

PENGARUH BERAT BAGASS DAN WAKTU REAKSI TERHADAP HASIL GLUKOSA PADA HIDROLISIS BAGASS UNTUK PEMBUATAN BIOETANOL

M.Sri Prasetyo Budi

Sekolah Tinggi Teknologi Nasional

Jl. Babarsari Depok Sleman Yogyakarta, Telp. (0274) 485390

[*prasetyobudims88@gmail.com*](mailto:prasetyobudims88@gmail.com)

Abstrak

Keterbatasan sumber energi fosil memerlukan pengembangan energi terbarukan dan konservasi energi, salah satunya adalah bioetanol. Bioetanol, tidak seperti bensin, merupakan bahan bakar oksigenat yang mengandung 35% oksigen yang dapat mereduksi partikulat dan emisi NO_x dari hasil pembakaran. Sumber energi bioetanol dapat berasal dari tanaman perkebunan, pertanian, hutan atau bahkan limbah, baik limbah domestik maupun limbah industri, seperti bagass, yang merupakan limbah industri gula. Bagass merupakan limbah padat dari proses ekstraksi tebu. Bagass mengandung hemiselulosa sebesar 16,52%; lignin sebesar 23,33% dan selulosa sekitar 54,87%. Hal ini menunjukkan bahwa bagass merupakan bahan baku yang patut untuk dipertimbangkan dalam pembuatan bioetanol. Terdapat 3 tahapan penting proses pembuatan etanol dari bagass, yaitu hidrolisis bagass menjadi glukosa, fermentasi glukosa menjadi etanol, dan pemurnian etanol. Hidrolisis merupakan langkah awal yang sangat penting untuk memperoleh larutan glukosa yang selanjutnya dapat difermentasi menjadi etanol. Dalam makalah ini disampaikan pengaruh berat bagass dan waktu reaksi terhadap kadar glukosa yang dihasilkan. Hidrolisis dilakukan untuk bagass dengan berat tertentu, dicampur dengan 1500 mL aquades dan ditambahkan 10 mL larutan asam sulfat pekat. Selanjutnya campuran dipanaskan dalam *autoclave* sampai suhu 100°C dan dijaga konstan. Sampel diambil sebanyak 6 mL dan dilakukan setiap 10 menit sampai waktu 60 menit tercapai. Analisa glukosa yang terbentuk dilakukan dengan metode glucose test. Hasil glukosa terbaik didapatkan pada 55 gram bagass dengan waktu reaksi 50 menit dengan hasil glukosa yang diperoleh sebesar 13,6944%.

Kata kunci : Bagass, Hidrolisis, Glukosa, Bioetanol

1. Pendahuluan

Besarnya ketergantungan Indonesia pada Bahan Bakar Minyak (BBM) impor semakin meningkat, seiring perkembangan jumlah penduduk dan ekonomi. Data Ditjen Migas (Martono dan Sasongko, 2007), impor BBM terus mengalami peningkatan dari 106,9 juta barrel pada 2002 menjadi 154,4 juta barrel pada 2004 dan akan terus meningkat di tahun yang akan datang.

Krisis bahan bakar minyak telah memberikan tanda bahwa cadangan energi fosil yang dimiliki Indonesia sudah menipis. Fakta menunjukkan konsumsi energi terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Tabel 1 menunjukkan kebutuhan premium di Indonesia mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Terbatasnya sumber

energi fosil menyebabkan perlunya pengembangan energi terbarukan dan konservasi energi. Salah satu bentuk dari energi terbarukan adalah energi biomassa. Energi biomassa berasal dari bahan organik dan sangat beragam jenisnya. Sumber energi biomassa dapat berasal dari tanaman perkebunan atau pertanian, hutan, atau bahkan limbah, baik limbah domestik maupun limbah pertanian. Biomassa dapat digunakan untuk sumber energi langsung maupun dikonversi menjadi bahan bakar. Penggunaan biomassa sebagai sumber energi ini tidak akan menyebabkan terjadinya penumpukan gas CO_2 karena gas CO_2 yang dihasilkan oleh reaksi pembakaran dipakai untuk pembentukan biomassa itu sendiri. Teknologi pemanfaatan energi biomassa yang telah dikembangkan terdiri dari pembakaran langsung dan konversi biomassa menjadi bahan

bakar. Hasil konversi biomassa ini dapat berupa biogas, bioetanol, biodiesel, arang dan sebagainya. Bioetanol dan biodiesel dalam jangka panjang diharapkan dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak (Megawati, 2007).

