

Produksi Etanol dari Koran Bekas dengan Proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi

by Sri Wahyu Murni

Submission date: 18-Aug-2022 11:47AM (UTC+0700)

Submission ID: 1883819491

File name: Etanol_dari_Koran_Prosiding_ITENAS_2011.pdf (49.51K)

Word count: 2302

Character count: 14055

Produksi Etanol dari Koran Bekas dengan Proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi

^aSri Wahyu Murni* dan ^bSri Sukadarti

^{a,b}Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl SWK 104 Lingkar Utara Condongcatur Yogyakarta telp. 0274 486889

*wahyuswm@yahoo.com

Abstrak

Etanol merupakan salah satu sumber energi alternatif yang sedang dikembangkan. Bahan baku untuk produksi bioetanol yang kini dikembangkan adalah biomassa berlignoselulosa. Koran bekas merupakan limbah yang memiliki kandungan selulosa yang tinggi, merupakan salah satu bahan baku dalam pembuatan etanol.

Pada penelitian ini dilakukan konversi kertas koran menjadi etanol menggunakan proses hidrolisis asam encer dilanjutkan dengan proses fermentasi. Hidrolisis asam dilakukan menggunakan asam sulfat encer pada rentang konsentrasi 0,2-1,2 N dengan waktu hidrolisis 1- 4,5 jam. Fermentasi produksi etanol dilakukan selama 1-7 hari menggunakan yeast *Saccharomyces cereviceae*.

Hasil penelitian pada kandungan bahan 35 g/L, konsentrasi asam sulfat 1 N dan waktu hidrolisis 4 jam diperoleh konsentrasi glukosa sebesar 3,1 g/L atau yield glukosa terhadap bahan sebesar 8,72%. Larutan hasil hidrolisis dipekatkan hingga konsentrasi glukosa 10,3 g/L, pada fermentasi selama 4 hari menghasilkan yield etanol terhadap substrat sebesar 19,39%.

Kata kunci: etanol, hidrolisis asam, fermentasi, koran bekas.

1. Pendahuluan

Penurunan produksi minyak bumi mendorong penelitian dan pengembangan sumber energi alternatif dari sumber yang dapat diperbaharui. Penggunaan bahan bakar alternatif harus segera dilakukan terutama yang berbentuk cair, karena masyarakat sudah sangat familiar dengan bahan bakar cair. Salah satu bahan bakar alternatif adalah etanol. Pada saat ini produksi etanol berasal bahan bergula seperti tebu, molases dan pati-patian (jagung, singkong, dll). Bahan-bahan tersebut merupakan bahan pangan sehingga konversi bahan pangan menjadi etanol dalam jangka panjang akan berkompetisi dengan pangan dan pakan sehingga menjadi salah satu penyebab naiknya harga-harga pangan. Sehingga arah pengembangan etanol mulai berubah ke arah pengembangan etanol dari biomassa lignoselulosa yang menggunakan tanaman non pangan atau produk sisa yang tidak bisa dikonsumsi sehingga tidak mengakibatkan dampak pada siklus makanan. Kertas koran bekas berpotensi sebagai bahan baku pembuatan etanol dengan komposisi 18% lignin, 40% selulosa, dan 25% hemiselulosa (Isroi, 2008). Kertas koran bekas dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana yang selanjutnya difermentasi menjadi etanol. Untuk memecah lignoselulosa menjadi gula sederhana yang siap fermentasi diperlukan proses hidrolisis. Metode hidrolisis asam encer lebih unggul dibandingkan metode lain dan hidrolisis enzimatik. Metode asam encer tidak memerlukan *recovery* asam, sementara hidrolisis enzimatik memerlukan *recovery* enzim. Pada penelitian ini dilakukan hidrolisis menggunakan asam encer dilanjutkan dengan fermentasi.

