

PEMBUATAN GLUKOSA DARI KARDUS BEKAS DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIMATIS DENGAN PENAMBAHAN PRETREATMENT H₂O₂

Aninditya Putri Ayuningtyas

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A.Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta 57169

Email:aninditya.putriayuningtyas@gmail.com

Abstrak

Bahan Bakar Minyak(BBM) merupakan salah satu bentuk energi yang setiap harinya dipergunakan oleh manusia. Laju konsumsi BBM sebagai produk hasil olahan terus mengalami peningkatan. Sedangkan perkembangan produksi minyak bumi selama 10 tahun terakhir menunjukkan kecenderungan menurun. Oleh karena itu sumber energi alternatif sangat diperlukan, salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan adalah bioetanol dengan melakukan proses hidrolisis dan fermentasi bahan yang mengandung glukosa. Kardus merupakan salah satu bahan yang memiliki potensi untuk dapat menghasilkan glukosa. Untuk mendapatkan glukosa pada kardus bekas dapat dilakukan dengan proses hidrolisis secara enzimatik menggunakan enzim selulase. Kelebihan penggunaan hidrolisis enzimatik adalah sifatnya yang ramah lingkungan. Namun perlakuan ini juga memiliki kekurangan yaitu waktu yang dibutuhkan cukup lama sehingga diperlukan penelitian dengan beberapa perlakuan yaitu dengan menambahkan pretreatment H₂O₂ dengan variasi konsentrasi 0%, 1%, 2%, 3%, 4%; variasi waktu hidrolisis 18, 24, 48, 55, dan 66 jam, dan variasi lama pemanasan 45, 60, 105 menit. Dimana dari penelitian yang dilakukan dihasilkan kadar glukosa tertinggi didapatkan pada waktu hidrolisis 48 jam, konsentrasi H₂O₂ 4% dengan variasi pemanasan 105 menit.

Kata kunci: Bioetanol, Kardus, Enzim Selulase, H₂O₂, Glukosa

1. PENDAHULUAN

Krisis energi telah menjadi salah satu masalah krusial yang ada di Indonesia. Hingga saat ini energi seolah-olah sudah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat. Bahan bakar minyak (BBM) merupakan salah satu bentuk energi yang setiap harinya dipergunakan oleh manusia. Laju konsumsi BBM terus mengalami peningkatan. Namun, perkembangan produksi minyak bumi selama 10 tahun terakhir menunjukkan kecenderungan menurun, yaitu dari 386,48 juta barel pada tahun 2005 menjadi sekitar 287,90 juta barel di tahun 2015 (Outlook Energi Indonesia, 2016). Segala macam bentuk upaya dilakukan untuk menanggulangi adanya krisis energi, salah satunya dengan mencari energi alternatif lain. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar pengganti minyak bumi yang diproduksi untuk menghasilkan etanol dari bahan baku yang mengandung glukosa, fuktosa, sukrosa, maupun amilum. Bioetanol menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar gasoline seperti angka oktane yang tinggi, kecepatan nyala yang lebih tinggi, dan dapat meningkatkan panas penguapan (Mohd Azhar dkk, 2017). Bahan baku produksi bioetanol dapat dikelompokkan menjadi gula, pati, dan selulosa (Lin & Tanaka, 2006). Kardus merupakan salah satu bahan yang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Hal ini dikarenakan kardus memiliki kandungan selulosa 75% dari berat keringnya (Yáñez, dkk. 2004).

