

BIOETANOL DARI LIGNOSELULOSA: POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH PADAT DARI INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT

Maya Sarah¹⁾, Erni Misran¹⁾, Siti Syamsiah²⁾, Ria Millati³⁾

1) Teknik Kimia USU

2) Teknik Kimia UGM

3) Teknologi Hasil Pertanian UGM

Email : mayasharid@yahoo.com

Abstrak

Salah satu upaya mereduksi sumber polusi udara adalah melalui substitusi jenis bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan bermotor dengan bahan bakar yang bersifat terbarukan seperti bioetanol. Bioetanol merupakan alkohol yang dihasilkan dari tumbuh-tumbuhan [selain anggur] yang apabila dicampur dengan bensin dapat meningkatkan bilangan oktan dan menyempurnakan pembakaran dalam kendaraan bermotor. Bioetanol dapat diproduksi dari biomassa lignoselulosa seperti Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKS) yang terdapat dalam jumlah yang berlimpah di Indonesia.

TKS dihidrolisis dengan menggunakan H_2SO_4 0,5 % dengan perbandingan 1: 6 (b/v). Hidrolisis dilakukan dalam 2 tahap yaitu 10 menit pada suhu $160^\circ C$ dan 5 menit pada suhu $190^\circ C$. Filtrat dari tiap-tiap tahap hidrolisis dianalisa kadar gula reduksinya dan difermentasi dengan menggunakan biakan murni *S. cerevisiae*. Fermentasi berlangsung pada suhu kamar selama 24, 48 dan 72 jam dan dilakukan pengamatan terhadap etanol yang terproduksi, glukosa yang tereduksi dan pertumbuhan biomassa. Penentuan glukosa tereduksi dan etanol terproduksi dilakukan menggunakan enzymatic kit.

Perolehan etanol terbanyak diperoleh dari fermentasi hidrolisat I menggunakan kapang *S. cerevisiae* ATCC. Secara umum etanol meningkat seiring dengan peningkatan waktu fermentasi, tetapi bila dikaitkan dengan aktivitas pertumbuhan sel, maka fermentasi cukup dilakukan selama 48 jam saja. Fermentasi setelah 48 jam akan menghasilkan etanol dari gula-gula lain selain glukosa.

Kata kunci : Bioetanol, fermentasi, hidrolisis, lignoselulosa, tandan kosong kelapa sawit

1. Pendahuluan

Pemanasan global sebagian besar diakibatkan oleh penggunaan bahan bakar fosil dalam bidang transportasi dan industri khususnya di perkotaan yang menimbulkan polusi udara akibat emisi gas CO ke atmosfer. Salah satu upaya mereduksi sumber polusi udara tersebut adalah melalui substitusi jenis bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan bermotor. Bioetanol dan biodiesel adalah bahan bakar alternatif pengganti bensin dan solar yang bersifat terbarukan.

Bioetanol merupakan alkohol yang dihasilkan dari tumbuh-tumbuhan [selain anggur] yang apabila dicampur dengan bensin dapat meningkatkan bilangan oktan dan menyempurnakan pembakaran dalam kendaraan bermotor. Jenis alkohol yang dikategorikan sebagai bioetanol adalah etil alkohol atau etanol. Etanol merupakan cairan yang bersifat mudah menguap, dapat dibakar, tidak berwarna dan dapat ditandai dari aromanya yang sangat khas. Etanol terdiri dari rantai C pendek dengan 1 gugus hidroksil pada ujungnya (Luz Silveira, et al., 2009).

Dewasa ini bioetanol banyak diproduksi dari tanaman pangan seperti jagung, tebu, gandum dan ubi kayu. Brazil dan Amerika Serikat merupakan dua negara penghasil etanol terbesar didunia (70% total produksi dunia) dan 90% daripadanya digunakan sebagai bahan bakar. Sejauh ini Brazil yang menggunakan bioetanol dari tanaman tebu telah berhasil mereduksi 90% gas CO, sementara Amerika Serikat dengan bioetanol dari jagung mereduksi gas CO sebesar 30% (Luz Silveira, et al., 2009). Meskipun demikian pemanfaatan tanaman pangan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dikhawatirkan dapat mengganggu pasokan pangan dimasa yang akan datang,

oleh sebab itu pemanfaatan bahan-bahan terbarukan non pangan sebagai sumber energi perlu digalakkan. Hal tersebut sejalan dengan sasaran kebijakan energi nasional yang berupaya meningkatkan peranan energi terbarukan seperti biomassa menjadi lebih dari 5% konsumsi energi nasional pada tahun 2025 seperti yang tertuang dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia No 5 Tahun 2006.

