

FERMENTASI-DETOKSIFIKASI PADA BAHAN LINGNOSELULOSA

Oktaviano Catur Arya, Sri Rahayu Gusmarwani

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
oktacaturia@gmail.com

INTISARI

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku hayati. Etanol adalah etil alkohol (C_2H_5OH) yang dapat dibuat dengan cara sintesis etilen atau dengan fermentasi glukosa. Etanol diproduksi melalui hidrasi katalitik dari etilen atau melalui proses fermentasi gula menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*.

Indonesia sangat berpotensi untuk mengembangkan bioetanol dari bahan lignoselulosa. Penggunaan lignoselulosa yang banyak terdapat dalam limbah pertanian yang melimpah di Indonesia sebagai bahan baku untuk memproduksi etanol dapat menurunkan biaya produksi dari segi harga bahan baku, dibandingkan penggunaan gula dan jagung sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kadar etanol dalam proses fermentasi yaitu dengan metode fermentasi-detoksifikasi pada berbagai larutan fermentasi bahan lignoselulosa. Adapun 5 tahapan proses dari penelitian ini meliputi persiapan bahan baku dipotong kecil-kecil lalu dihaluskan, proses hidrolisis, proses detoksifikasi, proses fermentasi dan proses distilasi. Variabel dalam penelitian adalah jenis bahan lignoselulosa yang digunakan yaitu sari buah, tongkol jagung, bagasse. Selain itu untuk membandingkannya dilakukan metode fermentasi non-detoksifikasi atau fermentasi biasa pada bahan lignoselulosa.

Dari percobaan yang telah dilakukan metode yang efektif dalam memperoleh etanol adalah metode fermentasi detoksifikasi, dengan kadar etanol tertinggi pada bahan lignoselulosa tongkol jagung yaitu sebesar 1,36065% dengan kandungan glukosa 0,007992%.

Kata kunci : Bioetanol, lignoselulosa, fermentasi detoksifikasi

PENDAHULUAN

Indonesia sangat berpotensi untuk mengembangkan bioetanol dari bahan lignoselulosa. Penggunaan lignoselulosa yang banyak terdapat dalam limbah pertanian yang melimpah di Indonesia sebagai bahan baku untuk memproduksi etanol dapat menurunkan biaya produksi dari segi harga bahan baku, dibandingkan penggunaan gula dan jagung sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Produksi bioetanol dari bahan lignoselulosa bukan tanpa kendala. Kendala pertama yang dihadapi adalah bagaimana mengubah selulosa menjadi gula sederhana yang siap untuk difermentasi. Masalah ini dapat diatasi dengan melakukan hidrolisis bahan lignoselulosa pada suhu dan tekanan yang tinggi dan dalam jangka waktu yang lama. Kendala kedua adalah adanya lignin dalam bahan lignoselulosa yang menyebabkan reaksi hidrolisis yang dilakukan pada suhu dan tekanan tinggi mengubah lignin menjadi senyawa lain yang bersifat racun bagi mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi. Selain senyawa lignin, muncul pula senyawa-senyawa lain sebagai hasil reaksi hidrolisis yang bersifat racun bagi mikroba dalam proses fermentasi, antara lain : furfural, asam karboksilat, fenol, dan sebagainya. Dengan munculnya senyawa-senyawa yang bersifat racun bagi mikroba yang digunakan dalam fermentasi, menyebabkan kadar etanol yang

dihasilkan dari proses fermentasi menjadi sangat kecil. Kecilnya kadar etanol yang dihasilkan menyebabkan diperlukannya proses pemurnian yang sangat berat sehingga proses pemurnian menjadi sangat mahal. Karena itu diperlukan langkah-langkah untuk mengurangi senyawa beracun ini dengan metode fermentasi yang dipadukan dengan detoksifikasi atau disebut *fermentasi-detoksifikasi* dalam proses fermentasi agar dapat menghasilkan kadar etanol yang tinggi, sehingga tidak memberatkan proses pemisahan.

Dengan mempertimbangkan beberapa permasalahan tersebut diatas, maka perlu kiranya dilakukan suatu penelitian mengenai *aplikasi metode fermentasi-detoksifikasi pada berbagai larutan fermentasi* untuk meningkatkan kadar etanol dalam proses fermentasi.

