

UTILIZATION OF *GEMBILI* STARCH (*Dioscorea esculenta*) INTO GLUCOSE BY ACID HYDROLYSIS METHOD USING HCl CATALYST

Piyantina Rukmini*, Insap Santosa

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar
Sekolah Tinggi Keguruan Dan Ilmu Kependidikan Nahdlatul Ulama Indramayu
Jl. Raya Kaplongan No. 28 Karangampel – Indramayu Jawa Barat Indonesia

*E-mail corresponding author: Piyantinanu@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history: Received: 23-02-2019 Received in revised form: 27-03-2019 Accepted: 15-04-2019 Published: 22-04-2019	<i>National sugar consumption always increases in every year because some reasons, civilization growth, economic growth, food and beverage industry that need sugar growth, decreasing of sugar cane plantation land. Because of these, government thinks another way to find natural source for sugar production. Lesser yam (Dioscorea Esculenta) is one of minor yam (it's cultivation and utilization is not developing yet, it's population and sustainability is in save conditions). The aims of this research are to know the influence between time with starch weight, influence HCl with hydrolysis temperature to glucose production. This research using acid hydrolysis method in 6 erlenmeyers 250 mL. Starch is suspended in a Erlenmeyer content water and variations of HCl in total volume 100 mL. Put the suspension into the autoclave, then make the temperature in the condition that desired. The results show in 57,58 g of starches that hydrolysed in 120°C and 0,25 N HCl can produce 23,08 g/100 mL of glucose.</i>
Keywords:	
Starch	
<i>Dioscorea esculenta</i>	
Hydrolysis	
Acid hydrolysis	
Glucose	

PEMANFAATAN PATI GEMBILI (*Dioscorea esculenta*) MENJADI GLUKOSA DENGAN METODE HIDROLISIS ASAM MENGGUNAKAN KATALIS HCl

Abstrak- Konsumsi gula nasional semakin bertambah tiap tahunnya, selain karena pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan industri makanan dan minuman yang membutuhkan gula, juga karena semakin berkurangnya luas perkebunan tebu. Hal ini menyebabkan alternatif pemenuhan gula dengan mencari sumber alam hayati lainnya. Gembili (*Dioscorea esculenta*) merupakan salah satu jenis umbi minor (jenis umbi yang pengembangan budidaya dan pemanfaatan hasilnya belum mendapat prioritas oleh pemerintah, populasinya belum terbatas dan belum terancam kelestariannya). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap perolehan berat pati, pengaruh HCl dan suhu hidrolisis terhadap kadar glukosa yang diperoleh. Penelitian ini menggunakan metode hidrolisis asam menggunakan Erlenmeyer 250 mL sebanyak 6 buah. Pati disuspensikan ke dalam air dan HCl dengan volume total 100 mL di dalam Erlenmeyer. Suspensi di masukkan ke dalam autoclave, dibiarkan sampai pada suhu yang dikehendaki dan suhu dipertahankan dengan mengatur pemanas. Hasil penelitian menunjukkan pada perolehan pati sebanyak 57,58 g, kemudian melalui proses hidrolisis dengan pemanasan suhu 120°C dan konsentrasi HCl 0,25 N menghasilkan glukosa sebanyak 23,08 g/100mL.

Kata kunci: Pati, gembili, hidrolisis, hidrolisis asam, glukosa

PENDAHULUAN

Indonesia kaya akan hasil alam hayati, termasuk dari bidang pertanian maupun perkebunan. Tebu merupakan salah satu hasil hayati Indonesia yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan gula. Tetapi sampai saat ini, Indonesia hanya memproduksi 2,1 juta ton gula sedangkan kebutuhan nasional gula mencapai 3 juta ton. Dapat diartikan bahwa industri gula di Indonesia baru mampu memasok 60% kebutuhan gula nasional (Triyatna, 2012). Luas lahan perkebunan tebu juga berkurang seiring penerapan UU No.12 Tahun 1992 tentang kebijakan pemberian hak otonomi bagi petani untuk mengelola lahan. Mardianto dkk (2005) menyatakan bahwa hal tersebut berakibat pada banyak petani yang beralih dari menanam tebu menjadi menanam komoditi yang memberikan keuntungan lebih sesuai rasional ekonomi seperti padi.