Tabel 1. Kebutuhan Premium setiap tahun

tahun	Kebutuhan premium, kL
2000	12429
2001	13067
2002	13630
2003	14647
2004	16418
2005	17459
2006	17067

Sumber : Martono dan Sasongko, 2007

Penggunaan bioetanol sebagai alternatif bensin dapat menghemat impor premium hingga 2,25 juta kilo liter senilai US\$ 1,35 miliar dan impor metil tersier butil eter (MTBE) senilai US\$ 23,14 juta. Selain itu pengembangan bioetanol dalam penyediaan bahan baku dan kegiatan produksinya dapat menyerap 3,6 juta tenaga kerja kebun dan 2.280 tenaga kerja terampil terdidik setingkat SMK hingga sarjana (W.B., 2006).

Etanol banyak digunakan sebagai bahan bakar cair nabati . Etanol adalah alkohol yang didapat dari fermentasi bahan-bahan yang mengandung gula, pati atau selulosa. Etanol merupakan bahan yang sangat penting karena merupakan bahan bakar cair dari sumber yang dapat diperbaharui (bioetanol). Bioetanol, tidak seperti bensin, merupakan bahan bakar oksigenat yang mengandung 35% oksigen yang dapat mereduksi partikulat dan emisi NO_x dari hasil pembakaran (Demirbas, 2005).

Greer (2005) menyatakan bahwa bioetanol dapat digunakan sebagai substitusi sebagian ataupun keseluruhan bahan bakar bensin. Pencampuran bioetanol dengan bensin dapat menaikkan angka oktan pada bahan bakar itu. Bensin memiliki angka oktan kurang dari 90. Penambahan etanol ke dalam bensin sebanyak 10% akan menaikkan angka oktan pada kisaran angka 110. Sedangkan etanol murni memiliki angka oktan 112 (Wheals dkk., 1999). Efek samping penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar akan menimbulkan gas berbahaya hasil pembakaran relatif lebih rendah daripada penggunaan bensin sebagai bahan bakar.

Manfaat pemakaian bioetanol di Indonesia yaitu memperbesar basis sumber daya bahan bakar cair, mengurangi impor bahan bakar minyak, menguatkan *security of supply* bahan bakar, meningkatkan kesempatan kerja, berpotensi

mengurangi ketimpangan pendapatan individu dan antar daerah, meningkatkan kemampuan nasional dalam teknologi pertanian dan industri, mengurangi kecenderungan pemanasan global dan pencemaran udara (bahan bakar ramah lingkungan) serta berpotensi mendorong ekspor komoditi baru (Martono dan Sasongko, 2007).

Menurut Faith dkk., (1975), bioetanol dapat dibuat dari berbagai bahan baku, seperti gas hidrokarbon, bahan-bahan yang mengandung sakarosa (tebu, tetes, gula biet), bahan-bahan yang mengandung pati (ubi kayu, jagung, beras), maupun bahan-bahan yang mengandung selulosa (kayu, limbah pertanian, dan lain sebagainya). Bioetanol merupakan zat cair yang tidak berwarna dan larut dalam air. Sebenarnya fermentasi dari semua bahan yang mengandung glukosa seperti anggur, molase, kentang, pisang dan padi menghasilkan etanol.

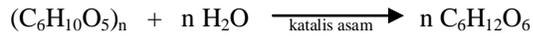
Etanol yang lazim disebut alkohol, secara teknik dapat dibuat dengan berbagai macam cara dan bahan baku. Bahan baku untuk membuat bioetanol dapat digolongkan :

- a. Bahan-bahan yang mengandung pati, seperti jagung, beras, ubi kayu, ubi jalar, sagu, nipah. Bahan-bahan golongan ini terlebih dahulu diproses sebelum difermentasi.
- b. Bahan-bahan yang mengandung selulosa, seperti kayu dan limbah pertanian. Seperti golongan kedua, untuk menghasilkan etanol terlebih dahulu diproses sebelum difermentasi.
- c. Gas hidrokarbon, seperti etilen, dapat disintesa dengan proses hidrasi maupun esterifikasi menggunakan katalis asam sehingga menghasilkan etanol.

Senyawa karbohidrat dalam bentuk glukosa sudah lama dipakai sebagai bahan baku pembuatan etanol untuk kebutuhan industri makanan, kosmetik dan obat-obatan. Senyawa karbohidrat ini dapat ditemukan pada jagung, singkong, dan tetes tebu. Sedangkan sumber polisakarida tinggi dalam bentuk lignoselulosa relatif belum banyak diteliti untuk menghasilkan etanol. Senyawa selulosa tersebut memiliki potensi untuk diproses menjadi etanol. Penggunaan lignoselulosa sebagai bahan baku untuk memproduksi etanol dapat menurunkan biaya produksi dari segi harga bahan baku dibandingkan penggunaan gula dan jagung sebagai bahan baku (Wheals dkk., 1999).

