
PEMBUATAN GLUKOSA SECARA ENZIMATIK DARI BAHAN BAKU PATI SAGU

Saraswati, Ida Rosidah, Deavy Yuli Hapsari
Jurusan Teknik Kimia FTI ITS
Kampus ITS, Keputih Sukolilo Surabaya 60111
Telp. : (031)5946240, fax. : (031)5999282
Email : saraswati_tkits@yahoo.com

Naskah diterima 21 Mei , dinilai 22 Mei, dan disetujui 26 Agustus 2004

Abstrak

Sagu (Metroxylon. sp) merupakan sumber pati yang cukup potensial di Indonesia, pada dasarnya belum di manfaatkan secara optimal. Penggunaan tepung sagu sejauh ini untuk bahan makanan atau campuran tepung terigu dalam pembuatan makanan. Kandungan pati yang cukup tinggi dalam sagu memungkinkan untuk produksi sirup glukosa. Penelitian ini dilakukan dengan menghidrolisa pati sagu menjadi glukosa dengan mempergunakan enzim. Hidrolisa enzim terdiri dari dua tahap yaitu proses liquifikasi dengan enzim -amilase dan proses sakarifikasi dengan enzim glukoamilase. Variabel pada penelitian ini adalah konsentrasi pati (25% DS; 30% DS; dan 35% DS), konsentrasi enzim -amilase (0.5; 1.5; 2.0 ml/kg DS), konsentrasi glukoamilase (1.0; 1.5; 2.0; ml/kg DS), dan waktu sakarifikasi (48 jam, 72 jam, 96 jam). Proses liquifikasi berlangsung pada suhu 105°C selama 5 menit, kemudian dilanjutkan pada suhu 95°C hingga uji pati negatif, sedangkan proses sakarifikasi berlangsung pada suhu 60° C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konversi pati sagu yang tertinggi adalah 98.90% DE yang diperoleh dari kondisi konsentrasi pati sagu 30% DS dengan penambahan enzim -amilase 1 ml/kg DS, enzim glukoamilase 2 ml/kg DS dan waktu sakarifikasi 72 jam.

Kata Kunci : Pati Sagu, Hidrolisa, Enzim -amilase, Enzim Glukoamilase, Glukosa

Abstract

Sago (Metroxylon. sp) as a potential resources of starch, have not been optimally utilized. Up to now, sago starch is mostly used for food and for substitution of wheat starch. The high starch content of sago might be utilized for glucose syrup production. An experiment study has been carried out to convert sago starch to glucose by hydrolisis process using enzymes. The enzymatic hydrolisis consisted of liquification process using -amylase enzyme and saccharification process with glucoamylase enzyme. Variables of this experiment were starch concentration (25% DS; 30% DS; and 35% DS), -amilase concentration (0.5; 1.5; 2.0 ml/kg DS), glucoamilase concentration (1.0; 1.5; 2.0; ml/kg DS), and saccharification time (48 hours; 72 hours; 96 hours). The temperature of liquification process was 105°C for 5 minutes and continued at 95°C, while the saccharification process was 60°C. The result of the experiment showed that the highest conversion of sago starch was 98.90% DE. It was achieved by process condition of 30% DS sago starch concentration, -amilase enzyme 1ml/kg DS, glucoamylase enzyme 2 ml/kg DS and 72 hours saccharification time.

Key Words : Sago Starch, Hydrolisis, -amilase Enzyme, Glucoamylase Enzyme, Glucose