Proses produksi etanol dari bahan-bahan berlignoselulosa berlangsung melalui empat tahapan proses utama: pretreatment, hidrolisis, fermentasi dan pemurnian produk etanol. Bahan-bahan lignoselulosa umumnya terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Proses pretreatment dan hidrolisis merupakan tahapan penting yang mempengaruhi yield etanol. Proses pretreatment dilakukan untuk mengondisikan bahan-bahan lignoselulosa baik dari struktur maupun ukuran. Proses *pretreatment* dan hidrolisis meliputi perlakuan fisisk, fisik-kimiawi dan enzimatik. Proses ini bertujuan memecah ikatan lignin, menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak

struktur kristal selulosa serta meningkatkan porositas bahan. (Keshwani dan Cheng, 2009) Rusaknya struktur kristal selulosa mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa. Senyawa-senyawa gula sederhana selanjutnya difermentasi menjadi etanol.

Dua metode utama hidrolisis bahan-bahan lignoselulosa, adalah hidrolisis asam dan hidrolisis enzimatik. Kedua metode ini banyak digunakan untuk lignoselulosa dari limbah pertanian. Hidrolisis selulosa secara enzimatik memberikan yield etanol lebih tinggi dibandingkan hidrolisis asam, namun proses enzimatik merupakan proses yang mahal. Proses *recovery enzim* selulase diperlukan untuk menekan tingginya biaya produksi. Proses hidrolisis enzimatik memerlukan pretreatment bahan baku agar struktur selulosa siap dihidrolisis enzim. Hidrolisis enzimatik dengan enzim selulase mempengaruhi 43,7% biaya total produksi etanol. (Szczo drak dan Fiedurek, 1996)

Hemiselulosa mudah dihidrolisis asam encer pada kondisi yang lebih ringan, sementara itu untuk hidrolisis selulosa diperlukan kondisi yang lebih berat. Keuntungan utama hidrolisis asam encer adalah tidak diperlukan *recovery* asam. Umumnya asam yang digunakan adalah HCl dan H₂SO₄, pada rentang konsentrasi 2-5%. Konsentrasi asam dan suhu merupakan variabel penting yang dapat mempengaruhi terbentuknya senyawa yang bersifat racun pada proses fermentasi. Pada suhu moderat hemiselulosa terhidrolisis dan menekan dekomposisi gula sederhana. Pada suhu yang lebih tinggi akan mempermudah dekomposisi gula sederhana dan senyawa lignin (Mussatto dan Roberto, 2004). Degradasi senyawa lignin akan menghasilkan fenol yang sangat berbahaya bagi mikroorganisme. Oleh karena itu hasil hidrolisis asam harus dinetralkan terlebih dahulu untuk meminimalkan inhibitor dan untuk mengkondisikan pada tahap fermentasi.

Fermentasi etanol dilakukan dengan bantuan yeast *Saccharomyces cereviceae*. Yeast ini memiliki banyak keunggulan antara lain adalah mampu memproduksi etanol dari glukosa, cepat berkembang biak, tahan terhadap etanol kadar tinggi, tahan terhadap suhu tinggi dan cepat beradaptasi terhadap media fermentasi (Rieke, 2009). Kadar etanol hasil fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH, konsentrasi gula, suhu, jumlah inokulum dan waktu fermentasi. Aktivitas yeast *Saccharomyces cereviceae* optimal pada pH 4,8; oleh karenanya hasil hidrolisis asam dikondisikan terlebih dahulu sebelum fermentasi. Pada penelitian ini dilakukan fermentasi pada suhu ruang.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental melalui tahapan penyediaan bahan dan alat. Tahapan eksperimen meliputi hidrolisis secara kimiawi menggunakan asam sulfat encer, pemekatan hasil, penyediaan biakan murni *Saccharomyces cereviceae*, penyediaan inokulum, fermentasi dan distilasi hasil fermentasi.

Bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk penelitian meliputi: (1) kertas koran bekas yang telah dianalisa kandungan lignoselulosanya. (2) biakan *Saccharomyces cereviceae* D452-2 dalam agar miring dibeli dari Fakultas Pertanian UGM. (3) media agar miring dengan komposisi per 100 ml: agar 1,8 g; taoge 10 g dan glukosa 6 g. (4) nutrien media starter dan fermentasi, dengan komposisi per 100 ml: K₂HPO₄ 0,01 g; (NH₄)₂SO₄ 0,01 g. (5) katalisator untuk hidrolisis: H₂SO₄.