Konsumsi gula nasional diperkirakan cenderung bertambah tahun ke tahun seiring meningkatnya jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan pertumbuhan industri makanan dan minuman. Oleh karenanya perlu adanya usaha pemenuhan gula dari sumber – sumber hayati lainnya yang memiliki kadar karbohidrat tinggi. Selain tanaman tebu, tanaman umbi – umbian seperti singkong, ubi jalar, talas, gadung, dan gembili bisa dimanfaatkan menjadi sumber bahan berkarbohidrat tinggi yang bisa diolah menjadi tepung, gula, gula cair, glukosa, maupun sebagai salah satu sumber bahan farmasi. Pemilihan proses, waktu dan konsentrasi asam sebagai katalis menjadi hal yang harus diperhatikan untuk memperoleh optimasi proses dan produk.

Gembili

Gembili (*Dioscorea esculenta*) tergolong suku gadung – gadungan (*Dioscoreaceae*) merupakan tanaman umbi – umbian yang memiliki nama sinonim *Oncus esculentus* Lour, *Dioscorea fasciculata* Roxb, dan *Dioscorea sativa* Auct. Gembili salah satu jenis umbi minor (jenis umbi yang pengembangan budidaya dan pemanfaatan hasilnya belum mendapat prioritas oleh pemerintah, populasinya belum terbatas dan belum terancam kelestariannya). Komponen terbesar dari umbi gembili adalah karbohidrat 27–30%, yang tersusun atas amilosa 14.2% dan amilopektin 85.8%. Umbi gembili juga mengandung gula (glukosa dan fruktosa) sehingga menimbulkan rasa manis, dengan kadar gula 7–11% dari berat pati umbi (Dwi dan Prasetyo, 2014).

Pati

Pati adalah salah satu bahan penyusun yang paling banyak dan luas terdapat di alam tersusun

sebagai karbohidrat cadangan pangan pada tanaman. Pati merupakan zat gizi penting dalam kehidupan sehari – hari. Kebutuhan energi manusia sebesar 80% di dunia dipenuhi oleh karbohidrat. Karbohidrat ini dapat diperoleh dari sumber biji – bijian, umbi – umbian, maupun batang (sagu) sebagai tempat penyimpanan pati yang merupakan cadangan makanan bagi tanaman.

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan glikosidik. Sifat pada pati tergantung panjang rantai karbonnya, serta lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas yang dinamakan amilosa, sedangkan fraksi pati yang tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa adalah komponen minor dari pati yang memiliki struktur linier yang terbentuk dari ikatan α -1,4 glikosidik dengan derajat polimerisasi antara 100 – 1000 unit glukosa. Amilopektin terbentuk dari ikatan α -1,4 glikosidik dan bercabang pada ikatan α -1,6 glikosidik. Derajat polimerisasi amilopektin jauh lebih besar daripada amilosa (Bentley dan Williams, 1996). Rasio antara amilosa dan amilopektin di dalam pati sangat bervariasi dan berpengaruh besar terhadap kelarutan, kekentalan, pembentukan gel, dan suhu gelatinisasi pati (Martinez et al, 2004).

Amilosa dan amilopektin di dalam granula pati terkemas melalui ikatan inter- dan intra-molekul. Kemasan amilosa dan amilopektin terorganisasi menjadi bagian amorf dan kristalin. Hal ini menyebabkan pati bersifat tidak larut dalam air dingin dan seringkali resisten terhadap perlakuan kimia ataupun enzim (Mitsuiki et al, 2005). Dalam perdagangan dikenal dua macam pati, yaitu pati belum dimodifikasi (pati alami) dan pati modifikasi. Pati alami (*native starch*) adalah pati yang belum mengalami perubahan fisik dan kimia atau diolah secara kimia-fisika. Pati ini banyak digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) dan pengikat (*binder*). Pati alami menyebabkan berbagai permasalahan yang berhubungan dengan retrogradasi, kestabilan rendah, dan ketahanan pasta yang rendah. Pati modifikasi (*modified starch*) adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia seperti esterifikasi, eterifikasi, atau oksidasi atau merubah struktur awalnya (Flenche, 1985). Pati modifikasi juga didefinisikan sebagai pati yang diberi perlakuan tertentu dengan tujuan untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau merubah beberapa sifat lainnya (Wurzburg, 1989). Beberapa hal yang mempengaruhi modifikasi pati, yaitu :

a. Ukuran Partikel

Ukuran partikel sangat erat kaitannya dengan laju reaksi. Menurut Saraswati (1982), semakin kecil ukuran pati maka semakin cepat

reaksi berlangsung karena ukuran partikel yang kecil akan meningkatkan luas permukaan serta kelarutannya dalam air. Tinjauan nano kristal bisa digunakan sebagai dasar untuk mengetahui hal penting berkaitan dengan perubahan struktur serta modifikasi yang dapat dilakukan untuk menghasilkan karakteristik produk sesuai dengan tujuan pemanfaatan pati termodifikasi itu sendiri.