Menurut Balat et.al (2008) dalam Soccol dkk (2009), bahan baku bioetanol dapat diklasifikasikan atas tiga kelompok yaitu: (i) bahan yang mengandung sukrosa seperti bit dan tebu, (ii) bahan yang mengandung pati seperti gandum dan jagung, dan (iii) biomassa lignoselulosa seperti kayu dan rumput. Berdasarkan ketiga kategori sumber bahan baku tersebut, pemanfaatan lignoselulosa dari sumber non kayu merupakan pilihan terbaik karena bukan merupakan tanaman pangan dan tidak merusak kelestarian hutan. Lebih jauh, sumber lignoselulosa dapat juga bersumber dari limbah padat kegiatan pertanian, perkebunan dan industri pengolahan hasil pertanian dan perkebunan.

Salah satu sumber lignoselulosa yang terdapat dalam jumlah yang berlimpah dan murah harganya di Indonesia adalah limbah padat dari perkebunan dan pabrik kelapa sawit dimana Indonesia merupakan produsen minyak sawit terbesar dunia dengan total produksi sebesar 16,7 juta ton pada tahun 2007 (Fedepalma Website, 2009). Limbah padat dari perkebunan kelapa sawit terdiri dari cangkang, batang pohon dan pelepah daun, sedangkan dari industri minyak kelapa sawit adalah tandan kosong kelapa sawit (TKS) dan serat. Berdasarkan kandungan selulosanya, maka TKS merupakan salah satu bahan baku pembuatan bioetanol yang sangat potensial karena mengandung selulosa terbanyak. Menurut Darnoko (Darnoko, 1993 dalam Haryati dkk, 2003), TKS mengandung 45,95% selulosa, 22,84% hemiselulosa, 16,49% lignin, 1,23% abu, 0,53% nitrogen, dan 2,41% minyak.

Pembuatan bioetanol dari lignoselulosa pada umumnya dilakukan dalam tahapan pretreatment bahan baku, hidrolisis dan delignifikasi, fermentasi dan distilasi (Cardona dan Sánchez, 2007). Proses hidrolisis dapat dilakukan menggunakan asam encer (Tahezadeh dkk, 2001 dan Sues dkk, 2005) seperti asam sulfat, sedangkan proses fermentasi umumnya dilakukan menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Kapang ini memiliki beberapa keunggulan karena memiliki karakteristik pertumbuhan yang sangat baik pada medium berkonsentrasi gula tinggi dan menghasilkan perolehan etanol yang tinggi (Ria Millati dkk, 2005). Meskipun demikian beberapa strain lain telah dilaporkan dapat juga digunakan dalam fermentasi hasil hidrolisis bahan lignoselulosa seperti *Rhizopus*, *Rhizomucor*, dan *Mucor* (Ria Millati dkk, 2005).

2. Bahan dan Metode

Bahan :

1. TKS
2. *Saccharomyces cerevisiae* (ATTC dan isolat Bekonang)
3. Bahan kimia (H_2SO_4 0,5%, NaOH, Glukosa monohidrat, K. Na tartrate, DNS, yeast ekstrak, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, fehling A, fehling B, etanol, KCO_3)



(a)



(b)

Gambar 1. Bahan baku: (a) Tandan buah segar; (b) Tandan kosong

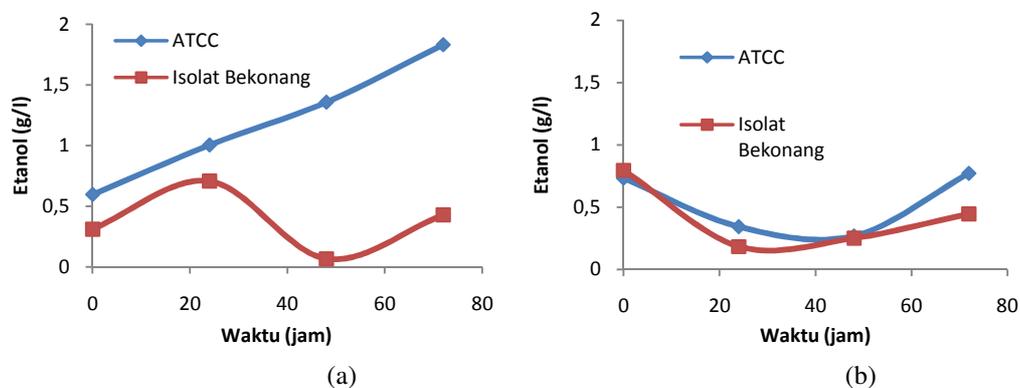
Metode :

TKS dihidrolisis dengan menggunakan H_2SO_4 0,5 % dengan perbandingan 1: 6 (b/v). Hidrolisis dilakukan dalam 2 tahap yaitu 10 menit pada suhu $160^\circ C$ dan 5 menit pada suhu $190^\circ C$.