METODE PENELITIAN

1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah sari buah, tongkol jagung, *bagasse*.

2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan adalah serangkaian alat hidrolisa, alat fermentasi dan alat distilasi.

3. Prosedur Penelitian

- a. Persiapan bahan baku
Bahan baku padat diperkecil ukurannya dengan cara dipotong kecil-kecil, kemudian dibersihkan. Selanjutnya bahan baku dan aquades dimasukkan ke dalam alat penghancur (blender) hingga halus dengan ratio perbandingan (1 : 2 gram/mL).
- b. Proses Hidrolisis
Proses hidrolisis diawali dengan memasukkan bahan baku yang telah dihaluskan serta larutan H₂SO₄ yang divariasikan 0,3 N, ke dalam labu leher tiga, pemanas dihidupkan dan hidrolisis dilakukan dengan variasi selang waktu 90 menit. Setelah proses selesai, kemudian pemanas dimatikan, hasil yang diperoleh didinginkan, dan dilakukan analisa glukosa.
- c. Proses Detoksifikasi
Hidrolisat hasil hidrolisis yang dihasilkan kemudian didetoksifikasi menggunakan Ca(OH)₂. Detoksifikasi dilakukan dengan menambahkan Ca(OH)₂ hingga pH mencapai 8-12 (variasi pH). Setelah didiamkan beberapa saat, hidrolisat disaring dan ditambahkan H₂SO₄ untuk menurunkan pH, sehingga hidrolisat siap difermentasi.
- d. Proses Fermentasi
Proses fermentasi pada penelitian ini menggunakan seperangkat alat fermentasi dengan proses *anaerob*. Hasil hidrolisis diambil 50 mL dan dimasukkan ke dalam botol dan ditambahkan *yeast* atau *baker yeast* yang banyak dijual dipasaran. Fermentasi dilakukan pada suhu ruangan selama 7 hari. Kemudian hasil fermentasi didistilasi.
- e. Proses Distilasi
Proses distilasi pada penelitian ini menggunakan seperangkat alat distilasi. Proses distilasi diawali dengan menyaring larutan hasil fermentasi dengan kertas saring, kemudian memasukkan filtrat yang dihasilkan ke dalam labu distilasi dan mendistilasinya. Proses distilasi berlangsung pada suhu ± 100°C sampai distilat tidak menetes lagi (habis). Kemudian menganalisa kadar etanol hasil distilasi yang diperoleh.

4. Variabel Yang Diteliti

Dalam penelitian ini dilakukan variabel jenis bahan lignoselulosa dan variabel metodologi penelelitian yaitu fermentasi detoksifikasi dan fermentasi non-detoksifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

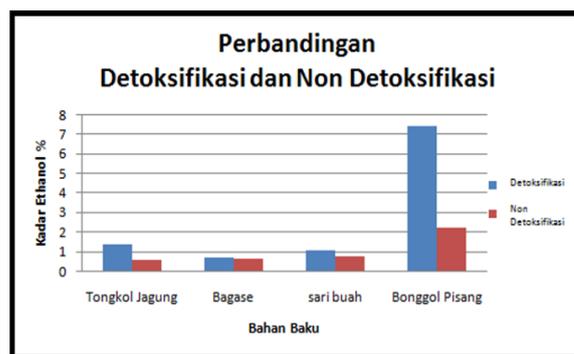
1. Hasil Fermentasi Detoksifikasi dan Fermentasi Non Detoksifikasi pada Bahan Lignoselulosa

Dari data hasil pengamatan didapatkan hasil kadar etanol yang berbeda-beda dalam setiap bahan. Perolehan persentase hasil kadar etanol ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Kadar Etanol Fermentasi Detoksifikasi dan Non Detoksifikasi

Nama Bahan Lignoselulosa	Kadar Etanol (%)	
	Fermentasi Detoksifikasi	Fermentasi Non-Detoksifikasi
Tongkol Jagung	1,36065	0,5401
Bagase	0,6524	0,59358
Sari Buah	1,0273	0,75935
BonggolPisang	7,38	2,2