Cara penelitian

Tahap hidrolisis

Mengecilkan ukuran kertas koran kemudian menganalisa kandungan selulosanya. Potongan kertas koran ditimbang sebanyak 5 g sebagai berat sampel kering. Selanjutnya merendam koran dalam air selama ± 24 jam untuk mengurangi kadar tinta, kemudian menyaringnya. Setelah kering, memblender kertas koran dengan menambahkan air sebanyak 125 ml, bahan ini selanjutnya dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan ditambahkan larutan H₂SO₄ dengan volume 25 ml dengan konsentrasi (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2) N. Campuran kemudian dipanaskan hingga mendidih, waktu hidrolisis dihitung sejak campuran mendidih, dan dilakukan selama 1 sampai dengan 4,5 jam. Apabila waktu telah tercapai reaksi hidrolisis dihentikan kemudian didinginkan hingga suhu ruangan. Larutan hasil hidrolisis dianalisis kadar glukosanya dengan metode Somogyi-Nelson.

Fermentasi

Memekatkan filtrat hasil hidrolisis dengan distilasi vakum selama 4 jam pada suhu 54°C. Memasukkan ke dalam labu Erlenmeyer filtrat hasil pemekatan sebanyak 200 ml kemudian mengatur pH-nya \pm 4,8 dengan menambahkan NaOH 50% . Selanjutnya ditambahkan nutrien 0,01 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan 0,01 g K_2HPO_4 dan disterilisasi selama 15 menit menggunakan autoklaf pada suhu 121°C. Setelah didinginkan hingga suhu ruangan, dimasukkan inokulum \pm 10%, kemudian menginkubasi pada suhu ruang selama 1-7 hari .

Tahap Distilasi Etanol

Menyaring hasil fermentasi untuk memisahkan mikroba dari larutan hasil fermentasi. Mendistilasi larutan hasil fermentasi pada suhu \pm 80 °C selama 3 jam. Hasilnya dianalisis kandungan etanolnya.

Analisis Hasil

Analisis gula reduksi menggunakan metode Somogyi-Nelson (Slamet Sudarmaji dkk., 1984), analisis kadar etanol menggunakan alat Gas Chromathography HP-4890.

3. Hasil dan Diskusi

Komposisi Kertas Koran

Hasil analisa komposisi kimia kertas koran (%): 16,10 hemiselulosa; 43,44 selulosa; 17,15 lignin; 7,86 air dan 8,56 abu. Berdasarkan komposisi kimia kertas koran di atas, **1** menunjukkan bahwa kertas koran mengandung selulosa yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan glukosa. Kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi pada bahan baku dapat menghasilkan glukosa dengan kandungan yang tinggi, sedangkan kandungan lignin akan terdegradasi menjadi fenol. (Mussatto dan Roberto, 2004)

Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi Katalisator

Pada penelitian ini kertas koran dihidrolisis menggunakan katalisator asam sulfat encer pada berbagai konsentrasi dan waktu, hasilnya ditampilkan pada Tabel 1 dan 2. Konsentrasi asam merupakan variabel penting dalam hidrolisis. Asam encer dipilih karena tidak memerlukan *recovery* asam. (Mussanto dan Roberto, 2004) Proses hidrolisis bertujuan memecah ikatan 1,4'- α pada selulosa menjadi gula sederhana. Hasil penelitian tentang pengaruh waktu hidrolisis menunjukkan bahwa semakin lama waktu hidrolisis semakin besar pula yield glukosa. Yield glukosa pada waktu hidrolisis 4 jam mencapai 8,72% atau yield terhadap selulosa sebesar 20,07% dan pada 4,5 jam sebesar 8,54% atau yield terhadap selulosa **1** besar 20,56%. Mengingat kandungan selulosa pada bahan baku cukup besar yaitu lebih dari 40% maka seharusnya yield glukosa yang diperoleh dapat lebih besar. Oleh karena itu penelitian selanjutnya dilakukan pada konsentrasi asam sulfat yang bervariasi.

