

YELLOW SWEET POTATO STARCH HYDROLYSIS INTO GLUCOSE ENZYMATICALLY

Sri Risnoyatiningih

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya
email : sri_risno@yahoo.com

ABSTRACT

Glucose is a monosaccharide found in many fruits, and plants obtained through a process using enzyme hydrolysis of starch saccharide. Sweet potato starch Hydrolysis run with three neck flask equipped with a stirrer. In Liquefikasi stage, three-neck flask is inserted into the starch solution which has been set temperature and the pH was added HCl and in the heat, then added α -amylase enzyme in a certain time. Saccharification second stage, where the results liquification cooled, set the temperature and pH on certain conditions. Then added enzyme giukoamilase by volume according to the specified variable, and incubated at a given time. At a certain time interval was taken a few examples of the analyzed samples will be analyzed glucose levels Process behavior observed in this study were changes in temperature, hydrolysis time and the addition of enzymes, the best hydrolysis results obtained at 60 ° C, pH 4.5 and the addition of 0.7 ml of glucoamylase and time hydrolysis 5 days with glucose levels reaching 5 , 65% and conversion yield of 66.8% and 22.59%.

Key words: Sweet Potato Starch, Liquefikasi, saccharifictsiion, glucose, α -amylase enzyme

PENDAHULUAN

Tanaman ubi jalar merupakan tanaman yang mudah pemeliharannya, tahan terhadap kekeringan, murah biaya perawatannya, tidak mengherankan kalau disukai banyak petani, terutama diusahakan sebagai tanaman palawija, sebagai tanaman gilir setelah padi.

Selama ini masyarakat menganggap ubi jalar merupakan bahan pangan dalam situasi darurat (kurang makan), bahkan disebut sebagai makanan kelas bawah. Padahal potensi ekonomi dan sosial ubi jalar cukup tinggi dan juga sudah dikenal pada taraf internasional, seperti di Amerika Serikat atau negara-negara maju lain, ubi jalar dijadikan makanan mewah dan bahan aneka industri, seperti industri fermentasi, tekstil, lem, kosmetik, farmasi dan sirup.

Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi manusia selain protein dan lemak. Karbohidrat yang mempunyai rumus empiris $(CH_2O)_n$ ini juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain.

Sedangkan dalam tubuh, karbohidrat berguna untuk mencegah timbulnya pemecahan pemecahan protein tubuh yang berlebihan, kehilangan mineral dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein.

Di alam, karbohidrat dibentuk dari reaksi CO_2 dan H_2O dengan bantuan sinar matahari melalui proses fotosintesis dalam sel tanaman yang berklorofil. Sebagian besar bahan-bahan nabati yang merupakan sumber karbohidrat diperoleh dari serelia, umbi-umbian, dan batang tanaman misalnya sagu. Sumber karbohidrat yang merupakan bahan makanan pokok di berbagai daerah di Indonesia adalah biji-bijian, khususnya beras dan jagung.

Pada umumnya karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu :

a. Monosakarida

Merupakan suatu molekul yang terdiri dari 5 atau 6 atom C. Monosakarida yang mengandung satu gugus aldehida disebut aldosa, sedangkan ketosa mempunyai satu gugus keton. Monosakarida dengan 6 atom C disebut heksosa, misal(dekstrosa atau gula anggur), fruktosa (levulosa atau gula buah), dan galaktosa. Sedangkan yang

mempunyai 5 atom C disebut pentosa, misal xilosa, arabinosa, dan ribosa.

- b. **Oligosakarida**
Merupakan polimer dari 2-10 monosakarida. Biasanya bersifat larut dalam air. Oligosakarida yang terdiri dari 2 molekul monosakarida disebut disakarida. Contoh paling umum dari disakarida adalah sukrosa. Oligosakarida dapat diperoleh dari hasil hidrolisis dari hasil hidrolisis polisakarida dengan bantuan enzim tertentu atau hidrolisis dengan asam.
- c. **Polisakarida**
Disusun oleh banyak sekali molekul-molekul monisakarida. Polisakarida dalam bahasa makanan berfungsi sebagai penguat tekstur (selulosa, hemiselulosa, pektin, dan lignin) dan sebagai sumber energi (pati, glikogen, fruktan). Polisakarida merupakan molekul-molekul monosakarida yang dapat berantai lurus atau bercabang dan dapat dihidrolisis dengan enzim-enzim yang spesifik keryanya. (winarno, 1984)