Untuk melihat pengaruh perlakuan antara fermentasi detoksifikasi dan non-detoksifikasi dengan persentase hasil kadar etanol dapat dijelaskan dengan grafik hubungan antara teknik perlakuan fermentasi terhadap persentase hasil yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Perlakuan Fermentasi Terhadap Presentase Hasil

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1 di atas, maka dapat disimpulkan kadar etanol lebih tinggi dengan menggunakan fermentasi detoksifikasi pada masing-masing bahan lignoselulosa. Hal ini dikarenakan pada proses detoksifikasi terdapat perlakuan penambahan senyawa alkali yaitu Ca(OH)₂ atau pengapuran dengan meningkatkan pH hidrolisat menjadi 10. Seperti pada proses fisik, penambahan alkali ini dapat mengurangi furan dan HMF

yang terdapat pada hidrolisat, sehingga terjadi peningkatan produktivitas etanol dari proses fermentasi.

Menurut Gusmarwani dan Budi (2011), kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi hidrolisat bonggol pisang sebanyak 7,3847% dengan kondisi pH fermentasi adalah 10 dan menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk proses penetralan pH. Gusmarwani dan Budi (2011), melaporkan adanya lignin dalam bonggol pisang menyebabkan hasil etanol yang diperoleh dari fermentasi hidrolisat bonggol pisang tidak cukup tinggi, sehingga perlu dilakukan detoksifikasi hidrolisat bonggol pisang sebelum dilakukan fermentasi. Etanol hasil fermentasi hidrolisat bonggol pisang tanpa detoksifikasi sebesar 0,2689%, sedangkan penggunaan NaOH untuk detoksifikasi sebelum fermentasi meningkatkan kadar etanol menjadi 2,3107% dan jika detoksifikasi dilakukan dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kadar etanol sebesar 7,3847%.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ merupakan alkali yang murah dan mudah digunakan untuk detoksifikasi hidrolisat asam. Detoksifikasi hidrolisat asam secara kimia menggunakan alkali berupa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ telah banyak dilakukan supaya hidrolisat dapat difermentasi dengan baik (Latson et al., 1999 dan Purwadi 2006).

Detoksifikasi bertujuan agar hidrolisat yang dihasilkan mempunyai kandungan inhibitor yang lebih kecil, selain itu juga mengatur pH agar tidak mengganggu pertumbuhan bakteri pada proses fermentasi pembentukan etanol. Pada penelitian ini proses pemutusan rantai (hidrolisis) tersebut dilakukan secara kimiawi yaitu dengan menggunakan larutan H_2SO_4 . Fungsi HCl pada proses hidrolisis ini adalah sebagai katalis. Menurut Balat, et.al, (2008), pada proses hidrolisis HCl akan bereaksi membentuk gugus H^+ dan Cl^- . Gugus H^+ memecah ikatan glikosidik pada selulosa maupun hemiselulosa, sehingga akan terbentuk monomer-monomer gula sederhana. Monomer yang dihasilkan masih dalam gugus radikal bebas, tapi dengan adanya OH^- dari air akan berikatan dengan gugus radikal membentuk gugus glukosa.

2. Pengaruh Jenis Bahan Lignoselulosa Terhadap Kadar Etanol yang Dihasilkan

Dari data hasil pengamatan didapatkan hasil kadar etanol yang berbeda-beda dalam setiap bahan. Perolehan persentase hasil kadar etanol ditunjukkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Kadar Etanol pada Jenis Bahan Lignoselulosa

Nama Bahan Lignoselulosa	Kadar Etanol (%)	
	Fermentasi Detoksifikasi	Fermentasi Non-Detoksifikasi
Tongkol Jagung	1,36065	0,5401
Bagase	0,6524	0,59358
Sari Buah	1,0273	0,75935

Berdasarkan Tabel 2 di atas, maka dapat disimpulkan kadar etanol lebih tinggi dengan menggunakan Tongkol Jagung. Hal ini dikarenakan Tongkol jagung merupakan limbah buangan pada industri jagung pipil yang ternyata mengandung selulosa sebesar 44,9% (Richana dkk, 2004), dan kurang lebih 30% bagian jagung merupakan tongkol jagung.

