

Proses Pembuatan Bioetanol dari Jerami Padi dengan Metode SSF Delignifikasi Asam dan Metode SHF

Process of Bioethanol from Rice Straw with SSF Acid Delignification and SHF Method

Kartika Mahardhika Dyah Puspitasari¹, Drs. Suwandi, M.Si², Hartono Adi Bharata, S.E³

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

¹kartikamahardhika6@gmail.com, ²suwandi@telkomuniversity.ac.id,

³hartonoadibharata@yahoo.com

Abstrak

Bioetanol merupakan bahan bakar nabati yang dapat dihasilkan dari tanaman yang mengandung pati dan limbah biomassa yang mengandung senyawa lignoselulosa. Telah dilakukan penelitian yang menghasilkan etanol dengan menggunakan limbah biomassa yaitu jerami padi dengan metode SSF Delignifikasi asam (HCl) dan metode SHF Hidrolisis dengan air pH 5,6. Kegiatan ini untuk melihat pengaruh variasi berat ragi dan variasi lama fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Penelitian ini merujuk pada penelitian yang telah dilakukan dengan metode Delignifikasi Basa (NaOH) dan SHF hidrolisis asam (HCl)[5]. Diperoleh hasil proses pembuatan bioetanol dengan menggunakan metode SSF tidak menghasilkan etanol, sedangkan menggunakan metode SHF Hidrolisis dengan air pH 5,6 tanpa menambahkan bahan kimia (NaOH dan HCl) diperoleh hasil kadar etanol yang optimal pada fermentasi 5 hari dengan kadar etanol sebesar 4% dan pemberian ragi sebesar 30 gram. Menurut peneliti lain, semakin banyak ragi yang diberikan menyebabkan kadar etanol yang dihasilkan semakin besar[5]. Namun hasil dari penelitian menggunakan metode SHF Hidrolisis dengan air pH 5,6, jika berat ragi yang diberikan diatas 30 gram maka kadar etanol yang didapatkan tetap.

Kata kunci : Bioetanol Generasi Kedua, Delignifikasi Asam, HCL, Metode SSF dan Metode SHF

Abstract

Bioethanol is a biofuel that can be synthesized from plants that contains starches and biomass wastes that contains lignocellulose compounds. Previous research has been done that results in ethanol which uses rice straws as its ingredients by using SSF Acid Delignification (HCl) and Water SHF Hydrolysis with pH of 5.6. This research's purpose is to determine the effect of yeast weight variation and the fermentation duration variation to the ethanol level generated. This research is referring to other researches that has been done by using Base Delignification (NaOH) and Acid SHF Hydrolysis (HCl)[5]. No ethanol generated by using the SSF method while by using SHF method without adding other chemical ingredients (NaOH and HCl) an optimal ethanol level is generated in a 5-day fermentation and 30 grams of yeast yields in 4% of ethanol level. According to other researcher, the more yeast added results in more ethanol generated[5]. However, the result in the experiment that uses Water SHF Hydrolysis with pH of 5.6 and more than 30 grams of yeast, the amount of ethanol generated are not different.

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

1. Pendahuluan

Potensi cadangan energi fosil yang sudah terbatas dan semakin menipis menyebabkan kendala pada pemenuhan kebutuhan energi. Menghadapi cadangan sumber energi bahan bakar fosil yang semakin menipis, diperlukan penggunaan energi alternatif campuran bahan bakar yang berasal dari alam yaitu bioetanol. Bioetanol merupakan bahan bakar nabati yang dapat dihasilkan dari tanaman yang mengandung pati dan dapat juga dibuat dari bahan yang mengandung lignoselulosa. Senyawa lignoselulosa terdiri atas tiga komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang merupakan bahan utama penyusun dinding sel tumbuhan. Selulosa banyak terdapat dalam limbah pertanian. Limbah ini merupakan salah satu sumber energi yang cukup potensial dan merupakan bahan berselulosa yang dapat dikonversi menjadi etanol. Salah satu limbah pertanian yang dapat digunakan sebagai bahan baku etanol adalah jerami padi. Jerami padi mengandung polisakarida dalam bentuk selulosa (41,06%), hemiselulosa (13,88%), dan lignin (25,33%)[5]. Produksi etanol dari selulosa limbah pertanian meliputi tahap delignifikasi, hidrolisis

(sakarifikasi), fermentasi dan tahap pemurnian etanol (destilasi). Bahan baku tersebut akan diuji coba menggunakan metode SSF (*Simultaneous Saccharification and Fermentation*) dengan delignifikasi asam (HCl) dan metode SHF (*Separate Hydrolysis and Fermentation*).