Filtrat dari tiap-tiap tahap hidrolisis dianalisa kadar gula reduksinya dan difermentasi dengan menggunakan biakan murni *S. cerevisiae*. Fermentasi berlangsung pada suhu kamar selama 24, 48 dan 72 jam dan dilakukan pengamatan terhadap etanol yang terproduksi, glukosa yang tereduksi dan pertumbuhan biomassa. Penentuan glukosa tereduksi dan etanol terproduksi dilakukan menggunakan enzymatic kit.

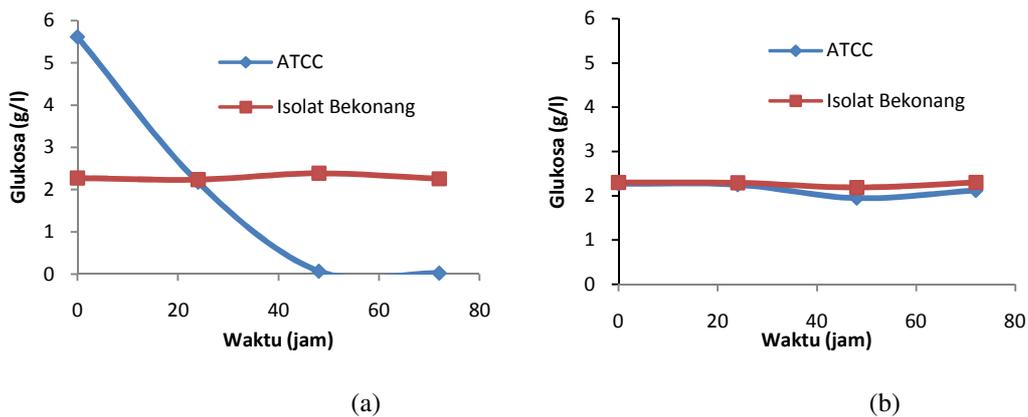
3. Hasil dan Pembahasan

Fermentasi hidrolisat yang diperoleh dari hidrolisis TKS tahap 1 dan tahap 2 selama 24, 48 dan 72 jam menghasilkan etanol seperti yang disajikan pada gambar 2 berikut. Fermentasi hidrolisat I secara umum menunjukkan bahwa fermentasi dengan kapang *S. cerevisiae* ATCC menghasilkan etanol lebih tinggi dibandingkan dengan isolat bekonang. Perolehan etanol terus meningkat seiring dengan peningkatan waktu fermentasi. Sementara itu perolehan etanol dari fermentasi hidrolisat II menggunakan kapang *S. cerevisiae* ATCC dan isolat Bekonang relatif sama kecuali pada fermentasi selama 72 jam dimana perolehan etanol dari fermentasi dengan *S. cerevisiae* ATCC 73% lebih tinggi daripada isolat Bekonang.



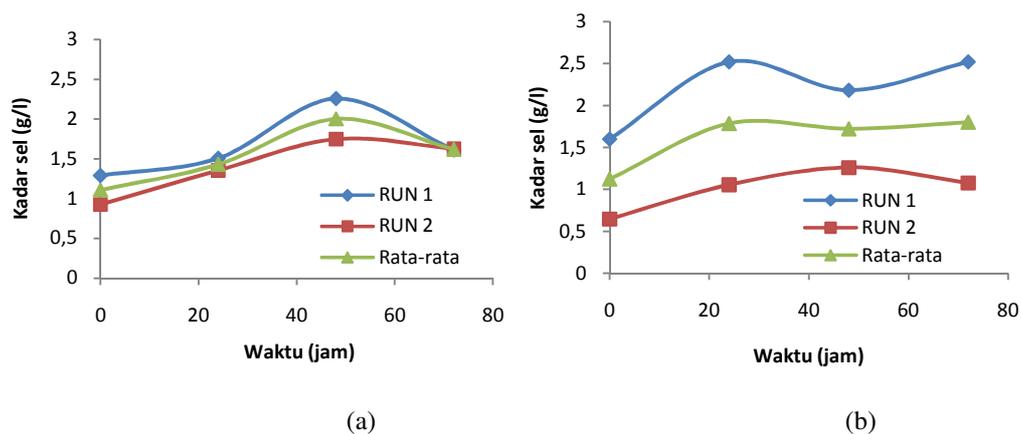
Gambar 2. Etanol terproduksi dari: (a) Hidrolisat I; (b) Hidrolisat II