Tabel 1. Kandungan Gizi Dalam Tiap 100 gram Daun dan Ubi Jalar Segar

No	Kandungan Gizi	Ubi Putih	Ubi Merah	Ubi Kuning	Daun
1	Kalori (kal)	123,00	123,00	136,00	47,00
2	Protein (g)	1,80	1,80	1,10	2,80
3	Karbohidrat (g)	27,90	27,90	32,30	10,40
4	Lemak (g)	0,27	0,27	0,40	0,40
5	Kalsium (mg)	30,00	30,00	57,00	79,00
6	Fosfor (mg)	49,00	49,00	52,00	66,00
7	Zat besi (mg)	0,70	0,70	0,70	10,00
8	Natrium (mg)	-	-	5,00	-
9	Kalsium (mg)	-	-	393,00	-
10	Vit A (SI)	60,00	7700,00	900,00	6105,00
11	Vit B1 (mg)	0,90	0,90	0,10	0,12
12	Vit B2 (mg)	-	-	0,04	-
13	Vit C (mg)	22,00	22,00	35,00	22,00
14	Niacin (mg)	-	-	0,60	-
15	Air (g)	68,50	68,50	-	84,70
16	Bag yg dapat di makan	86,00	86,00	-	73,00

Jumlah karbohidrat dari ubi jalar kuning sebesar 32,30 per gram, maka pati ubi jalar kuning digunakan sebagai bahan dasar pembuatan sirup glukosa. Pembuatan sirup glukosa dari ubi jalar kuning merupakan upaya untuk menghasilkan produk gula, karena kebutuhan gula di negara kita meningkat tiap tahun. Selain itu juga membantu petani ubi jalar meningkatkan nilai tambah dari ubi jalar tersebut, karena melimpahnya ubi jalar di negara kita menyebabkan harga jual rendah. Untuk lebih mengoptimalkan pemanfaatan dari ubi jalar

maka dilakukan penelitian pembuatan gula dari pati ubi jalar secara enzimatis.

Pati

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α - glikosidik. Berbagai macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai C-nya serta lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari 2 fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak larut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan α (1,4) D-glukosa, sedang amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α (1,4) D-glukosa sebanyak 4-5 % dari berat total.

Pati dalam tanaman mempunyai bentuk granula (butiran) yang berbeda-beda. Pati dimasukkan ke dalam air dingin, dan air yang terserap tersebut hanya dapat mencapai kadar 30%. Peningkatan volume granula pati yang terjadi di dalam air pada suhu 55°C-65°C, merupakan pembengkakan granula pati, dapat kembali pada kondisi semula. Granula pati dapat di buat membengkak dan tidak dapat kembali lagi pada kondisi semula. Perubahan tersebut disebut Gelatinasi. (Winaro, 1997)

Secara garis besar pati dapat dibedakan atas :

a. Amilosa

Sifat amilosa dapat larut dalam air. Amilosa mempunyai struktur rantai yang lurus. Apabila kadar amilosa tinggi maka pati akan bersifat kering, kurang lekat, dan cenderung meresap air lebih banyak (higriskopis). Pada hidrolisis amilosa menghasilkan maltosa disamping glukosa dan oligosakarida lainnya. (Soebijanto, 1986)

b. Amilopektin

Sifat amilopektin tidak larut dalam air. Amilopektin mempunyai struktur rantai molekul yang bercabang. Pada amilopektin sebagian dari molekul-molekul glukosa di dalam rantai percabangannya saling berkaitan melalui gugus α -1,6. Ikatan α -1,6 sangat sukar diputuskan, lebih-lebih dihidrolisis dengan katalisator asam.

Glukosa

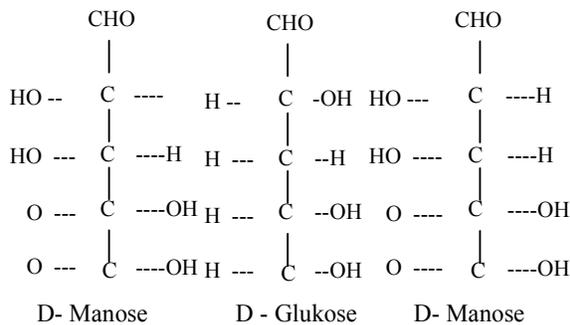
Glukosa adalah monosakarida yang paling banyak terdapat di dalam buah-buahan, tumbuh-tumbuhan, madu, darah, dan cairan binatang. Glukosa juga dapat di hasilkan melalui hidrolisis polisakarida atau disakarida baik menggunakan asam atau enzim.