Hidrolisis enzimatik merupakan salah satu proses yang dapat digunakan untuk membuat bioetanol dengan bantuan enzim pemecah selulosa. Penggunaan proses hidrolisis enzimatik memiliki beberapa keuntungan dibandingkan hidrolisis asam, diantaranya tidak terjadi degradasi gula hasil hidrolisis, kondisi proses yang lebih rendah (suhu rendah), berpotensi memberikan hasil yang tinggi dan biaya pemeliharaan peralatan relatif rendah karena tidak ada bahan yang korosif (Seftian, dkk, 2012). Hidrogen peroksida (H₂O₂) merupakan senyawa yang diketahui dapat digunakan sebagai katalis dalam proses delignifikasi pulp. Selama proses delignifikasi berlangsung, terjadi reaksi pemutusan ikatan makromolekul lignin dimana ikatan lignin terlepas membentuk fraksi lignin yang kemudian larut dalam pelarut, selanjutnya lignin dengan mudah disisihkan. Jika diinginkan kadar selulosa yang tinggi pada pulp maka diperlukan delignifikasi yang maksimal. Penelitian pada kali ini dilakukan percobaan dengan menambahkan hidrogen peroksida sebagai *pretreatment* pada pembuatan glukosa dari kardus bekas dengan proses hidrolisis enzimatik. Proses

penambahan hidrogen peroksida ini bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap yield (kadar glukosa) yang dihasilkan setelah proses hidrolisis dengan berbagai variasi waktu hidrolisis. Diharapkan dengan adanya penambahan hidrogen peroksida kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis dapat bertambah. Dengan melihat fenomena krisis energi diatas maka penelitian ini perlu dilakukan.

2. METODOLOGI

2.1. Persiapan Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan untuk membuat glukosa dari kardus bekas dengan proses hidrolisis enzimatis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang dibutuhkan

Alat	Volume	Satuan
Blender	-	1
Cawan petri	-	5
Gelas beker	250 mL	5
Hot plate	-	1
Kaca pengaduk	-	1
Labu ukur	100 mL	1
Neraca digital	-	1
pH meter	-	1
Pipet tetes	-	1
Pipet ukur	10 mL	1
Spektrofotometer	-	1
Stirrer	-	1
Termometer	-	1
Waterbath	-	1

Bahan yang dibutuhkan untuk membuat glukosa dari kardus bekas dengan proses hidrolisis enzimatis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang dibutuhkan

Nama Bahan	Jumlah
Aquadest	70 L
Enzim Selulase	150 gram
H ₂ O ₂	375 mL
HNO ₃	100 mL
Larutan Arsenomolybdate	100 mL
Larutan Nelson	100 mL
Larutan NaOH 1,5%	100 mL

2.2 Cara Kerja

a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku kardus bekas diperoleh dengan bekerja sama dengan pemungut sampah didaerah Gonilan Kartasura Kabupaten Sukoharjo.

b. Proses *Pretreatment*

Menyiapkan 5 gelas beker yang masing-masing berisi 10 gram potongan kardus ditambah dengan larutan H₂O₂ yang telah disiapkan dengan variasi konsentrasi 0%; 1%; 2%; 3%, dan 4% sebanyak 30 mL setelah itu dipanaskan dengan variasi waktu selama 45,60,105 menit pada suhu 25°C.

c. Proses Hidrolisis Kardus Bekas

Bahan baku yang telah mengalami proses pretreatment kemudian dimasukkan kedalam 5 buah gelas beker dan ditambahkan dengan larutan HNO₃ kurang lebih 4-7 tetes agar pH larutan menjadi 5. Kemudian sampel ditambahkan dengan 1,5 gram enzim selulase dan 100

mL aquadest, lalu dipanaskan dengan bantuan waterbath diset suhunya pada 40°C dengan variasi waktu hidrolisis 18,24, 48, 55, dan 66 jam.. Setelah proses hidrolisis, sampel diambil sebanyak 10 ml untuk dilarutkan dalam 100 mL aquadest

d. Penentuan Kadar Glukosa

Dari proses pelarutan, sampel diambil sebanyak 1 mL untuk dimasukkan kedalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan 1 mL larutan nelson. Setelah itu, sampel dipanaskan selama 20 menit pada suhu 100°C. Setelah dipanaskan sampel didinginkan hingga mencapai suhu 25°C, sampel kemudian ditambahkan dengan 7 ml aquadest dan 1 mL larutan arsenomolibdat. Larutan kemudian diuji adsorbansinya dengan alat spektrofotometer untuk dapat diketahui kadar glukosanya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Percobaan