b. Suhu

Suhu berhubungan langsung dengan laju reaksi. Berdasarkan persamaan Arrhenius, semakin tinggi suhu maka reaksi akan berlangsung makin cepat. Hal ini terkait dengan konstanta laju reaksi yang akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu operasi.

c. Waktu Reaksi

Waktu reaksi berpengaruh terhadap optimasi proses dan produk. Waktu proses yang kurang dapat mengakibatkan belum tercapainya kondisi optimal produk sesuai karakteristik yang diharapkan. Namun demikian, semakin lama waktu proses reaksi akan semakin banyak dinding sel granula pati yang pecah sehingga terjadi perlubangan pada granula pati termodifikasi. Hal ini menyebabkan permukaan granula pati menjadi tidak rata sehingga tekstur yang dihasilkan menjadi kasar (Subagio et al. 2008). Waktu reaksi sangat terkait pula dengan perubahan warna. Warna coklat akibat reaksi pencoklatan perlu dihindarkan untuk memenuhi standar produk pati termodifikasi yang dihasilkan.

d. Konsentrasi Substrat

Konsentrasi substrat atau perbandingan penggunaan air dan pati menjadi penting terkait dengan kelarutan pati dan efisiensi penggunaan pelarut dalam proses reaksi modifikasi (Herawati, 2010). Herawati melakukan penelitian substitusi pati ester dengan menggunakan konsentrasi substrat 30% dan 40%. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin meningkat jumlah substrat dan konsentrasi asam yang ditambahkan, semakin tinggi nilai DS pati ester yang dihasilkan. DS adalah jumlah rata-rata gugus perunit anhidroglukosa yang disubstitusikan oleh gugus lain. Apabila gugus yang menggantikan berupa satu gugus anhidroksil pada tiap unit anhidroglukosa diesterifikasi dengan satu buah gugus asetil maka nilai DS sebesar 1 (Wurzburg, 1989).

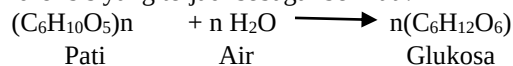
e. Konsentrasi Katalis

Konsentrasi substrat sangat memengaruhi DS, polimerisasi, deksrinasi maupun optimasi proses lainnya. Secara garis besar, semakin meningkat penggunaan bahan kimia untuk proses modifikasi, semakin tinggi nilai DS tapioka ester (Herawati 2010). Herawati (2010) melakukan modifikasi pati ester dengan menggunakan konsentrasi asam suksinat dan asam asetat 1,3%

dan 5%. Pati dapat dimodifikasi melalui beberapa cara, seperti hidrolisis enzimatis, metode fisik (pregelatinisasi), dan metode kimia (hidrolisis asam, cross linking, substitusi).

Hidrolisis

Hidrolisis merupakan proses pemasukan/penggantian atom H ke dalam gugus OH pada pati sehingga membentuk rantai yang cenderung lebih panjang dan dapat mengubah sifat-sifat psikokimia dan rheologi dari pati. Keberhasilan proses hidrolisis ditentukan oleh beberapa hal, seperti : kandungan karbohidrat bahan baku, pH hidrolisa, waktu hidrolisa, dan suhu hidrolisa. Parameter konsentrasi asam, suhu, dan waktu hidrolisa merupakan parameter yang sangat krusial pada proses hidrolisa. Reaksi hidrolisis yang terjadi sebagai berikut :