Glukosa merupakan bahan baku yang menarik untuk industri kimia, farmasi, dan agroindustri lain. Hidrogenasi glukosa

menghasilkan sorbitol yang banyak digunakan dalam industri pangan, minuman, dan formulasi bahan kosmetika. Glukosa juga bisa dijual atau dikomersialkan dalam bentuk cair, yaitu sebagai sirup glukosa. Sirup glukosa banyak digunakan sebagai pemanis pada industri pangan. Sedangkan dekstrosa monohidrat (glukosa kristal) lebih banyak digunakan dalam industri farmasi yaitu sebagai bahan pembantu penabletan (Winarno, 1995)

Sebagai aldohexosa, glukosa memiliki 6 atom karbon didalam rantai molekulnya. Salah satu ujung rantai nomer tersebut merupakan gugus aldehid dan nomer 2 sampai nomer 5 adalah gugus chiral, dengan demikian terdapat 24 atau lebih kemungkinan konfigurasi isomer pada glukosa. Sebagian bebas di alam, oleh karena itu salah satu ujung rantai glukosa merupakan gugus aldehid, maka glukosa memiliki sifat-sifat aldehid. (Tjokroadikusomo, 1986)

Glukosa merupakan salah satu famili Aldohexosa yang memiliki dua bentuk isomer, yaitu D-glukose dan L-glukose. Di alam hanya ada 3 macam aldohexosa yang memiliki bentuk isomer D-glukose, yaitu D-manosa, D-glukosa dan D-galaktosa.



Pada dasarnya glukosa dapat diperoleh dari hidrolisa pati. Hidrolisa pati dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu :

a. Hidrolisa Asam

Hidrolisa asam juga dapat dikenal hidrolisa secara non enzimatik. Hidrolisa ini menggunakan asam sebagai katalisnya, biasanya yang di pakai adalah asam kuat, misalnya HCl. Pada hidrolisa pati dengan asam, diperlukan suhu tinggi yaitu 140°C-160°C.

Pada pembuatan glukosa, hidrolisa asam menghasilkan konversi yang cukup rendah jika dibandingkan dengan hidrolisa enzim. Di samping itu metode ini juga mempunyai beberapa

kelemahan, antara lain diperlukan peralatan yang tahan korosi, menghasilkan sakarida dengan spektra-spektra tertentu saja karena katalis asam menghidrolisa secara acak. Kelemahan yang lain, hidrolisa asam juga dapat menyebabkan terjadinya degradasi karbohidrat maupun rekombinasi produk degradasi yang dapat mempengaruhi warna, rasa, bahkan menimbulkan masalah teknis. (Said, 1990)

b. Hidrolisa Enzim

Hidrolisa enzim dilakukan menggunakan bantuan enzim α -amilase dan enzim glucoamilase (amiloglukosidase). Enzim α -amilase digunakan pada proses likuifikasi, sedangkan glucoamilase digunakan pada proses sakarifikasi.

Hidrolisa enzim lebih banyak memberikan keuntungan dibandingkan dengan hidrolisa asam. Hidrolisa enzim menghasilkan konversi yang lebih besar jika dibandingkan dengan hidrolisa asam. Hidrolisa enzim juga dapat mencegah adanya reaksi efek samping karena sifat katalis enzim sangat spesifik, sehingga dapat mempertahankan flavor dan aroma bahan dasar. (winarno, 1995)

Enzim

Enzim dapat mempercepat reaksi (sebagai katalis), enzim tidak diubah oleh reaksi yang dikatalisnya, dan enzim tidak mengubah kedudukan normal dari keseimbangan kimia. Dengan kata lain enzim dapat membantu mempercepat pembentukan produk, tetapi akhirnya jumlah produk tetap sama dengan produk yang diperoleh tanpa enzim.

Kondisi yang mempengaruhi aktifitas enzim diantaranya konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, pH, dan suhu.

Amilase merupakan enzim yang berfungsi memecah pati atau glukogen. Senyawa ini banyak terdapat pada tanaman dan hewan. Amilase dapat dikelompokkan menjadi 3 golongan enzim yaitu:

- a. A-amilase yang memecah pati secara acak dari tengah atau dari bagian dalam molekul, sehingga disebut Endoamilase
- b. B-amilase yang menghidrolisis unit-unit gula dari ujung molekul pati, sehingga disebut Ekomilase.
- c. Glukoamilase yang dapat memisahkan glukosa dari terminal gula non- α -1,4 reduksi substrat pati. (Winarno, 1995)

Enzim α -amilase

Enzim α -amilase (α -1,4 glukon-4-glukan hidrolase) dapat diperoleh dari malt (barley), ludah

manusia, pankreas, dan diisolasi dari *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilis* (pada suhu 70°C-90°C dan pH 6-10), *Bacillus licheniformis* (pada suhu 60°C dan pH 6). Isolasi dan porsine (pemurnian enzim) dilakukan berdasarkan fraksinasi dengan garam (pada suhu lebih besar dari 65°C), juga dengan penggunaan panas selektif (biasanya 70°C pada waktu 15 menit). Kemudian dilakukan pencampuran glikogen sehingga terjadi kompleks enzim-glikogen. (Soebijianto, 1986)