Tabel 3. Data kurva larutan standar

Konsentrasi (g/L)	1	2	3	Rata-Rata
0,025	0,261	0,253	0,265	0,26
0,05	0,352	0,379	0,369	0,367
0,075	0,456	0,427	0,425	0,436
0,1	0,598	0,518	0,526	0,547
0,125	0,636	0,653	0,687	0,659
0,15	0,745	0,744	0,752	0,747

Tabel 4. Data kadar glukosa pada variasi pemanasan H₂O₂ 45 menit

Waktu Hidrolisis (jam)	Kadar Glukosa (g)				
	0%	1%	2%	3%	4%
18	2,018	2,155	2,466	2,511	2,777
24	2,177	2,215	2,488	2,582	2,815
48	2,241	2,383	2,528	2,685	2,869
55	2,360	2,311	2,510	2,638	2,821
66	2,333	2,321	2,518	2,612	2,835

Tabel 5. Data kadar glukosa pada variasi pemanasan H₂O₂ 60 menit

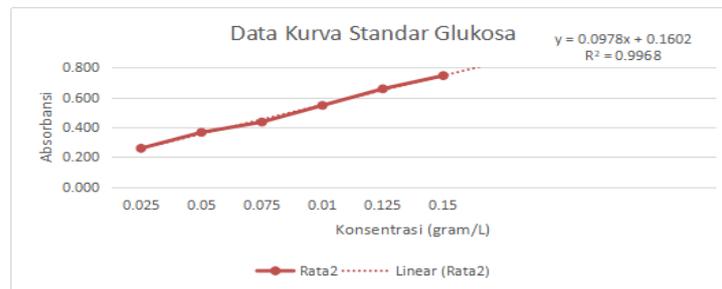
Waktu Hidrolisis (jam)	Kadar Glukosa (g)				
	0%	1%	2%	3%	4%
18	2,018	2,199	2,495	2,575	2,785
24	2,177	2,265	2,567	2,612	2,845
48	2,241	2,413	2,613	2,735	3,056
55	2,360	2,385	2,584	2,728	2,922
66	2,333	2,366	2,597	2,711	2,921

Tabel 6. Data kadar glukosa pada variasi pemanasan H₂O₂ 105 menit

Waktu Hidrolisis (jam)	Kadar Glukosa (g)				
	0%	1%	2%	3%	4%
18	2,018	2,383	2,517	2,891	3,246
24	2,177	2,397	2,675	2,912	3,222
48	2,241	2,422	2,735	3,116	3,578
55	2,360	2,377	2,672	3,109	3,568
66	2,333	2,410	2,666	3,101	3,455

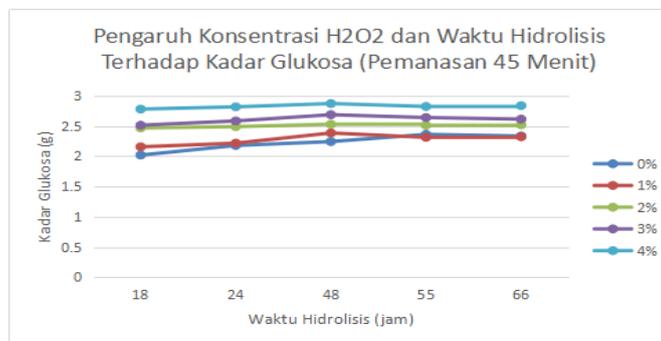
3.2. Pembahasan

Berikut ini merupakan grafik data larutan standar glukosa yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi larutan standar glukosa dengan nilai absorbansi yang didapat.