1. Pendahuluan

Pati adalah salah satu jenis polisakarida yang amat luas tersebar di alam. Pati ini disimpan sebagai cadangan makanan bagi tumbuhan didalam biji buah (padi, jagung), didalam umbi (ubi kayu, ubi jalar, garut) dan pada batang (sagu, aren). Tanaman sagu termasuk dalam keluarga *Palmae* dari genus *Metroxylon*. Potensi tanaman sagu di Indonesia sangat besar, khususnya di Indonesia bagian timur. Tanaman sagu terutama terdapat di Irian Jaya (980.000 ha), Maluku (30.000 ha), Sulawesi Selatan (30.000 ha) dan Riau (32.000 ha). Penggunaan pati sagu sejauh ini untuk bahan pangan tradisional atau campuran tepung terigu dalam pembuatan kue yang umumnya diproduksi dalam skala industri kecil. Kandungan pati yang cukup tinggi dalam tepung sagu memungkinkan sagu dipergunakan sebagai bahan baku untuk produksi glukosa, high fructose syrup, sorbitol dan lain lain. Sagu kering yang ada dipasaran, pada umumnya kandungan patinya diatas 80% (Syarat mutu tepung sagu menurut SII .0231-79 adalah kadar pati minimum 80%, serat kasar maksimum 0.5%, abu maksimum 1.5%, air maksimum 14% dan tidak mengandung logam berbahaya). Pemakaian glukosa dalam negeri, peningkatannya tiap tahun rata rata sebesar 7.7%. Produksi glukosa selama ini menggunakan tapioka sebagai bahan bakunya. Pembuatan glukosa dari bahan baku pati, dapat dilakukan dengan proses hidrolisa menggunakan katalis asam, enzim atau kombinasi asam enzim. Dalam penelitian ini hidrolisa dilakukan dengan menggunakan katalis enzim. Hidrolisa enzimatis mempunyai keunggulan antara lain lebih ramah lingkungan.

Penelitian-penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai rujukan antara lain sebagai berikut : Poulsen (1980) melakukan penelitian dengan bahan tapioka, dimana enzim yang digunakan adalah Termamyl 0.75 ml/kg DS dan AMG (glukoamilase) 1.6 ml/kg DS dengan hasil 95% DE. Saraswati (1981) meneliti ubi kayu basah yang diparut dengan Termamyl 0.75 ml/kg DS dan AMG 1.6 ml/kg DS dengan hasil 81% DE. Terhadap pati garut juga telah dilakukan penelitian oleh Saraswati (2002) dengan menggunakan Termamyl 1 ml/kg DS dan optimax (glukoamilase) 1 ml/kg DS dengan hasil 94.53% DE. Kg DS dimaksudkan adalah *dry substance* yaitu kg berat pati kering, sedang DE adalah *dextrose equivalent* yang didefinisikan sebagai gula reduksi yang dinyatakan sebagai dextrose dan dihitung dengan persentase dari pati kering.

Penelitian-penelitian tersebut dapat dipakai sebagai rujukan karena sama-sama menggunakan

bahan baku pati dan katalisator enzim. Namun demikian ada beberapa permasalahannya yang sangat berpengaruh terhadap hidrolisa pati yaitu konsentrasi pati,, konsentrasi enzim, waktu hidrolisa, suhu, dan pH.

Faktor faktor yang berpengaruh tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Konsentrasi Pati

Kadar pati yang digunakan pada umumnya berkisar antara 30- 40% atas dasar pati kering (NOVO, 1981). Dengan konsentrasi enzim yang tetap, pada konsentrasi pati yang rendah, kecepatan pati linier terhadap substrat dan reaksinya mengikuti reaksi orde I. Pada konsentrasi substrat yang makin tinggi, kecepatan reaksi makin besar dan akan mendekati harga yang konstan kecepatan maksimum tidak tergantung pada konsentrasi substrat. Pada kondisi ini kecepatan reaksi mengikuti reaksi orde nol (Doran, 1995).

2. Konsentrasi Enzim

Menurut Reed (1975), pada kebanyakan reaksi enzimatis, kecepatan reaksinya proporsional dengan konsentrasi enzim, paling tidak pada awal reaksi. Pada umumnya hal ini terjadi apabila substrat yang dikonversi oleh enzim belum mencapai 10-20% substrat.

3. Waktu Hidrolisa

Jumlah enzim glukoamilase yang dipergunakan akan menentukan waktu yang diperlukan untuk reaksi sakarifikasi. Dosis enzim AMG 1.25-1.5 l/ton pati memerlukan waktu antara 48 - 72 jam. Apabila reaksi sakarifikasi masih diteruskan setelah DE yang tertinggi telah tercapai, maka DE akan menurun. Efek ini disebabkan karena *resynthesis* maltosa dan isomaltosa dari glukosa (NOVO, 1978).

4. pH

Setiap enzim mempunyai pH optimal untuk setiap aktifitasnya. Penyimpangan dari pH tersebut menyebabkan berkurangnya aktifitas enzim, sehingga produk yang dihasilkan akan menurun. Untuk proses liquifikasi pada pH 6.0 dan pH 4-5 untuk proses sakarifikasi.