Cara kerja α -amilase pada molekul amilosa terjadi 2 tahap pertama, degradasi amilosa menjadi maltosa dan maltotriosa yang terjadi secara acak. Degradasi ini terjadi sangat cepat dan diikuti dengan menurunnya viskositas dengan cepat pul. Yang kedua, relatif sangat lambat yaitu pembentukan glukosa dan maltosa sebagai hasil akhir yang terjadi secara tidak acak. Sedangkan cara kerja α -amilase pada molekul amilopektin akan menghasilkan glukosa, maltosa, dan α -limit dextrin. Jenis α -limit dextrin yaitu oligosakarida yang terdiri dari 4 atau lebih residu gula yang mengandung ikatan α -1,6. (Winarno, 1995)

Aktivitas α -amilase ditentukan dengan mengukur hasil degradasi pati, biasanya dari penurunan kadar pati yang larut atau dari kadar amilosa bereaksi dengan iodium akan berwarna coklat. Selain itu keaktifan α -amilase dapat dinyatakan dengan cara pengukuran viskositas dan jumlah pereduksi yang terbentuk. (Winarno, 1995)

Sedangkan hidrolisis amilosa akan lebih cepat dari pada hidrolisis rantai yang bercabang seperti amilopektin atau glikogen. Laju hidrolisis akan meningkat bila tingkat polimerisasi menurun, dan laju hidrolisis akan lebih cepat pada rantai lurus. (Winarno, 1995)

Enzim β -amilase

Enzim β -amilase (β -1,4 glukon maltohidrolase) dapat diisolasi dari kecambah barley, ubi jalar, dan kacang kedelai. Enzim β -amilase memecah ikatan glukosida β -1,4 pada pati dan glikogen dengan membalikkan konfigurasi karbon anomeri (C_1) glukosa dari α menjadi β , maka disebut β -amilase. (Winarno 1995)

Cara hidrolisis ikatan α -1,4 oleh β -amilase terjadi dengan memotong 2 unit glukosa dan secara bertahap pemotongan dari ujung rantai gula yang bukan pereduksi, disebut Eksiamilase. Enzim β -amilase aktif pada pH 5-6. (Soebijianto, 1986)

Enzim Glukoamilase

Enzim Glukoamilase diproduksi dari *Aspergillus* dan *Rhizopus*, dapat memecah ikatan α -1,3 dan α -1,4. Enzim glukoamilase memecah pati dari luar dengan mengeluarkan unit-unit glukosa dari ujung bukan pereduksi polimer pati. Hasil reaksinya hanya glukosa, sehingga dapat di

bedakan dengan α -amilase dan β -amilase. (Winarno, 1995)

Enzim tersebut dapat menghidrolisis pati sampai mencapai DE 95-98 (Dextrosa Ekuivalen yaitu kenaikan drajat konversi) dan dengan dextrosa 93-95%. (Soebijianto, 1986)

Dengan pengaruh enzim glukoamilase posisi glukosa α dapat diubah menjadi β dengan pH optimalnya 4-5 dan suhu optimalnya 50°C-60°C. (Winarno, 1995)

Enzim glukoamilase mempunyai standart produktivity 2000-3000 substansi kering perkilogram enzim. (Barrie & Norman, 1987)

Klasifikasi Enzim

Berdasarkan tipe reaksi yang diketahui, enzim dibagi menjadi 6 kelompok ;

1. Oksidoreduktase

Enzim oksidoreduktase adalah enzim yang dapat mengkatalis reaksi oksidasi atau reduksi suatu bahan. Dalam golongan enzim ini terdapat 2 macam enzim yang paling utama yaitu oksidase dan dehidrogenase. Oksidase adalah enzim yang mengkatalis reaksi antara substrat dengan molekul oksigen. Dehidrogenase adalah enzim yang aktif dalam pengambilan atom hidrogen dari substrat.

2. Transferase

Enzim transferase adalah enzim yang ikut serta dalam reaksi pemindahan (tranfer) suatu radikal atau gugus.

3. Hidrolase

Enzim hidrolase merupakan kelompok enzim yang sangat penting dalam pengolahan pangan, yaitu enzim yang mengkatalis reaksi hidrolisis suatu substrat atau pemecahan substrat dengan pertolongan molekul air. Enzim-enzim yang termasuk dalam golongan ini diantaranya adalah amilase, invertase, selulase dan sebagainya.

4. Liase

Enzim liase adalah enzim yang aktif dalam pemecahan ikatan C-C ikatan C-O dengan tidak menggunakan molekul air.

5. Isomerase

Enzim isomerase adalah enzim yang mengkatalisasi reaksi perubahan konfigurasi molekul dengan cara pengaturan kembali atom atom substrat , sehingga dihasilkan molekul baru yang merupakan isomer dari substrat, atau dengan perubahan isomer posisi misalnya mengubah aldosa menjadi ketosa.

6. Ligase

Enzim ligase adalah enzim yang mengkatalisis pembentukan ikatan-ikatan tertentu, misalnya pembentukan ikatan C-C, C-O dan C-S dalam biosintesis koenzim A serta pembentukan ikatan C-N dalam sintesis glutamin.