2
Tabel 1: Pengaruh Waktu Hidrolisis terhadap Yield Glukosa pada konsentrasi Asam Sulfat 1 N

Waktu Hidrolisis (Jam)	Konsentrasi Glukosa (g/L)	Yield glukosa Terhadap Bahan Baku ^a (%)	Yield glukosa terhadap Selulosa ^b (%)
1	0,295	0,76	1,77
2	1,695	4,57	10,14
3	2,562	7,07	15,57
4	3,114	8,72	20,07
4.5	3,212	8,54	20,56

^a berat glukosa yang dihasilkan dibagi berat bahan dikalikan 100%

^b berat glukosa yang dihasilkan dibagi berat selulosa dalam bahan dikalikan 100%

1
Hidrolisa asam merupakan salah satu meto**2** untuk memperoleh glukosa yang tinggi dari bahan-bahan lignoselulosa. Tabel 2 memperlihatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam sulfat yang digunakan menyebabkan yield glukosa yang dihasilkan makin besar pula. Kondisi optimum diperoleh

pada konsentrasi asam sulfat 1 N dan waktu hidrolisis 4 jam, yaitu diperoleh yield glukosa 8,72% atau yield terhadap selulosa 20,07%. Konsentrasi asam yang tinggi menyebabkan selulosa dan hemiselulosa sudah terdegradasi menjadi glukosa dan senyawa gula lainnya. Ini menunjukkan semakin tinggi konsentrasi asam dan waktu hidrolisis yang besar menyebabkan yield makin besar.

Tabel 2: Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat terhadap Yield Glukosa pada waktu hidrolisis 4 jam

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (N)	Konsentrasi Glukosa (g/L)	Yield Glukosa terhadap Bahan Baku ^a (%)	Yield glukosa terhadap Selulosa ^b (%)
0,2	0,275	0,72	1,65
0,4	0,532	1,38	3,18
0,6	1,379	3,58	8,26
0,8	2,483	6,55	15,09
1,0	3,113	8,72	20,07
1,2	3,232	8,98	20,68

^a berat glukosa yang dihasilkan dibagi berat bahan dikalikan 100%

^b berat glukosa yang dihasilkan dibagi berat selulosa dalam bahan dikalikan 100%

Hasil Fermentasi

Hasil hidrolisis pada kondisi terbaik selanjutnya dipekatkan untuk menaikkan konsentrasi glukosa, pada penelitian ini diperoleh kandungan glukosa hasil pemekatan sebesar 10,3 g/L. Fermentasi dilakukan menggunakan volume substrat 200 ml dengan variabel waktu fermentasi 1 sampai dengan 7 hari menggunakan yeast *Saccharomyces cereviceae*. Yield etanol hasil fermentasi disajikan dalam Tabel 3. Hasil menunjukkan berat alkohol mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu fermentasi dan mencapai maksimum pada hari ke-4, diperoleh yield etanol terhadap substrat sebesar 19,39% atau yield 37,39%. Pada waktu fermentasi yang lebih lama yield etanol menunjukkan penurunan, yang dimungkinkan oleh terbentuknya produk metabolisme yang lain (Kosugi dkk., 2009).

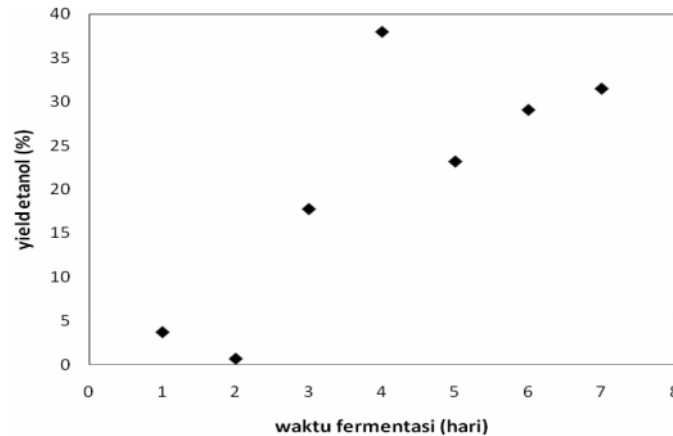
Tabel 3: Hasil Fermentasi

Waktu (hari)	Konsentrasi Etanol Setelah Didistilasi (%)	Volume etanol Hasil Distilasi (ml)	Berat Etanol (g)	Yield Etanol Terhadap Substrat ^a (%)	Yield ^b (%)
1	0,69	5,6	0,039	1,90	3,72
2	0,16	4,4	0,007	0,35	0,68
3	2,45	7,6	0,186	9,06	17,73
4	3,99	10	0,399	19,39	37,93
5	2,21	11	0,243	11,83	23,15
6	3,18	9,6	0,305	14,84	29,04
7	5,01	6,6	0,331	16,07	31,45

^a etanol yang dihasilkan (g) dibagi dengan jumlah glukosa pada substrat dikalikan 100%

^b yield pada kolom 5 dibagi dengan yield teoritis dikalikan 100%.