5. Suhu

Enzim memperlihatkan aktifitas optimal pada suhu tertentu. Mulai pada suhu rendah aktifitas enzim bertambah dengan naiknya suhu sampai aktifitas optimum tercapai; kenaikan suhu setelah itu mengakibatkan berkurangnya aktifitas enzim. Temperatur untuk proses liquifikasi adalah 105°C diteruskankan pada 95°C, dan proses sakarifikasi adalah 60°C.

Tujuan penelitian ini selain memanfaatkan pati sagu sebagai alternatif pembuatan sirup glukosa adalah mengetahui pengaruh konsentrasi pati yang ditambahkan terhadap kadar sirup glukosa yang dihasilkan.

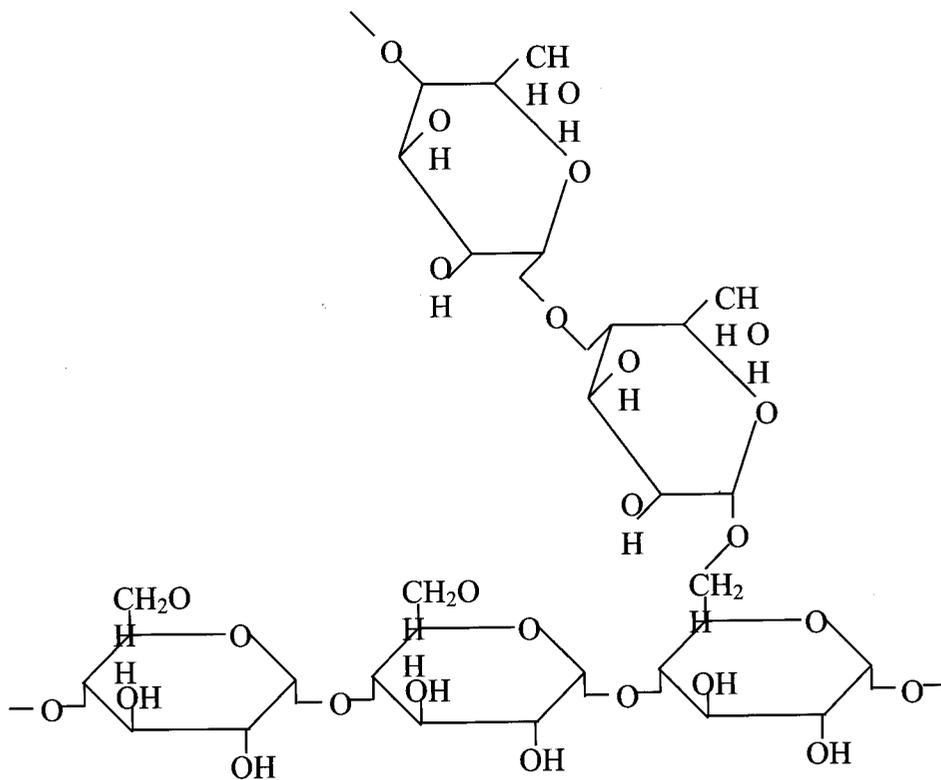
Untuk itu ruang lingkup kajian dalam penelitian ini meliputi konsentrasi pati dan konsentrasi enzim.

Gambaran hasil yang diperlukan dalam penelitian ini adalah komposisi awal pati sagu, konversi pati pada berbagai variabel konsentrasi

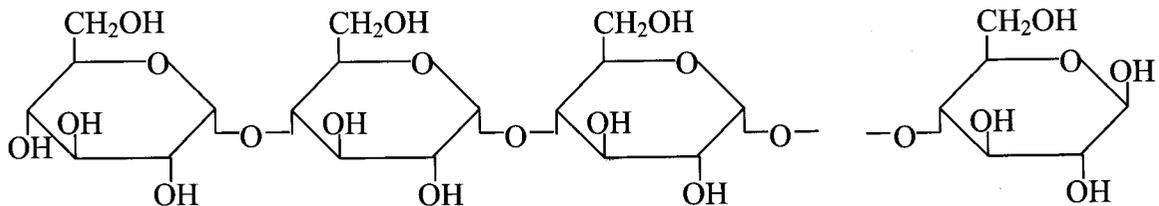
pati dan konsentrasi enzim.