Aktifitas Enzim

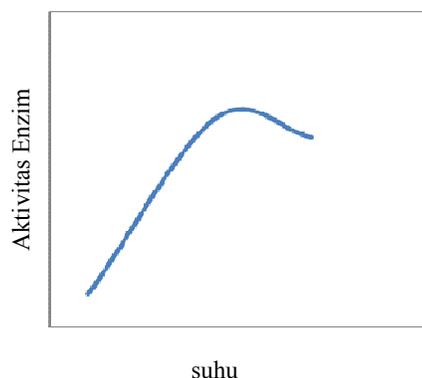
Aktivitas enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu ;

a. Suhu

Pada umumnya semakin tinggi suhu, semakin naik laju reaksi kimia, baik yang tidak dikatalis maupun yang dikatalis oleh enzim. Tetapi perlu diingat bahwa enzim adalah protein; jadi semakin tinggi suhu proses inaktivasi enzim juga meningkat. Keduanya mempengaruhi laju reaksi enzimatik secara keseluruhan.

Pengaruh suhu terhadap enzim ternyata agak kompleks, misalnya suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat pemecahan atau merusakkan enzim; sebaliknya semakin tinggi suhu (dalam batas tertentu) semakin aktif enzim tersebut. Bila suhu masih naik terus, laju merusakkan enzim akan melampaui reaksi katalis enzim.

Pada suhu rendah, laju inaktivasi enzim begitu lambat atau sangat kecil sehingga boleh diabaikan. Sebaliknya pada suhu tinggi, laju inaktivasi enzim cepat sekali, sehingga reaksi enzimatik praktis berhenti sama sekali. (Winarno, 1983)



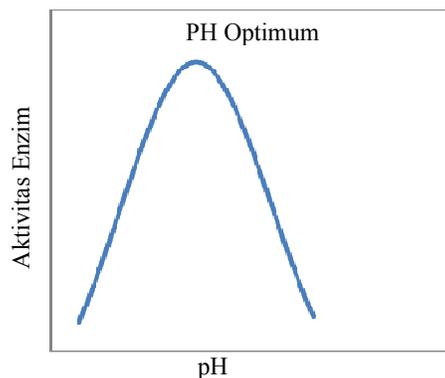
Gambar 1. Laju Aktivitas Enzim terhadap

Suhu

b. pH

Pada umumnya enzim bersifat amfolitik, yang berarti enzim mempunyai konstanta disosiasi pada gugus asam maupun pada gugus basanya. Enzim menunjukkan aktivitas maksimum pada suatu kisaran pH yang disebut pH optimum, yang umumnya antara pH 4,5 sampai 8,0. (Winarno, 1983). Suatu enzim tertentu mempunyai pH optimum yang sangat sempit. Disekitar pH optimum enzim mempunyai stabilitas yang tinggi. Perlu diketahui pada enzim yang sama sering pH optimumnya berbeda, tergantung asal enzim tersebut.

Pengendalian pH mempengaruhi aktivitas enzim yang sangat diperlukan dalam praktek teknologi pangan. Pengaturan pH harus bertujuan untuk mendapatkan keaktifan enzim yang maksimal.



Gambar 2. Laju Aktivitas Enzim terhadap pH

c. Kadar Air pada Substrat

Kadar air dari bahan sangat mempengaruhi laju reaksi enzimatik. Pada kadar air bebas yang rendah terjadi halangan dan rintangan sehingga baik difusi enzim atau substrat terhambat. Akibatnya hidrolisis hanya terjadi pada bagian substrat yang langsung berhubungan dengan enzim.

Proses Hidrolisis Enzim

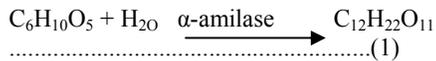
Hidrolisa pati dapat dilakukan dengan asam atau enzim pada waktu, suhu, pH tertentu. Proses hidrolisa enzim pertama kali diperkenalkan

pada tahun 1950 (Soebijanto 1986). Sudah sejak lama orang berusaha menggantikan hidrolisis sistem asam dengan sistem enzim. Karena enzim bekerja secara spesifik, maka dapat diharapkan bahwa kandungan bahan penyusun sirup yang dihasilkan dapat di atur perbandingannya sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan lebih dahulu.

Sejak ditemukan cara hidrolisis pati menjadi bahan yang lebih manis oleh Kirchoff, banyak usaha yang telah dilakukan orang untuk lebih meningkatkan rasa manis dari produk hidrolisis tersebut (Sukardati 2001). Hidrolisis dengan menggunakan kombinasi enzim-enzim berlangsung dalam 2 tahap, yaitu :

1. Proses Liquifikasi, proses pencairan gel pati dengan menggunakan enzim α -amilase. Hasil hidrolisanya adalah dextrin. Proses ini berlangsung pada pH 5,5, suhu 85°C, waktu proses 40 menit, perbandingan pati dan enzim 1 : 0,002. Jika proses ini dilakukan pada pH dan suhu tidak optimal maka aktivitas enzim akan berkurang dan enzim akan rusak dan mati (Othmer, 1976).

