

HIDROLISIS ENZIMATIS SAMPAH BUAH-BUAHAN MENJADI GLUKOSA SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL

Rima Nurul Hidayati, Parsiah Qudsi, Doni Rahmat Wicakso*)

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

*E-mail: doni_tkugm@yahoo.com

Abstrak- Sampah buah-buahan merupakan bahan baku yang sangat berpotensi untuk produksi bioetanol karena mengandung gula dan pati. Ada tiga tahap dalam proses pembuatan bioetanol yaitu hidrolisis, fermentasi, dan pemurnian. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses hidrolisis enzimatis dari sampah buah dalam rangka produksi bioetanol, mempelajari pengaruh suhu pada kinerja enzim alpha amilase terhadap kadar gula yang dihasilkan dari hidrolisis enzimatis, dan mempelajari pengaruh penambahan enzim gluco amilase terhadap kadar gula yang dihasilkan dari hidrolisis enzimatis. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap. Pertama, analisis bahan baku yaitu menghitung kadar airnya dengan memanaskan sampel menggunakan oven pada suhu 100°C selama 1 jam berulang-ulang sampai beratnya konstan kemudian menganalisis kadar pati yang terkandung dalam sampah buah-buahan dengan metode Luff Schoorl. Kedua, menghidrolisis 60 g sampah buah dan 1 mL enzim alpha amilase dalam 400 mL air selama 1 jam selanjutnya proses scharifikasi pada suhu 55°C selama ½ jam. Ketiga, menganalisis kadar gula hasil hidrolisis dengan cara menitrasi terhadap fehling A dan B yang sudah distandarisasi sebelumnya sampai terbentuk endapan merah bata. Proses hidrolisis enzimatis pada sampah buah-buahan dilakukan dengan dua langkah yaitu proses gelatinasi dan proses sakarifikasi. Pada proses gelatinasi, enzim alpha amilase bekerja maksimal pada suhu 95°C. Hidrolisis enzimatis dari 60 g sampah buah-buahan, 400 mL aquadest, 1 mL alpha amilase pada suhu 95°C menghasilkan konsentrasi gula optimum dengan penambahan 6 mL gluco amilase pada suhu 55°C.

Kata kunci : alpha amilase, gluco amilase, suhu.

Abstract- Fruits garbage is very potential raw material to produce bioethanol because containing sugar and starch. There is three step in bioethanol making process, first hydrolysis, then fermentation and the last purification. The research objective was to learn enzymatic hydrolysis process from fruits garbage in order to bioethanol production, learning the temperature influence to alpha amylase enzyme performance toward sugar rate yielded from enzymatic hydrolysis and learning influence gluco amylase enzyme addition toward sugar rate yielded from enzymatic hydrolysis. The research was run with some step. First, analysis the raw material that was calculating its water contents by heating the sample used oven at temperature 100°C during 1 hour, then repeating until weight constant, then analysing the starch rate which contain in fruits garbage by luff schoorl method. Second, hydrolysing 60 g of fruits garbage and 1 mL of alpha amylase enzyme in 400 mL aquadest during 1 hour, then scharification process at temperatur 55°C during ½ hour. Third analysing sugar rate from hydrolysis yielded with titration method toward fehling A and B which has been standaritation, till formed a sorrel sediment. Enzymatic hydrolysis process from fruits garbage was run with two step, there is gelatination process and sacarification process. In gelatination process, alpha amylase enzyme is work maximal at temperature 95°C. Enzymatic hydrolysis from 60 g of fruits garbage, 400 mL of aquadest, 1 mL of alpha amylase at temperature 95°C yielding optimum sugar rate by addition 6 mL of gluco amylase at temperature 55°C.

Keywords: alpha amylase, gluco amylase, temperature.

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu permasalahan utama dunia pada abad ke-21. Sampai saat ini bahan bakar minyak (BBM) masih menjadi konsumsi utama dalam sektor industri maupun otomotif. Kebutuhan akan komoditas ini pada masa mendatang diperkirakan mengalami peningkatan yang signifikan dengan meningkatnya

proses produksi dunia. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya krisis energi. Seiring dengan menipisnya cadangan sumber bahan bakar fosil (*unrenewable energy*), harga BBM dunia semakin meningkat. Oleh karena itu, pemakaian bahan bakar alternatif dari sumber daya alam terbarukan seperti bioetanol menjadi salah satu pilihan yang diharapkan dapat dikembangkan

untuk memenuhi permintaan kebutuhan bahan bakar yang terus meningkat.

Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar memiliki prospek yang bagus karena bersifat multiguna diantaranya sebagai peningkat angka oktan, meningkatkan efisiensi pembakaran, dan sebagai sumber oksigen untuk pembakaran yang lebih bersih. Selain itu, bioetanol ramah lingkungan dalam mengurangi dampak *global warming* karena emisi gas buangnya rendah kadar karbon monoksida, nitrogen oksida, dan gas-gas rumah kaca yang menjadi polutan. Bioetanol juga mudah terurai dan aman karena tak mencemari air. Dengan kreativitas dan penemuan yang inventif diharapkan dapat mencari bahan baku yang lebih efisien. Salah satunya dengan memanfaatkan bahan baku yang tidak berfungsi sebagai bahan pangan yaitu sampah kota.

Produksi sampah kota kuantitasnya per hari sangat banyak sehingga mengganggu sanitasi kota, keindahan kota, dan menimbulkan polusi udara. Di Banjarbaru, Kalimantan Selatan, sampah yang terangkut dalam satu hari bisa mencapai $\pm 158 \text{ m}^3/\text{hari}$ (Dinas Kebersihan, 2009). Sampah kota sebagian besar didominasi oleh sampah buah-buahan (Kambu, 2008). Sampah tersebut umumnya terdiri dari sampah buah pisang, nenas, pepaya, nangka, dan mangga. Sampah buah-buahan merupakan bahan baku yang sangat berpotensi untuk produksi bioetanol sebab buah-buahan mengandung gula dan pati. Pengolahan sampah buah-buahan menjadi bioetanol adalah memanfaatkan bahan yang tidak berharga menjadi barang yang bermanfaat dan bernilai ekonomi.

Umumnya metode pembuangan sampah dilakukan dengan teknik penimbunan. Tujuan utama penimbunan sampah adalah untuk mengkonversi sampah menjadi tanah dan merubahnya kedalam siklus metabolisme alam. Ditinjau dari segi teknis, proses ini merupakan pengisian tanah dengan menggunakan sampah.

Tabel 1. Klasifikasi fraksi berdasarkan berat (%)

Fraksi	Jenis	% Berat Sampah
I	Sayuran dan buah-buahan	35,59
II	Sabut kelapa, rotan	1,04
III	Kulit kacang, daun pisan, jerami, kulit durian, tempurung	25,91
IV	Bambu, tandan pisang, tebu, cemara	7,85
V	Ampas gergaji, koran, kertas, rumput, kapas (buji, bungkus), daun salak, daun nenas, jagung, kayu	29,60

(Sumber: Kambu, 2008)

Dari **Tabel 1** bisa dilihat bahwa sampah sayuran dan buah-buahan memiliki persentase yang paling tinggi. Senyawa gula dalam buah-buahan biasanya berupa campuran glukosa dan fruktosa. Buah-buahan juga mengandung berbagai asam organik, terutama asam sirat, malat, dan tartat. Asam ini berperan pada rasa masam buah muda. Selama pemeraman, konsentrasi asam tersebut akan turun, sedang konsentrasi gula naik (Gaman & Sherrington, 1994). Karena buah-buahan mengandung karbohidrat, glukosa, dan fruktosa maka buah-buahan sangat berpotensi untuk menjadi bahan baku bioetanol.

Bioetanol adalah etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) yang diproduksi dari bahan baku berupa biomassa yang mengandung komponen pati, gula, atau selulosa, dan juga dari limbah biomassa. Bioetanol diproduksi dengan teknologi biokimia melalui proses hidrolisis dan fermentasi bahan baku, kemudian etanol yang dihasilkan dipisahkan kandungan airnya dengan proses distilasi dan dehidrasi (Pertamina, 2007).

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat hidrolisis, cawan porselin, gelas ukur, erlenmeyer, buret, statif dan klem, pipet tetes, pipet volum, pipet gondok, kondensor, pemanas listrik, batu didih, labu ukur, neraca analitik, pemanas, pisau, kertas saring, *oven*, eksikator, penjepit, corong, termometer, *stopwatch*, pengaduk, dan *blender*.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Sampah buah-buahan.

Sampah buah-buahan berasal dari pasar Kota Banjarbaru. Sampah buah-buahan tersebut terdiri dari pisang, mangga, pepaya, kedondong, nangka, jambu air, sawo, nenas, belimbing, dan sirsak. Bagian dari sampah buah-buahan yang dipakai termasuk daging, kulit, dan bijinya.

2. Bahan-bahan kimia.

HCl, NaOH, kertas lakmus, CH_3COOH , indikator fenolftalein (pp), KI, H_2SO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, indikator amilum, Na_2CO_3 , asam sitrat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, alpha amilase, glukosa amilase, fehling A, fehling B, glukosa monohidrat, *methyl blue*, dan *aquadest*.

Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku dilakukan dengan memotong kecil-kecil sampah buah-buahan untuk mempermudah proses pengeringan berlangsung. Proses pengeringan dilakukan agar bahan baku

dapat lebih awet, karena pengeringan dapat menghentikan kegiatan bakteri. Setelah dijemur di bawah sinar matahari sampai kering, bahan baku dihaluskan menjadi serbuk. Sampah buah yang berupa serbuk ini dimaksudkan memperkecil ukuran partikel material selulosa untuk memecah susunan patinya saat hidrolisis agar bisa berinteraksi dengan air secara baik.

Proses Hidrolisis

Proses hidrolisis ini diawali dengan memasukkan sampah buah-buahan yang sudah dikeringkan dan dihaluskan ke dalam labu leher tiga serta menambahkan *aquadest* dan enzim alpha amilase, memanaskan campuran tersebut sampai suhu 95°C selama 1 jam. Kemudian mendinginkan sampai suhu 55°C dan menambahkan enzim glukosa amilase, proses ini berlangsung selama 30 menit. Setelah itu mematikan pemanas dan mendinginkan hasil hidrolisis dan menyaringnya. Filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis kandungan glukosanya.

Analisis Hasil Hidrolisis

Analisis diawali dengan mengambil 10 mL sampel dengan pipet volum dan mengencerkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian memasukkan larutan yang sudah diencerkan ke dalam buret 50 mL. Mengambil fehling A dan fehling B (yang sudah distandarisasi) masing-masing sebanyak 5 mL dan memasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL serta menambahkan 5 mL *aquadest*. Larutan tersebut dipanaskan sampai mendidih, kemudian menambahkan indikator *methyl blue* dan menitrasi dalam keadaan tetap mendidih dengan larutan sampel. Titrasi dihentikan sampai terdapatnya endapan merah bata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

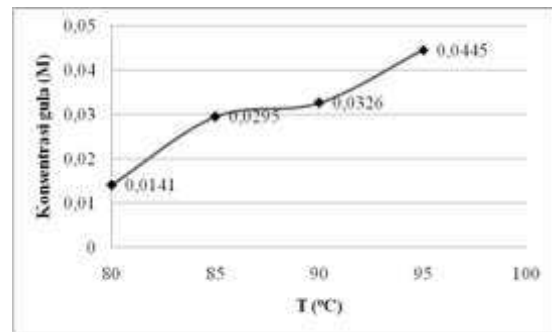
Pengujian kadar pati dalam sampel dilakukan dengan metode *Luff Schoorl*. Analisis pati dengan menggunakan larutan *Luff Schoorl* sesuai dengan SNI 3729:2008, dimana perhitungan dilakukan dengan mengetahui selisih antara titrasi blanko dan titrasi sampel. Kadar pati dalam sampah buah-buahan cukup tinggi karena buah-buahan mengandung campuran glukosa dan fruktosa. Dari hasil analisis bahan baku dapat diketahui sifat-sifat fisis dari bahan baku tersebut pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Sifat-sifat fisis sampah buah-buahan

No.	Parameter	Hasil Analisis
1	Diameter partikel	2 mm – 250 micron
2	Kadar air	10,8378 %
3	Kadar pati	40,302 %

Pada tahap hidrolisis, pati dikonversi menjadi gula melalui proses *gelatination* dengan penambahan *aquadest*, enzim, dan panas serta proses pemecahan menjadi gula kompleks menjadi gula sederhana (*Sacharification*). Pengadukan larutan dengan kecepatan 500 rpm. Pengadukan ini penting karena akan meningkatkan difusi sehingga meningkatkan transfer material dari permukaan partikel ke *bulk solution*. Penelitian ini menggunakan dua variasi yaitu variasi suhu reaksi pada proses gelatinasi dan variasi jumlah glukosa amilase.

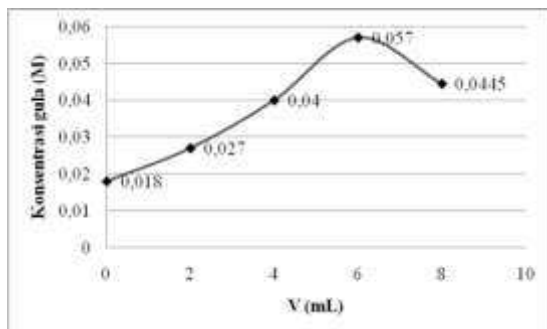
Variasi Suhu Reaksi pada Proses Gelatinasi



Gambar 1. Hubungan antara konsentrasi gula terhadap suhu reaksi pada proses gelatinasi (60 g sampah buah, 400 mL *aquadest*, 1 mL alpha amilase dan 8 mL glukosa amilase).