Profil yield etanol disajikan pada Gambar 1, secara keseluruhan terlihat yield yang diperoleh masih rendah (yield maksimum adalah 37,39%). Perolehan yang rendah ini dimungkinkan adanya senyawa yang bersifat racun terhadap mikroba *Saccharomyces cereviceae* yaitu senyawa hasil degradasi lignin yang berupa phenol (Orchidea Rachmaniah, 2009). Senyawa racun ini dapat menghambat fermentasi produksi etanol. (Kosugi dkk, 2009) Pada penelitian ini tidak dilakukan detoksifikasi, hanya dilakukan pengondisian terhadap pH



Gambar 13: Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Yield Etanol Terhadap Substrat

4. Simpulan

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa kertas koran dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan katalisator asam sulfat encer. Glukosa hasil hidrolisis dapat difermentasi menjadi etanol dengan bantuan yeast *Saccharomyces cereviceae*. Proses hidrolisis yang relatif baik dicapai pada konsentrasi asam sulfat 1 N dan waktu 4 jam diperoleh yield terhadap bahan baku sebesar 8,72%. Waktu fermentasi yang relatif baik dicapai pada hari ke-4 diperoleh yield etanol terhadap substrat sebesar 19,38%.

Ucapan Terima Kasih: Ucapan terimakasih disampaikan kepada saudara Ria Harsanti dan Susanti yang telah membantu pengambilan data dalam penelitian ini.

Pustaka

1. Isroi, *Produksi Bioetanol Berbahan Baku Biomassa Lignoselulosa*, Isroi.wordpress.com, 2008
2. Jeihanipur, Azam, Mohammad J. Taherzadeh, Ethanol production from cotton-based waste textiles, *Bioresource Technology*, 100, 107-1010, 2009
3. Kaparaju, Prasad, Maria Serano, Anne Belinda T., Prawit Kongjan, Irini Angelidaki, Bioethanol, biohydrogen and biogas production from wheat straw in a biorefinery concept, *Bioresource Technology*, 100, 2562-2568, 2009
4. Keshwani, D.P, Jay, J. Cheng, Switchgrass for bioethanol and other value-added application: A review, *Bioresource Technology*, 100, 1515-1523, 2009
5. Kosugi, A., Akihiko Kudo, Mitsuyosi Ueda, Yoshinori Murata, Pilanee Vaithanomsat, Warunee Thanapase, Takamitsu Arai, Yutaka Mori, Production of ethanol from casava pulp via fermentation with a surface-engineered yeast strain displaying glukcoamylase, *Renewable Energy*, 34, 1354-1358, 2009
6. Mussanto, S.I, Roberto, I.C, Alternatives for detoxification of dilute-acid lignocellulosic hydrolyzates for use in fermentative process: a review, *Bioresource Technology*, 93, 1-10, 2004

7. Orchidea Rachmaniah, Andi Krishnanta W dan dedy Ricardo, Acid Hydrolysis Pretreatment of bagase-Lignocellulosic material for Bioethanol Production, Prosiding Seminar nasional Teknik Kimia “Kejuangan, Jurusan Teknik Kimia, FTI,UPN “Veteran” Yogyakarta, 2009.
8. Rieke, Mikrobiologi Industri, [http://Rieka-bio. Bolgspot.com.htm](http://Rieka-bio.Bolgspot.com.htm), 2009
9. Slamet Sudarmadji dkk, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, 3th ed, Liberty, Yogyakarta, 1984
10. Szczodrak, J. dan Fiedurek, J., Technology for conversion of lignocellulosic biomass to ethanol, *Biomass Bioerg*, 10, 367-375, 1996

Produksi Etanol dari Koran Bekas dengan Proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

13%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

pt.scribd.com

Internet Source

9%

2

ml.scribd.com

Internet Source

2%

3

jurnal.upnyk.ac.id

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%