Untuk mengubah selulosa menjadi glukosa (gula) diperlukan proses hidrolisis dengan bantuan asam, misalnya asam sulfat (H₂SO₄), sedangkan untuk mengubah gula menjadi etanol dipergunakan enzim *saccharomyces cereviceae*.

Reaksi hidrolisa selulosa menjadi glukosa sebagai berikut :



Pemilihan metode proses hidrolisis didasarkan pada jenis bahan baku dan perlakuan proses fermentasi yang akan dijalankan. Menurut Badger (2002) terdapat dua jenis proses hidrolisis yang dapat dijalankan, yaitu hidrolisis enzim dan hidrolisis kimiawi.

Proses hidrolisis kimiawi memiliki banyak keuntungan, yaitu biaya yang dibutuhkan relatif murah, karena harga bahan kimia yang dipakai lebih murah dibandingkan harga enzim. Selain itu, proses hidrolisis enzim membutuhkan waktu berhari-hari sedangkan hidrolisis kimiawi hanya memerlukan waktu yang relatif lebih cepat (Tahezadeh dkk., 1997, Palmqvist dan Hahn-Hagerdal, 2000). Bahan kimia yang dapat dipakai untuk memecah rantai polimer pada selulosa dan hemiselulosa adalah larutan asam, baik itu larutan asam pekat ataupun larutan asam encer. Larutan asam yang dapat digunakan ialah asam sulfat dan asam klorida.

Proses hidrolisis lignoselulosa dengan asam encer pernah dicobakan pada proses Scholler dalam reaktor tangki berpengaduk dengan kondisi operasi; konsentrasi asam sulfat 0,5 %, tekanan 11-12 bar dan selama 45 menit. Hemiselulosa sebanyak 80 % w/w dapat terhidrolisis pada suhu di bawah 200°C tetapi konversi maksimal dicapai pada suhu di atas 220°C (Tahezadeh, 2003). Proses hidrolisis pada suhu di atas 220°C mengakibatkan terbentuknya senyawa racun bagi pertumbuhan mikroorganisme di dalam proses fermentasi. Senyawa-senyawa kimia yang bersifat racun tersebut ialah jenis senyawa asam karboksilat, senyawa furan dan senyawa fenol.

2. Metode Penelitian

Bagass yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah industri gula Madukismo yang telah dikeringkan dan dihaluskan sehingga diasumsi campurannya homogen. Hasil analisa hemiselulosa sebesar 30.2631%; lignin sebesar 14.4737% dan selulosa sekitar 42.1053%. Hidrolisis bagass dalam penelitian ini menggunakan berat bagass yang bervariasi, yang dicampur dengan 1 liter aquades, 10 mL katalis asam sulfat pekat, waktu reaksi 60 menit dan suhu 100°C.

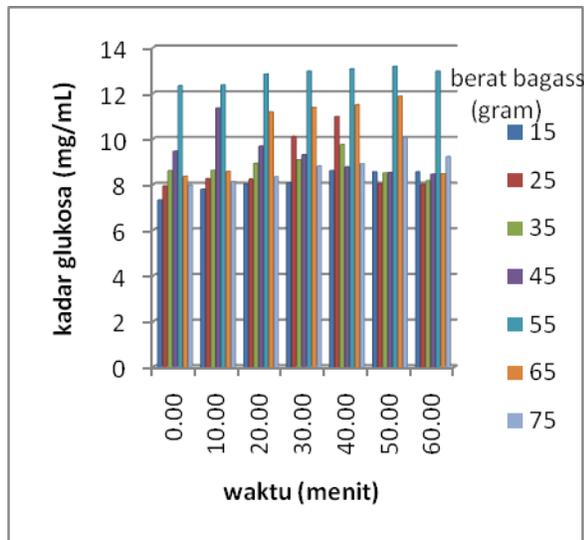
Percobaan diawali dengan memasukkan 15gram bagass ke dalam reaktor (*autoclave*), disusul dengan menambahkan 1500 mL aquades dan larutan asam sulfat pekat 10 mL Kemudian reaktor ditutup dengan sempurna dan pemanas dinyalakan. Selama reaksi berlangsung, suhu akan naik terus sampai mencapai suhu 100 C, lalu dijaga konstan. Ketika suhu mencapai 100 C, diambil sampel pertama (dianggap 0 menit) kira-kira 6 ml dan selanjutnya sampel diambil setiap interval 10 menit sampai proses berlangsung 60 menit. Konsentrasi glukosa dalam sampel dianalisis dengan metode glucose test (Sudarmaji, dkk., 1997). Percobaan dijalankan pada variasi berat bagass 15 gram, 25 gram, 35 gram, 45 gram, 55 gram, 65 gram, dan 75 gram.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 1.