Ada beberapa metode hidrolisis pati, seperti dapat dilihat di bawah ini :

a. Hidrolisis Enzimatis

Reaksi hidrolisis pati merupakan reaksi pemecahan pati menjadi struktur gula yang lebih sederhana. Reaksi hidrolisis berlangsung lambat, sehingga untuk mempercepat reaksi perlu menggunakan katalisator. Enzim adalah zat organik berupa protein yang bertindak sebagai katalisator (biokatalisator) dan dihasilkan oleh makhluk hidup baik tanaman, hewan, maupun mikroorganisme. Karakteristik penting dari reaksi dengan katalisator adalah jumlah katalis yang dipakai tidak mempunyai hubungan stoikiometri dengan bahan yang direaksikan. Efisiensi katalis dapat diukur dari banyaknya mol substrat yang diubah per mol katalis persatuan waktu. Efisiensi enzim sangat besar, satu bagian enzim amylase dapat menghidrolisis 20.000 bagian pati dan membentuk 10.000 bagian maltose (Sherman, 1962). Enzim berfungsi mengatur kecepatan dan kekhususan reaksi kimia yang berlangsung di dalam sel. Walaupun enzim dibuat di dalam sel, tetapi jika berfungsi sebagai katalisator tidak harus di dalam sel. Hidrolisis enzimatis menyebabkan produk yang dihasilkan aman, senyawa penghambat pertumbuhan mikroba tidak terbentuk.

Secara garis besar proses hidrolisa pati secara enzimatis terbagi dalam empat tahapan, yaitu gelatinisasi, likuifikasi, sakarifikasi, purnian.

Hidrolisis Asam

Hidrolisis asam merupakan proses pemasukan/penggantian atom H ke dalam gugus OH pada pati sehingga membentuk rantai yang cenderung lebih panjang dan dapat mengubah sifat-sifat psikokimia dan rheologi dari pati.

Molekul amilosa mudah terpecah dibanding dengan molekul amilopektin sehingga saat hidrolisis asam berlangsung akan menurunkan gugus amilosa (Sirin Fairus dalam Pudjihastuti dan Siswo, 2011). Jika perbandingan suspensi dan waktu tepat, dekstrin yang terbentuk akan terhidrolisis menjadi glukosa (Groggins, 1958).

Proses hidrolisa pati dengan menggunakan asam dipengaruhi oleh ukuran bahan, konsentrasi asam, suhu, waktu, ratio bahan dan pengadukan. Suhu berpengaruh terhadap konstanta kecepatan reaksi. Jika suhu tinggi, konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar sehingga reaksi dapat semakin cepat (Kirk, and Othmer, 1983).

Reaksi dasar dalam hidrolisis dengan asam adalah dengan pemotongan ikatan α -1,4 D-glukosidik dari amilopektin. Pada proses ini, ukuran molekul pati mengecil dan meningkatkan kecenderungan pati untuk membuat gel. Asam akan mendegradasi dinding sel yang menyebabkan kerusakan dan integritas granula pati sehingga menyebabkan pati menyerap air (Greenwood dan Murno, 1979). Proses pembebasan granula pati ini menyebabkan perubahan karakteristik dari pati yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudian kemudahan melarut (Subagio, 2007). Bagian amorf tersusun dari ikatan α -1,6 glukosida, merupakan daerah yang kurang padat, sehingga air mudah masuk. Sehingga memudahkan penetrasi asam untuk menghidrolisis pati.

Hidrolisa asam dapat dikelompokkan menjadi: hidrolisa asam pekat dan hidrolisis asam encer (Taherzadeh & Karimi, 2007). Hidrolisa asam pekat merupakan teknik yang sudah dikembangkan cukup lama. Braconnot di tahun 1819 pertama menemukan bahwa selulosa bisa dikonversi menjadi gula yang dapat difermentasi dengan menggunakan asam pekat (Sherrad and Kressman 1945 in (Taherzadeh & Karimi, 2007)).

Hidrolisa asam pekat dapat dilakukan pada suhu rendah. Namun demikian, konsentrasi asam yang digunakan sangat tinggi (30 – 70%). Proses ini juga sangat korosif karena adanya pengenceran dan pemanasan asam. Proses ini membutuhkan peralatan metal yang mahal atau dibuat secara khusus. Rekaveri asam juga membutuhkan energi yang besar. Di sisi lain, jika menggunakan asam sulfat, dibutuhkan proses netralisasi yang menghasilkan limbah gypsum/kapur yang sangat banyak. Dampak lingkungan yang kurang baik dari proses ini membatasi penggunaan asam perklorat dalam proses ini. Hidrolisa asam pekat juga membutuhkan biaya investasi dan pemeliharaan yang tinggi, hal ini mengurangi ketertarikan untuk komersialisasi proses ini (Taherzadeh & Karimi, 2007).