2. Dasar Teori

2.1 Bioetanol

Bioetanol menggunakan bahan dasar berasal dari alam yang mengandung glukosa dan proses fermentasi mengubah bahan yang terbarukan (*sustainable*) menjadi etanol hayati. Karena sifatnya yang mudah menguap, mudah terbakar, dan tak berwarna, maka etanol merupakan jenis alkohol yang paling sering dijadikan sebagai bahan bakar. Etanol merupakan senyawa organik yang terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen dengan rumus molekul C_2H_5OH . Etanol memiliki titik didih $78,4^{\circ}C$ dan titik beku $-112^{\circ}C$ [4][5].

2.2 Proses Bioetanol

Produksi etanol dari biomassa selulosa limbah pertanian meliputi tahap pretreatment, hidrolisis (sakarifikasi), fermentasi dan tahap pemurnian etanol[9].

2.2.1 Pretreatment

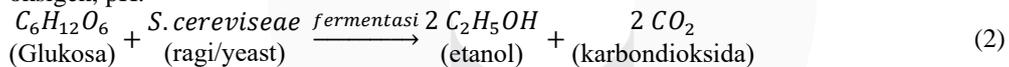
Proses *Pretreatment* / delignifikasi untuk mendegradasi lignin dengan tujuan memperlancar proses reaksi hidrolisis dan fermentasi[3]. Proses *pretreatment* dilakukan untuk merusak struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah untuk dikonversi menjadi glukosa[9]. Beberapa metode *pretreatment* 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[3][5]. Hidrolisis bertujuan untuk memecah rantai polisakarida menjadi monosakarida[4] sehingga dapat langsung difermentasi menggunakan *yeast* / ragi. Hidrolisis dapat dilakukan secara kimia (asam) atau enzimatis. Hidrolisis yang dilakukan menggunakan air panas disebut juga gelatinasi. Proses gelatinasi menggunakan air panas menunjukkan tidak terlalu membawa dampak pada komposisi kimia dalam hidrolisatnya[3].



Fermentasi merupakan proses untuk mengubah monosakarida menjadi etanol, dimana terjadi perubahan kimia dalam substrat / bahan organik karena aktivitas enzim yang dihasilkan oleh jasad renik. Substratnya adalah glukosa dan jasad reniknya adalah *Sacharomyces cerevisiae*[4]. 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 merupakan *Separate Hydrolysis and Fermentation*, yaitu proses dimana hidrolisis dan fermentasi dilakukan secara terpisah (menggunakan reaktor yang berbeda). Sedangkan proses SSF merupakan *Simultaneous Saccharification and Fermentation*, yaitu proses dimana hidrolisis dan fermentasi dilakukan secara serempak. 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[4].

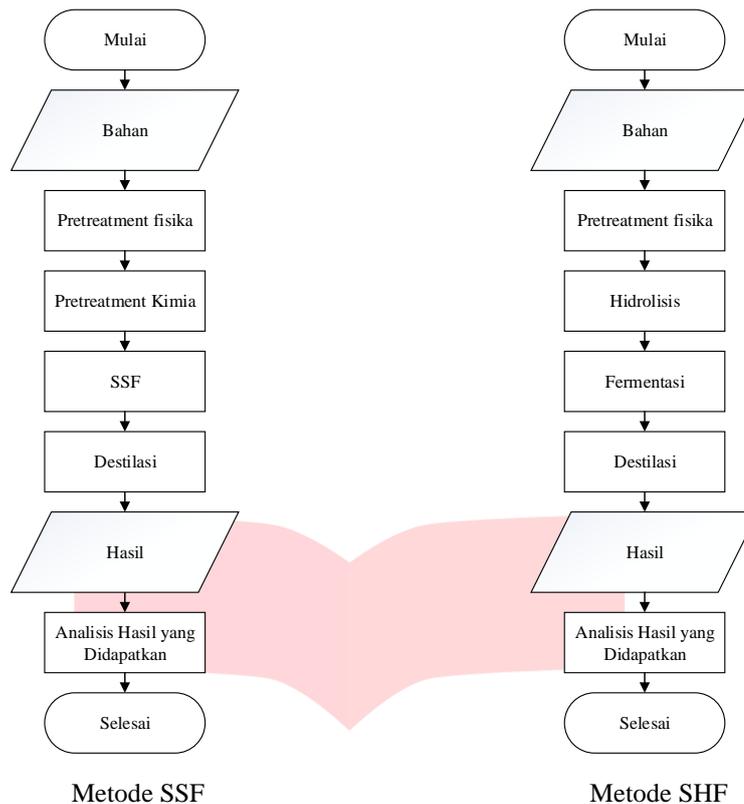
2.3 Destilasi

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 $78^{\circ}C$, sehingga etanol lebih dahulu menguap dan penguapan tersebut dialirkan pada pipa, terkondensasi dan kembali lagi menjadi etanol cair[1].