Tabel 2. Hasil kadar glukosa terbentuk untuk variabel berat bagass dan waktu reaksi yang bervariasi

berat bagas (gram)	kadar glukosa (mg/mL) pada waktu reaksi 0-60 menit						
	0	10	20	30	40	50	60
15	7.7833	7.7833	8.0144	8.0649	8.6064	8.5486	8.5486
25	7.9277	8.2526	8.2310	10.1009	10.9673	8.0288	7.9855
35	8.5992	8.6064	8.9241	9.0757	9.7399	8.4981	8.1588
45	9.4511	11.3428	9.6750	9.2995	8.7652	8.5198	8.4476
55	12.3319	12.3536	12.8301	12.9601	13.0611	13.1694	12.9601
65	8.3537	8.5631	11.1767	11.3717	11.4872	11.8554	8.4620
75	7.9710	8.1154	8.3320	8.8086	8.8952	10.0576	9.2201



Gambar 1. Hubungan antara waktu reaksi dengan kadar glukosa untuk setiap variasi berat bagass

Dari tabel 2 dan gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah bagass, glukosa yang didapatkan semakin banyak. Tetapi kadar glukosa mengalami penurunan pada variabel bagas seberat 65 gram dan 75 gram. Hal ini menunjukkan adanya kontak bahan padat dengan larutan kurang sempurna. Kondisi operasi yang terbaik dicapai pada bagass seberat 55 gram dengan waktu reaksi 50 menit dengan jumlah glukosa yang didapatkan sebesar 13.16944 mg/mL.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil adalah : glukosa terbanyak sebesar 13.16944 mg/mL dapat diambil untuk berat bagass 55 gram, pada suhu 100°C dengan volume asam sulfat p.a sebesar 30 mL, dan waktu reaksi 50 menit.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada: Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (Ditlitabmas) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional melalui program Hibah Penelitian Bersaing pendanaan tahun anggaran 2013 yang telah membiayai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Badger, P. C., (2002), "Ethanol from Cellulose: A General Review", *Trends in New Crops and New Uses*, hal. 17-21.
- Budi, M.S.P., (1998), "Hidrolisis Pati Jagung dengan Katalisator HCl", *Jurnal Teknologi Nasional*, Vol.3, No.1.
- Demirbas, A., (2005), "Bioetanol from Cellulosic Material : A Renewable Motor Fuel from Biomass", *Energy Source*, 27:327 – 337
- Faith, W.L., Keyes D.B. and Clark, R.L., (1975), "Industrial Chemical", 3rd ed., John Wiley and Sons Inc., New York
- Fessenden, F.J. and Fessenden, J., (1986), "Kimia Organik", edisi kedua, Erlangga, Jakarta, hal. 273-275
- Greer, D., (2005), "Creating Cellulosic Ethanol: Spinning Straw into Fuel", *CellulosicEthanol.htm, eNews Bulletin, April 2005*.
- Martono, B. dan Sasongko, 07 Februari (2007), "Prospek Pengembangan ubi Kayu sebagai Bahan Baku Bioetanol di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta", Dinas Pertanian Propinsi DIY, www.distan.pemda-diy.go.id/index2.php?option=content&task=view&id=269&pop=1&page=0
- Megawati, (2007), "Etanol dari Lignoselulosa", *Profesional volum 1 No.5*
- Palmqvist, E., and Hagerdal, B. H., (2000), "Fermentation of Lignocellulosic Hydrolysates. II: Inhibition and Detoxification", *Bioresource Technology, Elsevier, vol. 74, hal. 25-33*.
- Sudarmaji, S., Haryono, B. dan Suhardi, (1997), "Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian", edisi keempat, liberty, Yogyakarta
- Taherzadeh, M. J., Eklund, R., Gustafsson, L., Niklasson, C., and Liden., G., (1997), "Characterization and Fermentation of Dilute-Acid Hydrolyzates from Wood", *Ind. Eng. Chem. Res., American Chemical Society, vol. 36, pp. 4659-4665*.
- Taherzadeh, M. J., and Niklasson, C., 2003, "Ethanol from Lignocellulosic Materials: Pretreatment, Acid and Enzymatic Hydrolyses and Fermentation", 3 ed., pp. 6-9, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey.
- Wheals, A. E., Basso, L. C., Alves, D. M. G., and Amorim, H. V., (1999), "Fuel Ethanol after 25 Years", *TibTech, Elsevier, vol. 17, pp. 482-487*.