Hidrolisa asam encer juga dikenal dengan hidrolisis asam dua tahap (*two stage acid hydrolysis*) dan merupakan metode hidrolisis yang banyak dikembangkan dan diteliti saat ini. Hidrolisa asam encer pertama kali dipatenkan oleh H.K. Moore pada tahun 1919. Keuntungan utama hidrolisa dengan asam encer adalah, tidak diperlukannya recovery asam, dan tidak adanya kehilangan asam dalam proses (Iranmahboob et al., 2002). Umumnya asam yang digunakan adalah H_2SO_4 atau HCl (Mussatto dan Roberto, 2004) pada range konsentrasi 2-5 % (Iranmahboob et al., 2002; Sun dan Cheng, 2002), dan suhu reaksi ± 160 °C. Kelemahan dari hidrolisa asam encer adalah degradasi gula hasil di dalam reaksi hidrolisa dan pembentukan produk samping yang tidak diinginkan.

Glukosa

Glukosa suatu gula monosakarida, adalah salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh. Glukosa merupakan monosakarida yang memiliki 6 rantai atau cincin karbon, 12 atom Hidrogen, dan 6 atom oksigen. Rumus molekul glukosa adalah $C_6H_{12}O_6$ atau $H-(C=O)-(CHOH)_5-H$, dengan lima gugus hidroksi tersusun spesifik pada enam atom karbon. Glukosa memiliki berat molekul 180,18 gr/mol merupakan heksosa monosakarida yang mengandung 6 atom karbon.

Glukosa merupakan aldehida (mengandung gugus $-CHO$). Lima karbon dan satu oksigennya membentuk cincin yang disebut cincin piranosa, bentuk paling stabil untuk aldose berkarbon enam.

Glukosa merupakan suatu aldohexosa, disebut juga dekstrosa karena memutar bidang polarisasi ke kanan. Glukosa merupakan komponen utama gula darah, menyusun 0,065-0,11% darah kita Glukosa dapat terbentuk dari hidrolisis pati, glikogen, dan maltosa. Glukosa sangat penting bagi kita karena sel tubuh kita menggunakannya langsung untuk menghasilkan energi. Glukosa dapat dioksidasi oleh zat pengoksidasi lembut seperti pereaksi Tollens sehingga sering disebut sebagai gula pereduksi (Budiman, 2009).

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, alat yang digunakan adalah : autoclave, air pemanas, suspensi tepung, angsang, ayakan 50 mesh, Erlenmeyer sebanyak 6 buah, dan manometer. Sedangkan bahan baku yang digunakan adalah : gembili, larutan HCl, larutan Fehling A dan Fehling B, glukosa standart, CaO 0,3%, NaOH, dan Indikator Methyl blue, phenolphthalin, iodium.

Metode penelitian ini melalui tiga proses yaitu, persiapan bahan baku, pembuatan pati

gembili, dan hidrolisis pati gembili menjadi glukosa. Pada proses persiapan bahan bakunya, yaitu dengan cara memilih gembili yang sudah siap panen, segar, dan berkualitas baik.

Pada pembuatan pati gembili proses dimulai dengan mengupas kulit ubi gembili dan selanjutnya dilakukan perendaman (sambil menunggu gembili yang lain dikupas, agar tidak terjadi oksidasi/proses brownisasi). Setelah semua selesai dikupas dan direndam, gembili kembali dicuci untuk menghilangkan kotoran yang tersisa selama pengupasan dan perendaman. Proses selanjutnya adalah merendam gembili yang telah dicuci menggunakan CaO 0,3% agar dapat mengurangi getah yang dapat menyebabkan pemerasan parutan gembili menjadi lebih susah. Gembili kemudian diparut, dan diambil parutan sebanyak 250 g dan dilarutkan ke dalam 2L air dan diendapkan. Endapan pati yang didapat, diambil dan dikeringkan di bawah sinar matahari. Pati yang sudah kering, di ayak dengan ayakan berukuran 50 mesh.