2. Fundamental

Pati ($C_6H_{10}O_5$) merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan -glukosidik. Sifat pati sangat beragam, tergantung dari panjang rantainya. Pati terdiri dari amilosa dan amilopektin. Struktur kimia amilosa dan amilopektin, masing-masing disajikan pada gambar 1 dan 2. Amilosa merupakan polimer glukosa terdiri dari rantai unit D-glukosa yang



Gambar 1. Struktur Kimiawi Amilopektin



Gambar 2. Struktur Kimia Amilosa.

panjang dan tidak bercabang, yang digabungkan oleh ikatan -(1,4). Sedangkan amilopektin juga merupakan reaksi urut D-glukosa yang panjang

tetapi bercabang; untuk glukosa pada reaksi lurus digabungkan oleh ikatan -(1,4) sedang pada percabangan oleh ikatan -(1,6). Perbandingan

jumlah amilosa dan amilopektin berbeda-beda setiap jenis pati dan ini akan mempengaruhi sifat-sifat pati itu sendiri. Ratio amilose/amilopektin untuk sagu adalah 27/73. Granula (butir-butir) pati tidak larut dalam air dingin, tetapi kalau suspensi pati dipanaskan, akan tampak fenomena menarik dimana akan terjadi perubahan secara fisik. Kenampakan granula tidak berubah sampai tercapai temperatur kritis. Pada temperatur ini sebagian granula pati akan membengkak. Kalau temperatur dinaikkan beberapa derajat maka seluruh granula pati akan membengkak sehingga larutan menjadi kental seperti gel. Pembengkakan granula disebabkan oleh penetrasi air dan akibatnya terjadi hidrasi dari molekul pati. Pada akhir gelatinasi, viskositas dari campuran pati air ini akan tinggi karena efek dari granula pati yang membengkak seperti balon. Apabila pasta ini dipanaskan terus (160°C) atau diaduk kuat-kuat, maka struktur yang seperti balon tadi akan *collapse* dan pasta akan menjadi encer.

Untuk memecah atau merusak dinding granula pati seperti diuraikan diatas memerlukan energi yang tinggi. Untuk menghemat energi, pemecahan dinding tersebut dapat dilakukan oleh asam atau enzim. Kalau asam yang digunakan maka energi masih tetap tinggi, % DE yang diperoleh adalah 55%, kalau diatas 55% terjadi reaksi samping. Reaksi yang terjadi adalah :

a. Reaksi utama



b. Reaksi samping



Jika enzim yang digunakan, maka yang diperlukan adalah enzim -amilase dan glukamilase. -amilase akan memutus ikatan -1,4 glukosidik secara acak baik pada amilosa maupun amilopektin pada rantai lurus. Enzim -amilase tidak dapat memecah ikatan pati secara sempurna, sehingga selama proses ini (liquifikasi proses) dihasilkan dekstrin dengan rantai sepanjang 6-10 unit glukosa. Enzim -amilase optimum pada suhu 95°C, konsentrasi Ca^{++} 20-80 ppm dan pH 6-6.5.

Pada proses berikutnya (proses sakarifikasi) digunakan enzim glukamilase yang akan memecah ikatan -1,4 dan -1,6 glikosidik sehingga dihasilkan glukosa tunggal. Konsentrasi substrat berpengaruh pada kecepatan reaksi enzimatik. Efek dari konsentrasi substrat pada kecepatan awal dari reaksi amat penting dimana kecepatan tersebut merupakan fungsi dari konsentrasi substrat. Sebelum terjadi hidrolisa,

maka enzim dan substrat bergabung terlebih dahulu membentuk kompleks. Pada kadar substrat yang rendah tidak semua enzim dapat mengikat substrat sehingga banyaknya substrat, yang diubah persatuan waktu oleh enzim juga rendah. Bila konsentrasi substrat dinaikan, makin banyak enzim yang dapat bergabung, maka kecepatan reaksinya menjadi naik. Demikian berlangsung seterusnya sampai tercapai kecepatan maksimum, berarti semua enzim yang berada dalam sistem tersebut telah mengikat substrat atau semua enzim telah dijenuhi oleh substrat.