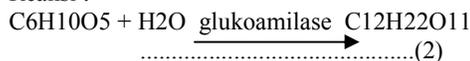
Reaksi :



α -amilase adalah endo-enzim yang bekerjanya memutus ikatan α - 1,4 dibagian dalam molekul baik pada amilosa maupun amilopektin. α -amilase relatif tahan panas, tetapi tidak tahan terhadap pH yang rendah. Enzim α -amilase mempunyai suhu optimum 80°C – 110° C dan pH optimum 5,0 – 7,0.

2. Proses Sakarifikasi, proses hidrolisis dextrin menjadi glukosa dengan bantuan enzim amiloglukosidase. Proses ini berlangsung pada pH 4,5, suhu 60°C, waktu reaksi 48-96 jam, dengan penambahan enzim 0,5 – 1,1 L/TDS. Proses ini dilakukan pada suhu dan pH yang optimal sesuai dengan kereaktifan enzim glukoamilase, untuk waktu dan penambahan enzim juga harus sesuai dengan substrat yang di tambahkan sehingga didapatkan kadar glukosa yang maksimal (Coney, 1979)

Reaksi :



Enzim glukoamilase bersifat eksoamilase, yaitu dapat memotong ikatan α -1,4 pada pati. Disamping itu amiloglukosidase (glukoamilase) juga dapat memotong ikatan α -1,6, sehingga molekul-molekul pati dapat dikonversikan menjadi molekul-molekul glukosa bebas. Enzim glukoamilase

(amiloglukosidase) mempunyai suhu optimum 50°C – 60°C dan pH optimum 4,0 – 5,0 (Winarno, 1995).

Pengaturan kondisi pada proses hidrolisis enzim-enzim ini sangat penting karena berpengaruh pada kereaktifan / aktivitas enzim untuk merubah substrat menjadi produk yang diinginkan, yaitu glukosa.

Faktor – faktor yang berpengaruh pada hidrolisis pati menjadi glukosa :

1. Suhu

Pada umumnya semakin tinggi suhu, semakin naik laju reaksi kimi. Tetapi perlu di ingat bahwa semakin tinggi suhu reaksi, inaktivasi enzim juga semakin meningkat. Suhu mempengaruhi aktivitas dan stabilitas operasi, makin besar aktivitas enzim, akan menurunkan stabilitasnya. Sebaliknya suhu yang makin rendah dapat meningkatkan stabilitas, namun produktifitasnya dan aktivitas enzim menurun. Hidrolisa dengan enzim glukoamilase hanya dapat dilakukan pada suhu 60°C. (Soebijanto 1986)

2. Waktu

Semakin lama waktu reaksi, maka kadar glukosa yang dihasilkan semakin besar. Lamanya waktu reaksi juga dipengaruhi atau bergantung oleh banyaknya substrat yang di hidrolisa dan jumlah enzim yang ditambahkan.

3. pH

sebagian besar aktivitas enzim dipengaruhi derajat keasaman media tempat enzim tersebut melakukan kegiatan katalitiknya. Derajat keasaman optimal yang ditunjukkan oleh enzim tertentu tidak selalu konstan. Masih ada berbagai faktor lain yang memberikan pengaruh atas aktivitas enzim tersebut.

4. Kadar Suspensi Pati

Pada penggunaan kadar rendah, keseimbangan akan bergeser kekanan dengan baik. Pada kadar suspensi tinggi mengakibatkan kekentalan campuran semakin meningkat, sehingga jumlah kandungan partikel pati tidak larut semakin meningkat. Hal ini mengakibatkan proses hidrolisa tidak dapat berjalan dengan baik atau sempurna. Semakin banyak kadar suspensi pati yang dihidrolisa, maka waktu proses yang diperlukan untuk menghidrolisa pati tersebut akan semakin lama. Jumlah enzim yang dibutuhkan juga semakin banyak.

5. Jumlah Penambahan Enzim

Semakin banyak jumlah enzim yang ditambahkan pada pati, akan menghasilkan kadar glukosa yang semakin banyak pula. Keadaan ini juga semakin mempercepat reaksi hidrolisa, untuk enzim α -amilase digunakan perbandingan 2 kg enzim untuk setiap ton pati, sedangkan untuk enzim glukomaliase digunakan sebanyak 0,5-1,1 lt untuk setiap ton pati.

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan

Umbi ubi ketela rambat kuning, larutan HCl 2M, larutan NaOH 1%, enzim α -Amilase (isolasi dari *Bacillus Subtilis*), enzim glukomaliase (isolasi dari *Aspergillus Niger*), larutan Na_2CO_3 5M.