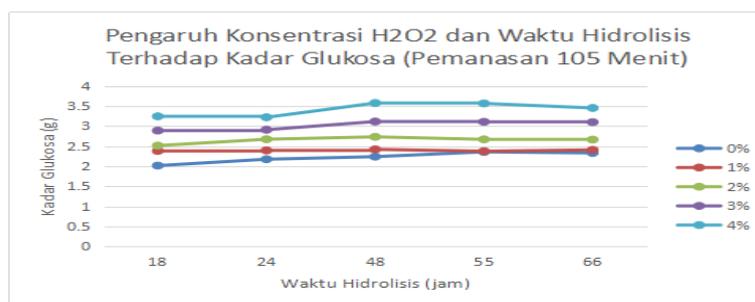


Gambar 1. Grafik data kurva larutan standar

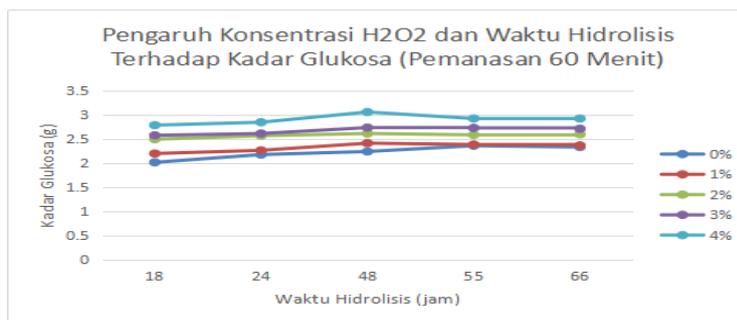
Dari grafik diatas didapatkan persamaan regresi linear $y = 0,0978x + 0,1602$, dengan nilai $R^2 = 0,9968$. Persamaan ini kemudian digunakan untuk menentukan kadar glukosa (x) pada sampel dengan memasukkan nilai adsorbansi (y) sampel.



Gambar2. Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi H₂O₂ dan Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa (Pemanasan 45 menit)



Gambar3. Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi H₂O₂ dan Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa (Pemanasan 60 menit)



Gambar4. Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi H₂O₂ dan Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa (Pemanasan 105 menit)

3.2.1. Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan

Pada grafik 1 kadar glukosa maksimum didapatkan pada waktu hidrolisis 48 jam yaitu sebanyak 2,869 g, sedangkan untuk kadar glukosa minimum didapatkan pada waktu 18 jam yaitu sebanyak 2,155 g. Pada grafik 2 kadar glukosa maksimum didapatkan pada waktu hidrolisis 48 jam yaitu sebanyak 3,056 g, sedangkan untuk kadar glukosa minimum didapatkan pada waktu 18 jam yaitu sebanyak 2,199 g dan pada grafik 3 kadar glukosa maksimum didapatkan pada waktu hidrolisis 48 jam yaitu sebanyak 3,578 g. Sedangkan untuk kadar glukosa minimum didapatkan pada waktu 18 jam yaitu sebanyak 2,383 g. Pada grafik dapat dilihat semakin lama waktu hidrolisis maka kadar glukosa yang dihasilkan semakin banyak, namun pada waktu tertentu kadar glukosa yang dihasilkan menurun. Hal ini dikarenakan substrat selulosa yang dihidrolisis semakin berkurang. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Setiawan dkk(2015). Selain hal tersebut terbentuknya inhibitor juga dapat mempengaruhi kereaktifan enzim sehingga berpengaruh terhadap kadar glukosa yang dihasilkan.