Konsentrasi substrat yang terlalu tinggi dan enzim yang terlalu rendah akan menyebabkan larutan selama proses gelatinasi amat kental dan sukar diaduk. Kondisi optimum untuk enzim glukamilase terjadi pada suhu 60°C dan pH 4-4,5. Aktifitas enzim tergantung pada suhu dan pH. Jika -amilase pada suhu kamar dinaikkan suhunya, maka aktifitas enzim -amilase tersebut akan meningkat terus sampai suhunya mencapai 95°C. Jika pemanasan diteruskan pada suhu yang lebih tinggi dari 95 °C akan terjadi penurunan aktifitas. pH selain mempengaruhi aktifitas enzim, juga berpengaruh pada substrat, terutama untuk proses disosiasi. Karena enzim adalah protein, maka pH juga akan mempengaruhi stabilitas enzim dengan cara mengubah strukturnya bila pH substrat terlalu asam atau basa. Stabilitas pH suatu enzim sering dipengaruhi oleh hilangnya cofactor. Enzim -amilase stabil karena ada ion Ca^{++} . Pada pH 7-11, enzim akan kehilangan ion Ca^{++} sehingga enzim tidak stabil.

3. Metodologi Penelitian

Untuk penyelesaian masalah dilakukan melalui percobaan. Pada percobaan ini digunakan proses dengan enzim. Untuk -amilase dipakai Termamyl 120L dari NOVO. Enzim ini tahan panas. Pada suhu 105°C memiliki aktifitas tinggi dan waktu paruh adalah 50 menit. Pemanasan pada suhu 105°C untuk mempermudah pembukaan granula pati sehingga mempercepat proses liquifikasi dan waktu singkat (selama 5 menit) sehingga tidak banyak enzim yang rusak. Selanjutnya didinginkan ke suhu 95°C dan dipertahankan pada suhu ini sampai pati berubah menjadi dekstrin. Kemudian suhu didinginkan sampai 60°C dan pH diatur menjadi 4-4.5 dan dipertahankan pada 60°C sampai proses sakarifikasi selesai. Enzim glukamilase yang digunakan untuk proses sakarifikasi adalah AMG 300L dari NOVO. Bahan yang digunakan untuk percobaan adalah tepung sagu, aquades, $CaCl_2$, HCl, NaOH.

Kalium Oksalat, Phenolphtalein, HCl, Na₂S, Kalium ferrosyanida, NaHCO₃, glukosa, reagensia Nelson, reagensia arsenomolibdate, larutan fuchsin.

Peralatan yang digunakan antara lain: beaker glass, Erlenmeyer, water bath, oil bath, alat titrasi, spectrophotometer dan lain- lain.

Teknik percobaan: Pertama menganalisa tepung sagu (kadar air, abu, serat kasar, lemak, protein, logam berat). Kedua membuat larutan pati sesuai variabel konsentrasi pati yang diinginkan. Ketiga menambahkan CaCl₂ kedalam larutan pati sagu sehingga kadar Ca²⁺ dalam larutan sebesar 40 ppm. NaOH ditambahkan sehingga pH larutan menjadi 6.0. Enzim Termamyl 120L ditambahkan kedalam larutan sesuai dengan variabel yang telah ditentukan sambil diaduk.

Oil bath dipanaskan sampai suhu 105°C, kemudian beaker glass yang berisi larutan pati dimasukkan kedalam oil bath dengan disertai pengadukan selama 5 menit. Suhu diturunkan sampai dengan 95°C dan proses liquifikasi dihentikan pada saat analisa pati negatif dan dianalisa % DE. Larutan hasil liquifikasi suhunya diturunkan sampai 60°C, pH diatur mencapai 4-5 dengan penambahan HCl dan enzim glucoamilase (AMG 300L) ditambahkan sesuai dengan variabel yang telah ditetapkan sambil diaduk. Selanjutnya dipanaskan pada water bath 60°C. Analisa % DE dilakukan untuk 48, 72, dan 96 jam untuk masing masing variabel. Kemudian terhadap larutan dilakukan pemucatan dengan menggunakan karbon aktif dan dilewatkan pada resin penukar ion.

Rancangan percobaan : Variabel pada proses liquifikasi adalah konsentrasi pati : 25% DS, 30% DS, dan 35% DS, dan konsentrasi enzim-amilase 0.5, 1.0 dan 1.5 ml/kg pati. Nilai % DE hasil liquifikasi yang dapat diteruskan ke proses sakarifikasi adalah antara 10-15%. Variabel pada proses sakarifikasi adalah konsentrasi glucoamilase (AMG 300L) : 1.0, 1.5 dan 2.0 ml/kg pati serta waktu sakarifikasi 48,72,dan 96 jam.