Kondisi yang Ditetapkan

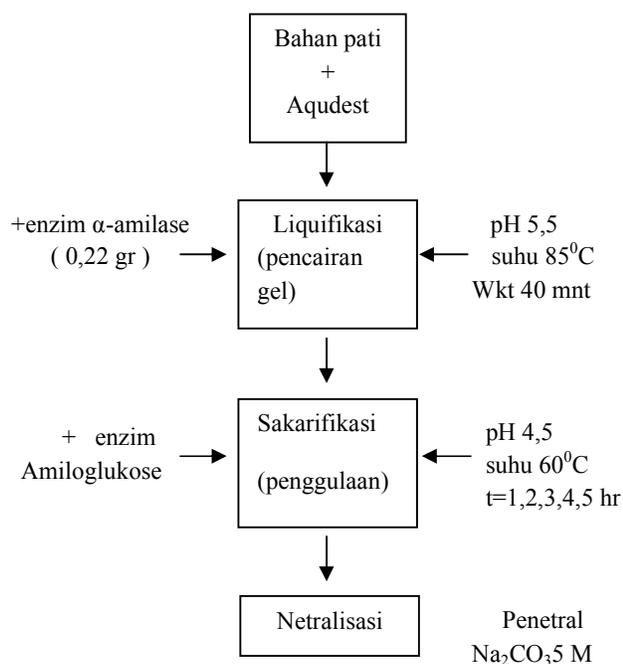
Proses liquifikasi : berat pati 50 gram, enzim α -amilase 0,1 gram, pH 5,5, suhu 85°C , waktu 40 menit.

Proses Sakarifikasi : pH 4,5 suhu 60°C

Peubah yang dijalankan : penambahan enzim AMG (ml) : 0,01; 0,025; 0,04; 0,055; 0,07.

Waktu (hari) : 1, 2, 3, 4, 5.

Diagram Alir Proses



Perlakuan Awal

Ketela rambat di kupas kulitnya, dicuci diambil patinya dengan cara di parut. Hasil dari parutan di jemur di bawah terik matahari sampai kering lalu dihaluskan timbang sebanyak 50 gram pati dan tambahkan 150 ml air.

Proses liquifikasi (proses pencairan gel)

Kedalam larutan pati yang sudah disiapkan diatur pH-nya 5,5 dengan menambahkan NaOH 1%. Dipanaskan sampai pada suhu 85°C . Lalu ditambahkan enzim α -amilase sebanyak 0,1 gr selama 40 menit.

Proses Sakarifikasi (penggulaan)

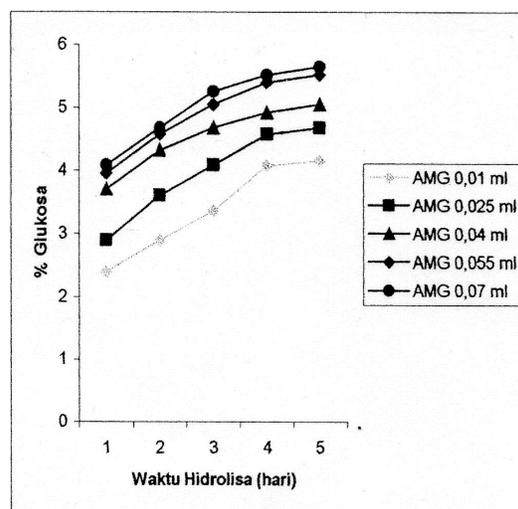
Hasil liquifikasi didinginkan dan diatur pH-nya 4,5 dengan menambahkan HCl 2 M. Selanjutnya ditambahkan enzim AMG dengan volume diatur sesuai dengan variabel yang ditentukan. Kemudian larutan dipanaskan sampai suhu 60°C dengan waktu hidrolisis tertentu pada selang waktu tertentu.

Proses Netralisasi

Larutan hasil sakarifikasi yang bersifat asam selanjutnya dinetralisasi dengan penambahan basa yaitu Na_2CO_3 5 M.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Hidrolisis Enzim Pati Ubi Jalar Kuning Analisa luff schrool dan perhitungan konversi, dapat dilihat dari tabel dan gambar berikut.



Gambar 3. Hubungan antara Volume Penambahan Enzim Glukoamilase dan Waktu Hidrolisis terhadap Kadar Glukosa.

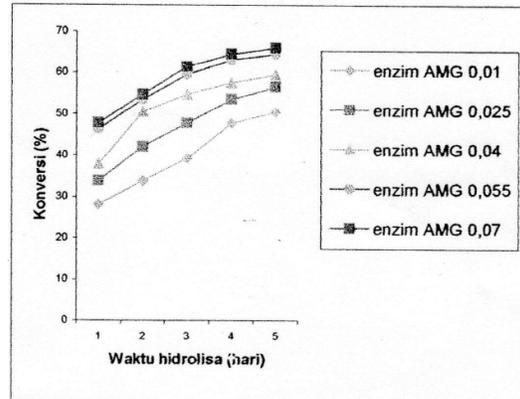
Tabel 2. Pengaruh penambahan enzim glukoamilase dan waktu hidrolisis terhadap kadar glukosa dan konversi.