3. Pembahasan

3.1 Pembuatan Bioetanol dengan Metode SSF dan SHF

Penelitian ini dilakukan dengan dua metode yaitu metode SSF dan metode SHF seperti pada alur penelitian sebagai berikut :



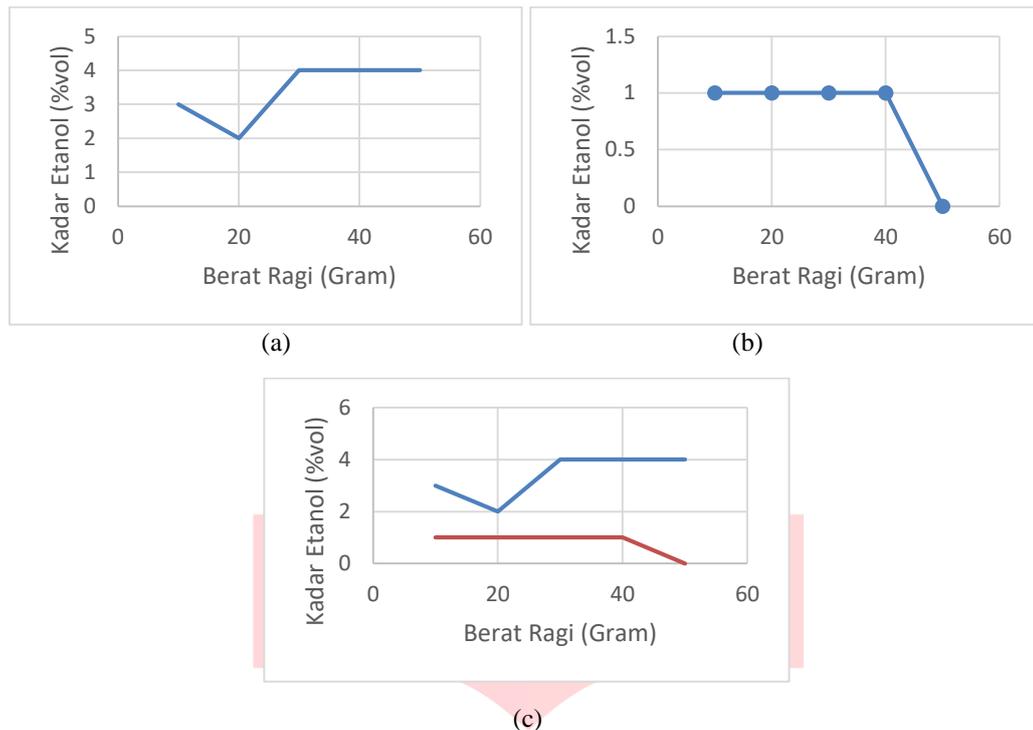
3.1.1 Pembuatan Bioetanol dengan Metode SSF

Pembuatan Bioetanol dengan menggunakan metode SHF (*Simultaneous Saccharification and Fermentation*) dilakukan proses hidrolisis dan fermentasi secara serempak. Metode ini dilakukan dengan menggunakan delignifikasi asam (HCl) dengan hidrolisis dengan air pH 5,6 yang didapat di Subang. Penelitian ini akan dilakukan pengambilan sampel sebanyak 10. Pada penelitian ini ditetapkan variabel bebas yang digunakan variasi komposisi mol zat terlarut (1 M, 2 M, 3 M, 4 M, 5 M) dengan ragi tape 2 gram dan dipanaskan dengan temperature 40°C dan lama fermentasi 7 hari. Dengan perubahan tersebut dapat dianalisis hasil kadar etanol yang didapatkan.

Proses pembuatan bioetanol dilakukan dengan proses SSF, pada saat dilakukan pemanasan tidak tercium bau manis pada jerami padi. Untuk proses fermentasinya juga tidak mengeluarkan CO₂ atau dapat dilihat secara kasat mata larutan tersebut tidak mengeluarkan gelembung dan tercium bau tidak sedap. Selanjutnya pada saat dilakukan proses destilasi tidak diperoleh etanol. Dapat diartikan percobaan tersebut tidak menghasilkan etanol karena pada saat proses pemanasan dilakukan “tidak tercium bau manis”. Bau manis pada proses SSF merupakan ciri yang menandakan proses hidrolisis berjalan dengan 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[15].