Berdasarkan hasil analisa kadar glukosa sisa diketahui bahwa jumlah glukosa dari hidrolisat I yang difermentasi menggunakan *S. cerevisiae* ATCC menurun seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi seperti yang disajikan pada gambar 3.a. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian glukosa di fermentasi oleh kapang untuk menghasilkan etanol. Sementara itu glukosa sisa dari fermentasi hidrolisat II dengan *S. cerevisiae* ATCC dan isolat Bekonang relatif tidak berubah. Bila dikaitkan dengan jumlah etanol yang dihasilkan pada waktu fermentasi selama 72 jam, maka etanol yang terbentuk diperkirakan berasal dari fermentasi gula-gulaan lain



Gambar 3. Glukosa tereduksi dari: (a) Hidrolisat I; (b) Hidrolisat II

Pembentukan produk etanol oleh kapang *S. cerevisiae* berlangsung bersamaan dengan pertumbuhan sel. Berdasarkan hasil eksperimen diketahui bahwa secara umum kedua jenis kapang (*S. cerevisiae* ATCC dan isolat Bekonang) menunjukkan profil pertumbuhan yang sama, dimana pertumbuhan sel tertinggi diperoleh setelah fermentasi berlangsung selama 48 jam seperti yang disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Pertumbuhan sel dari: (a) *S. cerevisiae* ATCC; (b) Isolat Bekonang

Bila dikaitkan dengan perolehan etanol dari fermentasi hidrolisat I dan II menggunakan isolat Bekonang, maka rendahnya perolehan etanol kemungkinan diakibatkan oleh keberadaan gula-gula lain yang bersifat inhibitor terhadap isolat Bekonang sehingga pembentukan produk terhambat seperti yang disajikan pada gambar 4.b dimana kurva pertumbuhan pada Run 2 lebih rendah dibandingkan dengan yang lain.

4. Kesimpulan

Perolehan etanol terbanyak diperoleh dari fermentasi hidrolisat I menggunakan kapang *S. cerevisiae* ATCC. Secara umum etanol meningkat seiring dengan peningkatan waktu fermentasi, tetapi bila dikaitkan dengan aktivitas pertumbuhan sel, maka fermentasi cukup dilakukan selama 48 jam saja. Fermentasi setelah 48 jam akan menghasilkan etanol dari gula-gula lain selain glukosa.

5. Ucapan Terima Kasih

Penghargaan dan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kami sampaikan kepada DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Pekerti.

Daftar Pustaka

- Cordona, C.A and Sánchez, ó.J. Fuel Ethanol Production: Process Design Trends and Integration Opportunities. *Jurnal Bioresource Technology* (2007), 98:2415-2457
Fedepalma Website. http://www.fedepalma.org/palmas_en.stm diakses pada tanggal 22 Januari 2009
- Haryati dan Elisabeth (Eds.). *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit dan Produk Turunannya*. 2003, Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit
- Indonesia. Peraturan Presiden Republik Indonesia No 5 (2006) tentang Kebijakan Energi Nasional
- Luz Silveira, J., et al. The Benefits of Ethanol Use for Hydrogen Production in Urban Transportation. *Jurnal Renewable and Sustainable Energy Reviews* (2009),13:2525-2534
- Ria Millati, Edebo, L., dan Taherzadeh, M.J. Performance of *Rhizopus*, *Rhizomucor*, and *Mucor* in Ethanol Production from Glucose, Xylose, and Wood Hydrolyzates. *Jurnal Enzyme and Microbial Technology* (2005), 36:294-300
- Soccol, C.R., et al. Bioethanol from lignocelluloses: Status and Perspectives in Brazil. *Jurnal Bioresour. Technol.* (2009),doi:10.1016/j.biortech.2009.11.067
- Taherzadeh, M.J., Ria Millati dan Niklasson, C. Continuous Cultivation of Dilute-Acid Hydrolysates to Ethanol by Immobilized *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Applied Biochemistry and Biotechnology* (2001), 95:45-57