4. Hasil dan Pembahasan

Komposisi bahan baku seperti tertera dalam Tabel I. Dari tabel I tersebut terlihat bahwa kandungan patinya 87.09% dan analisa logam berbahaya atau logam berat negatif, sehingga memungkinkan pati sagu digunakan sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa melalui proses hidrolisa menggunakan katalis enzim.

Komposisi	Kandungan (%)
1. pati	87,09 %
2. impuritis :	
a. air	8,54 %
b. gula	0.171 %
c. abu	0.310 %
d. serat	0.846 %
e. lemak	0,150 %
f. protein	0.732 %
g. lain-lain	2.161 %
Total	100,000 %

*) Kandungan Ca⁺⁺ : 72,35 ppm (terkandung dalam abu)

**) Analisa logam berbahaya : negatif

Tabel II merupakan hasil liquifikasi, dengan enzim amilase (Termamyl 120 L). Proses ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi pati dan konsentrasi enzim yang optimum dan waktu liquifikasi yang dibutuhkan untuk mengonversi seluruh pati menjadi dekstrin. Pada tahap ini konsentrasi substrat dan konsentrasi enzim sangat mempengaruhi pembentukan dekstrin. Terlihat bahwa makin besar konsentrasi enzim, makin singkat waktu yang diperlukan untuk mengkonversi pati menjadi dekstrin. Makin besar konsentrasi pati ternyata makin kecil % DE yang dihasilkan.

Tabel 2. Hasil Analisa % DE setelah Proses Liquifikasi

No.	Konsentrasi enzim α-amilase	% DS	% DE	Lama Liquifikasi
1	0.5 ml/kg DS	25	14.92	50 mnt
2		30	13.63	50 mnt
3		35	13.49	50 mnt
4	1.0 ml/kg DS	25	14.98	40 mnt
5		30	13.63	40 mnt
6		35	12.17	40 mnt
7	1.5 ml/kg DS	25	14.92	30 mnt
8		30	13.63	30 mnt
9		35	13.49	30 mnt

Harga % DE yang dihasilkan dalam penelitian tahap ini berkisar antara 11.2%-

14.98%. Perhitungan % DE menggunakan metode Lane and Eynon. Kenaikan konsentrasi substrat dengan konsentrasi enzim yang sama, akan diperoleh % DE yang menurun; dimana viskositas larutan waktu proses gelatinasi makin besar sehingga sukar diaduk dan sukar menjadi homogen. Enzim -amilase pada tahap liquifikasi ini mempengaruhi jumlah dextrin yang terbentuk. Makin banyak enzim yang dipergunakan, makin besar pula kecepatan reaksinya, sehingga waktu yang diperlukan makin singkat (dari 50 menit menjadi 40 menit dan selanjutnya 30 menit). Hasil pada tahap ini dapat dilanjutkan untuk tahap proses penelitian selanjutnya, karena untuk mendapatkan hasil sirup glukosa yang baik maka pada tahap liquifikasi ini % DE pada umumnya

antara 10%-15%. Hasil hidrolisa pati pada tahap liquifikasi pHnya diturunkan menjadi 4.5 dengan penambahan HCl 0.1 N. Penurunan pH menjadi 4.5 (pH optimum untuk enzim glucoamilase) juga mengakibatkan aktifitas enzim -amilase berhenti. Setelah itu suhu diturunkan sampai suhu optimum enzim glucoamilase (60°C) dan selanjutnya ditambahkan enzim glucoamilase. Hidrolisa dengan menggunakan enzim glucoamilase bertujuan untuk mendapatkan sirup glukosa dengan kadar dan komposisi terbaik pada waktu sakarifikasi serta konsentrasi enzim yang diperoleh. Hal ini disebabkan karena terjadinya polimerisasi glukosa. Waktu yang terbaik adalah 72 jam untuk semua variabel.

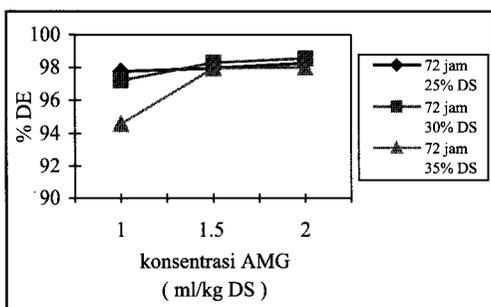
Tabel 3. Hasil Analisa % DE setelah Proses Sakarifikasi.