Sedangkan komposisi kimia abu, lignin, selulosa, sari, pentosan untuk Bagase sendiri masing-masing yakni 3,82%, 22,09%, 37,65%, 1,81%, 27,97% (Husin, 2007).

3. Hasil Detoksifikasi dan Non Detoksifikasi pada Kadar Glukosa

Dari hasil pengamatan diperoleh data glukosa yang berbeda-beda. Data pengamatan ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Detoksifikasi dan Non Detoksifikasi dengan Glukosa

Nama Bahan Lignoselulosa	Detoksifikasi	Non Detoksifikasi	% Glukosa
TongkolJagung	1,36065	0,5401	0,007992
Bagase	0,6524	0,59358	0,015435
Sari Buah	1,0273	0,75935	0,013185

Pengukuran kadar glukosa dilakukan dengan menggunakan metode *Luff Schoorl*. Tujuan pengukuran kadar glukosa yaitu untuk mengetahui persentase glukosa pada masing-masing sampel. Berdasarkan Tabel 3 yang ada di atas, maka dapat diketahui hasil glukosa yang berbeda dalam setiap prosesnya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tidak semua glukosa sedikit akan menghasilkan etanol yang banyak. Hal ini dikarenakan reaksi samping yang dihasilkan lebih banyak dari pada produknya. Menurut teori Louis Pasteur, dari 100 bagian sukrosa akan menghasilkan 105,4 bagian gula invert, yang kemudian menghasilkan 51 bagian etanol, 49,4 bagian CO_2 , 3,3 bagian asam asetat, dan sisanya gliserol.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Metode yang efektif dalam memperoleh etanol adalah metode detoksifikasi.
2. Etanol terbesar dalam metode fermentasi detoksifikasi adalah tongkol jagung yaitu 1,36065% dan metode fermentasi non detoksifikasi terbesar adalah bagase 0,99712.
3. Glukosa terbanyak adalah bagase yaitu 0,015435%.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yakni :

1. Analisa kadar etanol akan lebih akurat apabila menggunakan alat uji yang lebih canggih.
2. Penelitian tentang fermentasi detoksifikasi pada bahan Lignoselulosa dapat dilakukan atau dikembangkan lagi dengan bahan baku lain lain untuk optimasi pada penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Gusmarwani, S.R. dan Budi, M.S.P., 2011, *Effect of Bases Detoxification on Fermentation of Banana Rhizome Waste Hydrolyasates for Etanol Production*, Seminar Internasional 19th IUPAC International Conference on Chemical Research Applied to World Needs (CHEMRAWN XIX 2011, Kuala Lumpur, Malaysia
- Hambali, S. 2009. *Pemanfaatan Kulit Pisang dengan Cara Fermentasi untuk Pembuatan Alkohol*. Majalah Bistek, Edisi 06/Th.VI/Desember, 20-28.
- Natawidjaja, P.S. 1983. *Mengenal Buah-buahan yang Bergizi*. Jakarta: Pustaka Dian.
- Perry, R. H. 1999. *Chemical Enginnering Hoandbook*. New York: Mc. Graw Hill.
- Prihandana, R. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- Rizani, K.Z. 2000. *Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi dan Inokulum (*Saccharomyces cerevisiae*) pada Proses Fermentasi Sari Kulit Nanas (*Ananas comosus L. Merr*) untuk Produksi Etanol*. Malang: Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya.
- Simamora, S. 2008. *Membuat Biogas pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- Susmiati, Y. 2011. *Detoksifikasi Hidrolisat Asam dari Ubi Kayu Untuk Produksi Bioetanol*. AGROINTEK Vol. 5, No.1, Maret.
- Tjokroadikoesoemo, S. 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wijana, S., Kumalaningsih. A., Setyowati. U., dan N. Hidayat. 1991. *Optimalisasi Penambahan Tepung Kulit Nanas dan Proses Fermentasi pada Pakan Ternak terhadap Peningkatan Kualitas Nutrisi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Winarno, F.G. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.