3.2.2. Pengaruh Konsentrasi H₂O₂ Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan

Pada grafik 1 kadar glukosa maksimum didapatkan pada konsentrasi H₂O₂ 4% yaitu sebanyak 2,869 g, sedangkan untuk kadar glukosa minimum didapatkan pada konsentrasi H₂O₂ 1% yaitu sebanyak 2,155 g. Pada grafik 2 kadar glukosa maksimum didapatkan pada konsentrasi H₂O₂ 4% yaitu sebanyak 3,056 g, sedangkan untuk kadar glukosa minimum didapatkan pada konsentrasi H₂O₂ 1% yaitu sebanyak 2,199 g dan pada grafik 3 kadar glukosa maksimum didapatkan pada konsentrasi H₂O₂ 4% yaitu sebanyak 3,578g. Sedangkan untuk kadar glukosa minimum didapatkan pada konsentrasi 1% yaitu sebanyak 2,383 g. Semakin tinggi konsentrasi H₂O₂, kadar glukosa yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan semakin banyak ion hidroksil yang berfungsi sebagai oksidator yang akan menghancurkan dinding lignin dan merusak struktur kristalin selulosa. Kemudian untuk yang tidak dilakukan proses pretreatment kadar glukosa paling tinggi didapatkan pada waktu 55 jam yaitu sebanyak 2,360 g. Apabila dibandingkan dengan proses hidrolisis yang didahului dengan pretreatment H₂O₂ maka kadar glukosa yang dilakukan dengan proses pretreatment lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak dilakukan pretreatment. Dari hasil tersebut diketahui bahwa penambahan H₂O₂ sebagai pretreatment berpengaruh terhadap kadar glukosa yang dihasilkan.

3.2.3. Pengaruh Lama Waktu Pemanasan Pretreatment H₂O₂ Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan

Pada grafik 1 lama waktu pemanasan saat proses pretreatment yang digunakan yaitu 45 menit dengan kadar glukosa maksimum mencapai 2,869 g. Pada grafik 2 lama waktu pemanasan saat proses pretreatment yang digunakan yaitu 60 menit dengan kadar glukosa maksimum mencapai 3,056g. Pada grafik 3 lama waktu pemanasan saat proses pretreatment yang digunakan yaitu 105 menit dengan kadar glukosa maksimum mencapai 3,578g. Semakin lama waktu pemanasan, kadar glukosa yang dihasilkan semakin meningkat hal ini dikarenakan semakin lama pemanasan maka semakin lama pula waktu kontak H₂O₂ dengan substrat yang akan meningkatkan kereaktifan H₂O₂ untuk proses perusakan dinding kristalin selulosa.

4. KESIMPULAN

- a. Kadar glukosa tertinggi didapatkan pada waktu hidrolisis 48 jam konsentrasi H₂O₂ 4% dengan variasi pemanasan 105 menit yaitu sebanyak 3,578 g.
- b. Semakin lama waktu hidrolisis maka kadar glukosa yang dihasilkan semakin meningkat.
- c. Semakin tinggi konsentrasi maka kadar glukosa yang dihasilkan semakin meningkat
- d. Semakin lama waktu pemanasan maka kadar glukosa yang dihasilkan semakin meningkat

DAFTAR PUSTAKA

Dewan Energi Nasional. 2016. *Outlook Energi Indonesia*.

Lin, Y., & Tanaka, S. (2006). *Ethanol Fermentation from Biomass Resources: Current State And Prospects. Applied Microbiology and Biotechnology*, 69(6), 627–642.

Mohd Azhar, S. H., Abdulla, R., Jambo, S. A., Marbawi, H., Gansau, J. A., Mohd Faik, A. A., & Rodrigues, K. F. (2017). *Yeasts in Sustainable Bioethanol production: A review. Biochemistry and Biophysics Reports*, 10(February), 52–61.

Seftian, D., Antonius, F., & Faizal, M. (2012). *Pembuatan Etanol Dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatis dan Fermentasi. Jurnal Teknik Kimia*, 18(1), 10–16.

Setiawan, A., Fuadi, A.M., Harismah, K. 2015. *Pengaruh Suhu Dan PH Terhadap Banyaknya Yield (Kadar Glukosa Yang Dihasilkan) Pada Proses Hidrolisis Enzimatis Dari Limbah Kertas*

Yáñez, R., Alonso, J. L., & Parajó, J. C. (2004). *Production of Hemicellulosic Sugars And Glucose from Residual Corrugated Cardboard. Process Biochemistry*, 39(11), 1543–1551