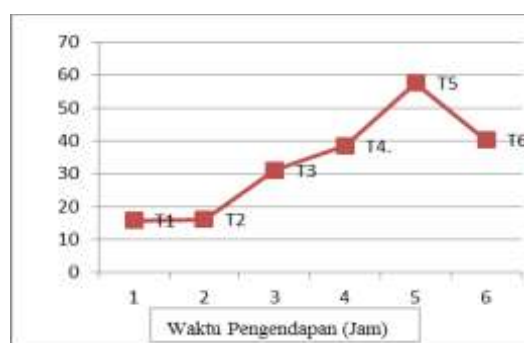
Hidrolisis pati gembili dilakukan dalam suatu autoclave pada tekanan di atas 1 atm, pada suhu 120°C selama 50 menit. Pati disuspensikan ke dalam air dan HCl dengan volume 100 mL di dalam Erlenmeyer. Erlenmeyer yang sudah berisi suspensi pati dimasukkan ke dalam autoclave yang sudah berisi air, kemudian autoclave ditutup rapat. Pemanas dihidupkan dengan katup pengaman dalam keadaan terbuka. Setelah uap keluar, katup pengaman ditutup sehingga suhu dan tekanan akan naik. Suhu proses dibiarkan sampai pada suhu yang dikehendaki dan dipertahankan dengan mengatur kompor pemanas. Hasil dari hidrolisis diambil dari autoclave dengan cara mematikan kompor pemanas, kemudian katup pengaman dibuka dan tutup dilepas. Hidrolisis pati dilakukan pada beberapa sampel dengan konsentrasi asam yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberhasilan proses hidrolisis ditentukan oleh beberapa hal, seperti : kandungan karbohidrat bahan baku, pH hidrolisa, waktu hidrolisa, dan suhu hidrolisa. Parameter konsentrasi asam, suhu, dan waktu hidrolisa merupakan parameter yang sangat krusial pada proses hidrolisa. Seperti yang telah disebutkan dalam halaman sebelumnya, bahwa perolehan glukosa sangat dipengaruhi oleh besarnya kandungan karbohidrat pada bahan baku. Kandungan karbohidrat gembili dapat berkurang kadarnya, apabila dalam treatment selama proses pembuatan pati bisa mengakibatkan berkurangnya kadar karbohidrat.

Pengaruh Waktu Pengendapan terhadap Perolehan (Berat) Pati

Waktu pengendapan sangat berpengaruh pada perolehan pati, semakin lama waktu pengendapan maka semakin banyak pati yang diperoleh. Beberapa faktor yang mempengaruhi pengendapan adalah ukuran partikel padat, densitas partikel padat, dan kekentalan fluida. Faktor – faktor lain yang pengaruhnya sangat kecil adalah bentuk partikel padat dan orientasinya, distorsi partikel padat yang bisa berubah bentuk, persinggungan atau benturan antar partikel padat untuk yang berkonsentrasi tinggi, arus konveksi likuida (FTSP-ITS, 2010). Partikel padat yang berbentuk bola atau sebagai gumpalan akan lebih cepat mengendap dibandingkan dengan partikel yang berbentuk pipih atau jarum. Partikel yang diameternya sangat kecil (dalam ukuran micron) akan mengendap sangat lambat. Bila partikel – partikel berbentuk flok maka akan mengendap lebih cepat. Reynolds (1982), membagi jenis pengendapan berdasarkan karakteristik suspensi padatnya menjadi empat macam yaitu pengendapan bebas, pengendapan flokulan, pengendapan zona atau terhalang, dan pengendapan kompresi. Pada penelitian ini, dilakukan dalam skala laboratorium yang menggambarkan proses sedimentasi sederhana dengan proses batch.



Gambar 1. Pengaruh Waktu Pengendapan terhadap Berat Pati yang Diperoleh

Pengendapan dilakukan untuk memisahkan bagian atau komponen air dengan ampas. Air dibagian atas, sedangkan endapan berada di bawah. Setelah dilakukan pengendapan, maka antara air dan endapan dipisahkan, untuk selanjutnya dikeringkan pada wadah yang lain. Pengeringan dilakukan di dalam oven dengan suhu 60°C. Pemanasan ini dilakukan agar mengurangi resiko terjadinya penjamuran pada pati gembili, sehingga dapat mengurangi kualitas pati yang diperoleh. Pada pengendapan pati ini, tidak dilakukan penggumpalan padatan pati yang tersuspensi di dalam air. Metode pengendapan yang dipakai adalah metode pengendapan paling sederhana. Padatan pati mengendap secara alami

atau dibiarkan mengendap sendiri (pengendapan bebas).