No.	Konsentrasi enzim α -amilase	Lama sakarifikasi	% DS	% DE untuk variable enzim Glukoamylase		
				1 ml/kg DS	1,5 ml/kg DS	2 ml/kg DS
1	0.5 ml/kg DS	48 jam	25	97.60	97.80	97.40
2			30	96.78	98.19	98.47
3			35	92.13	97.86	95.28
4		72 jam	25	97.78	97.98	98.26
5			30	97.22	98.31	98.56
6			35	94.56	97.98	98.01
7		96 jam	25	96.86	97.02	98.67
8			30	96.32	97.43	98.32
9			35	93.22	94.72	97.89
10	1.0 ml/kg DS	48 jam	25	89.32	90.32	93.35
11			30	88.06	91.45	97.90
12			35	95.64	93.15	92.69
13		72 jam	25	95.41	96.12	96.93
14			30	97.57	98.18	98.90
15			35	95.87	95.21	96.34
16		96 jam	25	97.83	97.70	97.86
17			30	95.95	94.43	91.98
18			35	95.02	94.50	91.23
19	1.5 ml/kg DS	48 jam	25	92.67	93.55	94.32
20			30	96.78	98.73	98.41
21			35	94.32	97.80	97.58
22		72 jam	25	93.03	98.32	98.48
23			30	98.05	98.19	98.40
24			35	96.22	97.90	98.14
25		96 jam	25	97.48	97.34	97.86
26			30	93.38	96.47	97.26
27			35	90.65	95.84	90.07

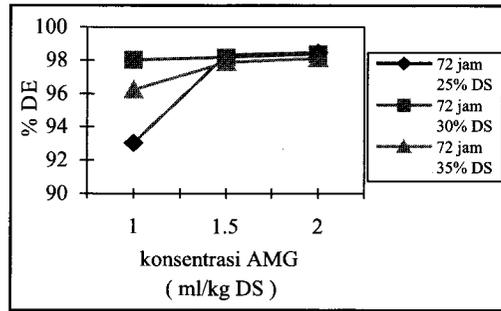
optimum, sehingga dextrin banyak yang terkonversi menjadi glukosa. dapatkan bahwa makin tinggi dosis enzim, makin besar % DE yang terjadi, sesuai dengan teori bahwa konsentrasi enzim proporsional terhadap hasil hidrolisa (untuk waktu sakarifikasi dan konsentrasi substrat yang sama).

Dapat dilihat bahwa untuk glukoamilase 1.0 ml/kg DS, dosis enzim masih terlalu rendah baik untuk waktu 48, 72 maupun 96 jam. Makin lama waktu sakarifikasi (dari 48 jam ke 72 jam) makin besar % DE yang diperoleh untuk % DS yang sama pada berbagai variabel -amilase dan konsentrasi AMG yang sama. Dari tabel III ternyata bahwa untuk waktu yang lama (96 jam) pada umumnya terjadi penurunan % DE yang diperoleh untuk % DS yang sama pada berbagai variabel -amilase dan konsentrasi AMG yang sama. Dari tabel III ternyata bahwa untuk waktu yang lama (96 jam) pada umumnya terjadi penurunan % DE yang diperoleh. Hal ini disebabkan karena terjadinya polimerisasi glukosa. Waktu yang terbaik adalah 72 jam untuk semua variabel.

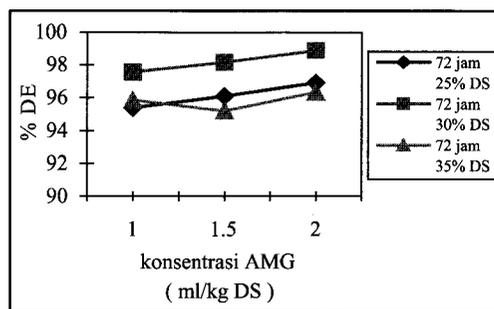
Grafik 1 s/d 3 menunjukkan hubungan antara % DE yang terbentuk setelah 72 jam sakarifikasi dengan berbagai variabel konsentrasi glukoamilase dan konsentrasi substrat. Grafik 1 menunjukkan hubungan antara konsentrasi AMG pada berbagai variabel dan % DE yang dihasilkan, dengan -amilase 0.5 ml/kg DS pada proses liquifikasi. Sedang grafik 2 dan grafik 3 masing menggunakan enzim -amilase sebesar 1.0 ml/kg DS dan 1.5 ml/kg DS untuk proses liquifikasi.