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. Metode ini dilakukan dengan menggunakan air dengan pH 5,6 yang didapat di Subang. Penelitian ini akan dilakukan pengambilan sampel sebanyak 10. Pada penelitian ini ditetapkan variabel bebas yang digunakan variasi komposisi berat ragi (10gram, 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 Berat Ragi dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Etanol

Hasil analisa dengan variasi waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari. Pada hari ke 5 didapatkan kadar etanol yang optimal sebesar 4% dengan pemberian ragi sebesar 30 gram. Pada hari ke 7 didapatkan kadar etanol yang optimal sebesar 1% dengan pemberian ragi sebesar 10 gram. Semakin banyak ragi yang diberikan menyebabkan kadar etanol yang dihasilkan semakin besar, namun jika ragi yang diberikan kebanyakan akan memberikan hasil kadar etanol yang tetap. 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 delignifikasi asam 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. Sedangkan proses SHF mengalami kondisi alami dalam proses pembuatan bioetanol sehingga proses SHF dapat menghasilkan kadar etanol.
2. Proses SHF yang dilakukan menghasilkan dengan variasi waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari. Pada hari ke 5 didapatkan kadar etanol yang optimal sebesar 4% dengan pemberian ragi sebesar 30 gram. Pada hari ke 7 didapatkan kadar etanol yang optimal sebesar 1% dengan pemberian ragi sebesar 10 gram. Semakin banyak ragi yang diberikan menyebabkan kadar etanol yang dihasilkan semakin besar, namun jika ragi yang diberikan kebanyakan akan memberikan hasil kadar etanol yang tetap. Semakin lama fermentasi menyebabkan ragi menjadi tidak aktif, karena kelebihan etanol akan berakibat racun bagi ragi sehingga kadar etanolnya berkurang.

Daftar Pustaka

- [1] Ch. Mailool, Jhiro. Molenaar, Robert. dkk. "Produksi Bioetanol dari Singkong (*Manihot utilissima*) Dengan Skala Laboratorium". Teknik Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi.
- [2] Darmawan, Aang. dkk. (2012). Kajian *Supply Demand Energy* (2012) Pusat Data dan Sistem Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.

- [3] Megawati. (2015). "Bioetanol Generasi Kedua". Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Gozan, Misri. (2014). "Teknologi Bioetanol Generasi-Kedua". Jakarta: Erlangga.
- [5] Dina Natalia, Rahardyan. Parjuningtyas, Sulvia. "Bioetanol dari Jerami". Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [6] "Produksi Padi Tahun 2015 Naik 6,37 Persen". <https://www.bps.go.id/brs/view/id/1271/>, diakses 10 Februari 2017.
- [7] Fox, P.F. (1991). "Food Enzymology". vol 1, Elsevier Applied Science Ltd., New York
- [8] Taherzadeh, M.J. dan Karimi, K. (20017). "Enzyme-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials". BioResources, Vol. 2, pp. 707-738.
- [9] Kodri, Dwi Argo Bambang, dkk. (2013). "Pemanfaatan Enzim Selulase dari *Trichoderma Ressei* dan *Aspergillus Niger* sebagai Katalisator Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan Pretreatment Microwave". Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
- [10] Hermiati, Euis, dkk. (2010). "Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol". UPT BPP Biomaterial-LIPI, Bogor
- [11] Shidiq, Ari Syahidul, dkk. (2015). "Optimalisasi Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Minuman Rumah Tangga Sebagai Alternatif Bahan Bakar Renewable". Program Studi Pendidikan Kimia PMIPA, FKIP, UNS, Surakarta
- [12] Ariyani, Endang, dkk. (2013). "Produksi Bioetanol Dari Jerami Padi (*Oryza sativa L*)". Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [13] Baharuddin, Maswadi, dkk. (2016). "Produksi Bioetanol dari Jerami Padi (*Oryza sativa L*) dan Kulit Pohon Dao (*Dracontamelon*) melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (SFS)". Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- [14] Permatasari, Harry Rizka, dkk. "Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (*Gigantochloa Apus*)". Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sriwijaya.
- [15] Miftahul Jannah, Asyeni. (2010) "Proses Fermentasi Hidrolisat Jerami Padi untuk Menghasilkan Bioetanol". Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- [16] Krisna Wardani, Agustin, dkk. (2015) "Pretreatment Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai Bahan Baku Bioetanol Generasi Kedua". Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP, Universitas Brawijaya Malang.
- [17] Sun, Ye, Jiayang Cheng. (2002) "Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: a review", Bioresource Technology 83 (2002) 1-11, North Calolina State University.