Pada gambar 1 terlihat bahwa pada T1 dengan waktu pengendapan 1 jam, hanya terdapat sedikit endapan pati yang diperoleh. Hal ini disebabkan oleh singkatnya waktu pengendapan. Untuk proses pembuatan pati gembili skala besar, suspensi di treatment dengan cara koagulasi dan flokulasi. Hal ini bertujuan agar terjadi gumpalan padatan gembili, sehingga menambah berat butiran gembili. Penambahan berat gembili menyebabkan semakin banyaknya padatan yang mengendap. Pada penelitian ini, pengendapan dilakukan dengan metode yang paling sederhana. Jadi, padatan dibiarkan mengendap sendiri. Sehingga waktu pengendapan akan sangat mempengaruhi berat total pati gembili yang diperoleh.

Pada T2 hanya menghasilkan 16,08 g pati, hanya sedikit di atas parameter T1. Pada pengendapan T2, didalam suspensi gembili tersebut masih sangat keruh. Ketika partikel padatan berada pada keadaan saling berdesakan maka partikel akan mengendap pada kecepatan rendah, peristiwa ini disebut *hindered settling* (Geankoplis, 2003). Akibat dari hal ini, pada proses sedimentasi kecepatan endapan yang turun ke bawah semakin lama semakin lambat, sehingga untuk memperoleh hasil sedimentasi sampai proses pengendapan berhenti memerlukan waktu yang cukup lama.

Pada T3 diperoleh endapan pati yang sebanyak 31,10 g, hampir dua kali lebih banyak dibandingkan dengan T2. Waktu yang dibutuhkan untuk pengendapan lebih lama, sekitar 3 jam. Padatan sudah banyak yang mengendap pada T1 dan T2, sehingga pada T3 konsentrasi suspensi sudah tidak sebanyak pada T2. Konsentrasi suspensi sudah semakin berkurang, sehingga desakan antar partikel juga semakin berkurang pula. Berkurangnya konsentrasi padatan pada suspensi menyebabkan partikel akan lebih mudah untuk mengendap.

Pada T4 hasil endapan suspensi pati sebanyak 38,45 g, sedikit lebih banyak dari T3. Pada T3 dan T4 yang rentang waktunya berdekatan, maka kekentalan suspensi (konsentrasi suspensi) menjadi hal yang sangat mempengaruhi hasil endapan. Konsentrasi endapan pada lapisan atas semakin berkurang, mengakibatkan tumbukan antar partikel juga semakin kecil. Hal inilah yang menyebabkan partikel padatan semakin cepat mengendap.

Pada T5 yang berselang 1 jam dari parameter T4 menghasilkan endapan pati yang jauh lebih besar T4, yaitu sebesar 57,58 g. Kecepatan pengendapan suspensi sangat dipengaruhi oleh kerapatan/konsentrasi suspensi.

Ketika lapisan atas suspensi masih tinggi konsentrasinya, maka desakan antar partikel akan memperlambat kecepatan gerak partikel untuk mengendap. Ketika konsentrasi lapisan atas suspensi sudah rendah konsentrasinya, maka desakan antar partikel akan berkurang. Berkurangnya desakan antar partikel menyebabkan kecepatan pengendapan partikel lapisan atas suspensi akan semakin besar. Konsentrasi suspensi pada lapisan atas T5 sudah semakin kecil, *hindered settling* juga semakin kecil. Hanya saja membutuhkan waktu yang lama.

Pada T6, waktu yang dibutuhkan untuk pengendapan semakin lama. Lamanya waktu pengendapan akan mengakibatkan besarnya perolehan endapan pati, hanya saja tidak efisien karena waktu yang lama. Pada parameter T6, konsentrasi suspensi sudah sangat kecil. Sehingga perolehan endapan patinya tidak banyak berbeda dengan T5.