Penambahan Enzim Glukoamilase (ml)	Waktu (hari)	Kadar Glukosa(%)	Konversi
0,01	1	2,4	28,06
	2	2,89	33,79
	3	3,36	39,29
	4	4,09	47,83
	5	4,32	50,52
0,025	1	2,89	33,79
	2	3,6	42,10
	3	4,09	47,83
	4	4,58	53,56
	5	4,84	56,60
0,04	1	3,24	37,89
	2	4,32	50,52
	3	4,68	54,73
	4	4,92	57,54
	5	5,05	59,58
0,055	1	3,96	46,31
	2	4,58	53,56
	3	5,05	59,89
	4	5,4	63,15
	5	5,52	64,55
0,07	1	4,09	47,83
	2	4,68	54,73
	3	5,26	61,51
	4	5,52	64,55
	5	5,65	66,08

Penambahan enzim glukoamilase yang ditambahkan berpengaruh terhadap kadar glukosa yang dihasilkan, semakin besar enzim glukoamilase yang ditambahkan maka kadar glukosa yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena fungsi dari enzim glukoamilase yang memutuskan rantai cabang (α -1,6) yang tidak terputus oleh enzim α -amilase menjadi glukosa (monosakarida), di dukung dengan keadaan pH 4,5 dan suhu 60°, merupakan keadaan terbaik bagi aktivitas enzim glukoamilase untuk merubah karbohidrat menjadi glukosa.

Semakin besar waktu hidrolisa pati menjadi glukosa, maka semakin meningkat kadar glukosanya. Hal ini disebabkan karena waktu kontak antara enzim dan pati sangat lama, dengan menjaga pH dan suhu pada kondisi yang terbaik akar enzim tidak rusak dan dapat melakukan aktivitasnya dengan baik

Hasil terbaik yang didapatkan dengan kadar glukosa 5,65% dengan penambahan enzim 0,07 ml dan lama hidrolisa 5 hari.



Gambar 4. Hubungan antara Waktu Hidrolisis dan Penambahan enzim glukoamilase terhadap Konversi

Semakin besar volume enzim yang ditambahkan maka semakin besar konversi yang di peroleh. Hal ini disebabkan karena enzim masih melakukan aktivitas.

Semakin lama waktu reaksi semakin besar konversi yang di peroleh. Hal ini disebabkan karena kontak antara substrat dan enzim semakin lama. Hubungan antara konversi dan waktu reaksi cenderung linier, hal ini menunjukkan bahwa waktu reaksi optimum belum tercapai karen enzim glukoamilase masih melakukan aktivitasnya.

Hasil terbaik yang didapatkan dengan konversi 66,08%, pada penambahan enzim 0,07 ml dan lama hidrolisis 5 hari

KESIMPULAN

Pati ubi jalar kuning dapat dibuat sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa dengan proses hidrolisis enzim. Semakin lama waktu inkubasi dan semakin besar penambahan enzim glukoamilase, maka glukosa yang didapatkan semakin besar. Untuk membuat glukosa dari pati ubi jalar kuning dan untuk mendapatkan hasil tertinggi 5,64% kadar glukosa, konversi 66,08%, diperlukan kondisi proses pada suhu 60°, pH 4,5 dengan penambahan enzim glukoamilase 0,07 ml dengan waktu hidrolisis 5 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Coney, W., 1979, "Fermentation and Enzim Technology". Ist ed, Jhon Willey And Sons, New York.
- Groggins, P.H., 1958, " Unit Processes In Organic Synthesis", Edisi 5, MC. Graw Hill Book Company Inc., New York
- Indriani, Dewi, Ine, R., 2001, "Isolasi dan Penapisan Jamur Penghasil Glukoamilase I dari Limbah Tapioka Untuk Produksi Glukosa Cair dari Substrat Pati Mentah Ubi Jalar dan Ganyong", www
- Othmer, Kirk., 1976 "Encyclopedy of Chemical Technology", Edisi 2, Volume 8 Jhon Willey and Sons, New York
- Sukadarti, Sri dan Murni, Wahyu, Sri , 2001, "Studi Hidrolisis Ampas Tahu Menjadi Glukosa Dengan Katalisator Enzim Glukoamilase", Prosiding Seminar Nasional "Kejuangan" Teknik Kimia, Hal. A24-1 – A24-4
- Tjokrodiakusoemo, Soebijanto, 1986, "HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya", Penerbit PT Gramedia, Jakarta
- Winarno, 1995, "Enzim Pangan", Penerbit PT Gramedia Utama, Jakarta.
-