Dari **Gambar 1** dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu reaksi pada proses gelatinasi maka konsentrasi gula yang dihasilkan juga semakin besar, yaitu pada suhu 95°C menghasilkan konsentrasi gula sebesar yaitu 0,0445 M. Hal ini terjadi karena pada suhu 95°C aktifitas enzim alpha amilase merupakan yang paling tinggi, sehingga *yeast* cepat aktif. Suhu hidrolisis berhubungan dengan laju reaksi. Meningkatnya suhu maka hidrolisis akan berlangsung lebih cepat. Hal ini disebabkan konstanta laju reaksi meningkat dengan meningkatnya suhu operasi. Akan tetapi pada hidrolisis enzimatis jika melewati suhu optimum dari *yeast*, justru menghambat hidrolisis karena pada suhu tersebut enzim telah rusak. Dari hasil penelitian pada suhu 80°C konsentrasi gula yang dihasilkan 0,0141 M paling kecil. Hal ini disebabkan karena enzim belum bekerja secara optimum sebagai katalisator reaksi hidrolisis.

Variasi Jumlah Enzim Gluko Amilase



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi gula terhadap volume enzim gluko amilase (60 g sampah buah, 400 mL *aquadest*, 1 mL alpha amilase pada suhu 95°C)

Dari **Gambar 2** dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah enzim gluko amilase yang ditambahkan maka semakin tinggi juga konsentrasi gula yang didapat. Konsentrasi gula yang paling tinggi terdapat pada penambahan 6 mL gluko amilase, yaitu sebesar 0,0570 M. Penambahan 6 mL gluko amilase tersebut merupakan perlakuan yang optimum, karena konsentrasi gula yang didapat lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Bisa dikatakan dari perbandingan reaktan 60 g sampah buah dan 400 mL *aquadest* untuk menghasilkan konsentrasi gula yang tinggi dibutuhkan 6 mL enzim gluko amilase. Sedangkan pada penambahan 8 mL gluko amilase konsentrasi gula menurun (0,0445 M), ini disebabkan kerja enzim mengalami penurunan karena sudah melampaui batas optimum kerja enzim tersebut pada komposisi reaktan yang sama.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Proses hidrolisis enzimatis menggunakan 60 g sampah buah-buahan dalam 400 mL *aquadest* dilakukan dengan proses gelatinasi dan proses sakarifikasi. Proses gelatinasi dilakukan dengan 1 mL enzim alpha amilase pada suhu 80-90°C, sedangkan sakarifikasi dengan menambahkan 0-8 mL enzim gluko amilase pada suhu 55°C.
2. Semakin tinggi suhu reaksi pada proses gelatinasi maka konsentrasi gula yang

dihasilkan juga semakin besar. Enzim alpha amilase pada proses ini bekerja maksimal pada suhu 95°C dengan konsentrasi gula sebesar 0,0445 M.

3. Semakin banyak jumlah enzim gluko amilase yang ditambahkan maka semakin tinggi juga konsentrasi gula yang didapat. Konsentrasi gula yang paling tinggi pada penambahan 6 mL gluko amilase, yaitu sebesar 0,0570 M.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Kebersihan, Pertamanan, dan Tata Ruang. 2009. Kalimantan Selatan: Pemerintah Kota Banjarbaru.
- Gaman, P. M, dan K. B. Sherrington. 1994. Ilmu Pangan (Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Hambali, Erliza, dkk. 2007. Teknologi Bioenergi. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Harwati, Usa, dkk. 1997. Biologi Untuk SMA. Jakarta: Fajar Agung.
- Kambu, O. J. 2008. Studi Karakterisasi Sampah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai Alternatif Bahan Baku dalam Produksi Etanol. Tesis S-2 Program Pasca Sarjana Teknik Kimia. Universitas Gadjah Mada.
- Nurdyastuti, I. 2005. Teknologi Proses Produksi Bioethanol. Prospek Pengembangan Bio-Fuel sebagai substitusi Bahan Bakar Minyak.
http://www.geocities.com/markal_bppt/publish/biofbm/biindy.pdf
- Pertamina. 2007. Biogasoline. Etanol & Bioetanol.
http://www.pertamina.com/index.php?option=com_content&task=view.id=3026&itemid=340
- Retno D. E, Enny Kriswiyanti A, dan Adrian Nur, 2008, Bioetanol Fuel Grade Dari Tepung Talas (*Colocasia Esculenta*).
<http://www.balitbangjateng.go.id/kegiatanru/d20086-ethanol%20fuel%20grade.pdf>
- Satuedi. 2009. Komposting Takakura.
http://komposisi_sampah_130809/imgres_files/journal.htm.
- Suhardjo. 1985. Pangan, Gizi dan Pertanian. Jakarta: Universitas Indonesia (U I Press).