aren menjadi Bioetanol secara Enzimatis Metode Konvensional dan SSF. *Simposium Nasional RAPI XV*. ISSN 1412-9612.
- [12] Jeon, Eugene; dkk. September 2009. Cellulosic Alcoholic Fermentation Using Recombinant *Saccharomyces Cerevisiae* Engineered for the Production of *Clostridium Cellulovorans* Endoglucanase and *Saccharomycopsis Fibuligera* β -Glucosidase. *FEMS Microbiol Lett* 301, p 130-136.
- [13] Prihandana, Rama. 2007. Bioetanol Ubi Kayu; Bahan Bakar Masa Depan. Jakarta Selatan: AgroMedia.
- [14] Jhonprimen; Turnip, Andreas; Dahlan, Hatta. April 2012. Pengaruh Massa Ragi, Jenis Ragi dan Waktu Fermentasi pada Bioetanol dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia*. No.2, Vol 18, Hal.45.
- [15] Nurhayati; Asmara, Anjar; Viridi, Sparisoma. Juni 2015. Rancangan Alat Distilasi dengan Mengaplikasikan Self Siphon pada Pemurnian Bioetanol Menggunakan Zeolit. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains*. ISBN: 978-602-19655-8-0.

- [16] Fitriani; Bahri, Syaiful; Nurhaeni. Desember 2013. Produksi Bioetanol (*Zea Mays*) dari Hasil Proses Delignifikasi. Online Journal of Natural Science, Vol 2 (3) : 66-74. ISSN: 2338-0950.
- [17] Hermiati, Euis; dkk. 1 Juli 2010. Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol. Jurnal Litbang Pertanian, 29(4), 2010.
- [18] Walker, Grame. 2010. Bioethanol: Science and Technology of Fuel Alcohol. ISBN: 978-87-7681-681-0.
- [19] Muin, Rosdiana. 2008. Studi Kinetika Teknologi Fermentasi Etanol dengan Pendekatan “Minimal Residual Substrat”. Jurnal Teknik Kimia, No. 1, Vol. 15.
- [20] Pratama, Ius. 2012. Simulasi Produksi Bioetanol Generasi Dua dari Bagas dengan Hidrolisis Asam menggunakan Superpro Designer 5.5. Skripsi. Program Ekstensi Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- [21] Wardani, Agustin Krisna. 2015. Pretreatment Ampas Tebu (*Saccharum Oficinarum*) sebagai Bahan Baku Bioetanol Generasi Kedua. Jurnal Pangan dan Agroindustri. Vol. 3, No. 4 p. 1430-1437.
- [22] Jayus, Jay; dkk. 2017. Produksi Bioetanol secara SHF dan SSF menggunakan *Aspergillus Niger*, *Trichoderma Viride* dan *New Aule Instant Dry Yeast* pada Media Kulit Ubi Kayu. Jurnal Agroteknologi Vol. 11 No. 01.
- [23] Suharto, Ign. 2017. Bioteknologi dalam Bahan Bakar Nonfossil. Yogyakarta: ANDI.
- [24] Miftahul Jannah, Asyeni. (2010) “Proses Fermentasi Hidrolisat Jerami Padi untuk Menghasilkan Bioetanol”. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.