Gambar 1. Persentase DE setelah Sakarifikasi 72 Jam untuk Variabel Enzim -amilase 0.5 ml/kg DS



Gambar 2. Persentase DE Setelah Sakarifikasi 72 Jam untuk Variabel Enzim amilase 1.0 ml/kg DS



Gambar 3. Persentase DE setelah Sakarifikasi 72 Jam untuk Variabel Enzim -amilase 1.5 ml/kg DS

diperoleh pada penambahan enzim -amilase 1 ml/kg DS, konsentrasi substrat 30% DS, enzim glukoamilase 2 ml/kg DS untuk waktu sakarifikasi 72 jam yaitu sebesar 98.90% DE.

Setelah proses sakarifikasi yang menghasilkan sirup glukosa dengan kadar yang tinggi selesai, maka dilakukan pemanasan pada suhu 85 °C selama 5 menit untuk menonaktifkan enzim glukoamilase agar tidak terjadi polimerisasi glukosa. Sirup glukosa yang dihasilkan masih berwarna coklat sehingga perlu dilakukan pemucatan dengan menggunakan karbon aktif sebesar 2.5% berat larutan sirup. Kemudian dilakukan penyaringan dan selanjutnya filtrat dilewatkan resin penukar ion untuk menghilangkan kation dan anion yang ada didalam larutan glukosa sehingga dihasilkan sirup glukosa yang lebih jernih dan lebih murni.

5. Kesimpulan

Dari analisa hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pati sagu dapat dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa dengan bantuan enzim. Konversi tertinggi tercapai pada 98.90% DE, diperoleh dari konsentrasi pati sagu 30% DS dan komposisi penggunaan enzim

amilase 1.0 ml/kg pati dan enzim glukoamilase 2.0 ml/kg pati dengan waktu liquifikasi 40 menit serta waktu sakarifikasi 72 jam.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS, Que Project Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS dan semua pihak sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diseminarkan serta dipublikasikan.

Daftar Notasi

DE = Dextrose equivalent

DS = Dry Substance

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, (1981), "*Mutu dan Cara Uji Tepung Sagu*", SII 0231-79, Departemen Perindustrian.
- [2] Anonim, (1981), "*Mutu dan Cara Uji Sirup Glukosa*", SII 0418-81, Departemen Perindustrian.
- [3] Doran, P.M. (1995). *Bioprocess Engineering Principles*. Academic Press Limited. Hal. 269-270.
- [4] Knight, J.W. (1969). *The Starch Industry*. Edisi 1, Pergamon Press, hal. 1-30.
- [5] NOVO Enzyme (1978). "*Novo Enzymes in the Starch Industry*". Novo Brochure B.176 a GB3000. Hal. 14.
- [6] NOVO enzyme information (1981). "*Novo Enzymes in the Production of Ethanol from Starch Containing Crops*". Novo Brochure IB-238c-GB. Hal. 25.
- [7] Poulsen, P.B. (1980). Raw Material which can be used for Alcohol Production and Technical details of starch conversion. NOVO Brochure A-05732.
- [8] Reed, G. (1975). *Enzymes in Food Processing*. 2nd Ed. Academic Press. Hal. 17-19.
- [9] Saraswati (1981). The fiber's effect in the efficiency of saccharification and fermentation in production ethanol from starch. Symposium BPPT & NOVO INDUSTRIA/S.
- [10] Saraswati dan Samad, M.Y. (1992). Peranan Pemanfaatan Teknologi Dalam Pengembangan Sagu. Prosiding Simposium Sagu Nasional. Hal. 23-37.
- [11] Saraswati, Budiono, A. dan Luhur Eko (2002). Hidrolisa Pati Garut secara Enzimatik Untuk Pembuatan Sirup Glukosa. Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri, hal. 235-238.
- [12] Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhadi, (1997), "*Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*", edisi 4, Liberty Yogyakarta, hal. 31-33.
- [13] Wang, D.I.C., Cooney, C.L., Demain, A.L., Dunnill, P., Humphrey, A.E and M.D. Lilly. (1979). *Fermentation and Enzyme Technology*. John Wiley & Sons Inc. New York., hal. 356-359.