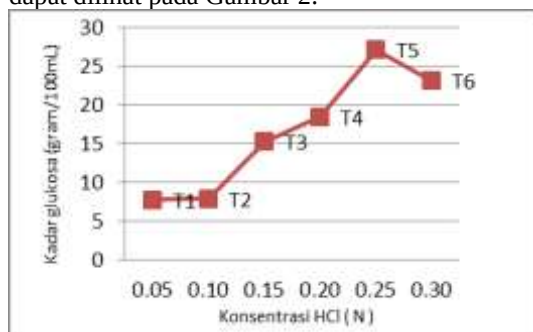
Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Kadar Glukosa

Pada penelitian ini digunakan proses hidrolisis asam, dimana asam yang dipakai adalah HCl dengan konsentrasi dari 0,5 N sampai 0,3 N. Konsentrasi asam yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi rendah. Hidrolisis asam berkonsentrasi rendah merupakan suatu proses yang cepat dan murah untuk menghasilkan gula - gula sederhana dari karbohidrat, akan tetapi dihasilkan pula beberapa produk samping yang mengganggu dan bersifat toksik terhadap mikroorganisme pada fermentasi alkohol. Hidrolisis asam pada ubi kayu dapat mengkonversi pati dan selulosa menjadi glukosa, serta hemiselulosa menjadi xilosa, manosa, galaktosa, glukosa dan asam asetat. Degradasi gula-gula sederhana menjadi senyawa-senyawa inhibitor sangat dipengaruhi oleh suhu, waktu dan konsentrasi asam (Adrados dkk., 2005; Palmqvist dan Hahn-Hagerdal, 2000).

Modifikasi dengan asam akan menghasilkan pati dengan sifat lebih encer jika dilarutkan dan berat molekulnya lebih rendah. Pati nanopartikel bisa dihasilkan dengan cara hidrolisis menggunakan HCl 2,2 N dan H₂SO₄ 3,16 M pada suhu 35-40°C selama 5 hari (Angelier et al, 2004; Kim et al., 2008). Laju proses hidrolisa akan bertambah oleh konsentrasi asam yang tinggi. Selain dapat menambah laju proses hidrolisa, konsentrasi asam yang tinggi juga akan mengakibatkan terikatnya ion-ion pengontrol seperti SiO₂, fosfat, dan garam-garam seperti Ca, G, Na, dan K dalam pati (Retno, 2009).

Pada penelitian ini, jumlah padatan yang telah ditentukan yaitu sebesar 250 g dan dilarutkan ke dalam air sebanyak 2 L, pencucian dilakukan

sebanyak 5 kali. Kadar glukosa yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap kadar glukosa

Pada Gambar 2 terlihat bahwa T1, dimana konsentrasi HCl yang diberikan adalah 0,05 N diperoleh kadar glukosa 7,75 g/100 mL. Pada awal hidrolisis, asam HCl mendegradasi dinding sel pati yang dihidrolisis. Proses ini menyebabkan kerusakan dan integritas granula dinding sel pati menjadi rusak sehingga pati menyerap air. Asam akan mendegradasi dinding sel yang menyebabkan kerusakan dan integritas granula pati sehingga menyebabkan pati menyerap air (Greenwood dan Murno, 1979). Proses pembebasan granula pati ini menyebabkan perubahan karakteristik dari pati yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudian kemudahan melarut (Subagio, 2007). Pada T1 konsentrasi asam yang masih rendah, maka proses kerusakan dinding sel pati yang dihidrolisis belum maksimal. Sehingga proses masuknya air pada pati menjadi lebih lambat. Proses hidrolisis dengan menggunakan katalis asam membutuhkan waktu yang lebih cepat dari proses yang lain. Rendahnya konsentrasi asam, akan menyebabkan proses hidrolisis cepat selesai, tetapi kadar gula pereduksi yang didapat belumlah dalam jumlah yang besar. Karena pemutusan rantai polimer yang kompleks belum terjadi secara sempurna.

Pada T2, penambahan katalis asam untuk proses hidrolisis dengan konsentrasi 0,1 N. Penambahan asam ini, ternyata hanya sedikit mempengaruhi kadar glukosa, yang hanya berkisar 7,88 g/100mL. Dengan sedikit penambahan konsentrasi HCl, ternyata hanya sedikit menambah proses kerusakan dinding sel pati dan integritas granula pati.

Pada T3 dan T4 penambahan katalis asam HCl masing – masing sebesar 0,15 N dan 0,2 N yang menyebabkan naiknya kerusakan dinding sel pati karena makin tingginya konsentrasi asam. Sehingga proses masuknya air ke dalam sel pati membuat proses hidrolisis ini berjalan lebih bagus. Hal ini menyebabkan bertambahnya kadar gula pereduksi yang diperoleh yaitu sebesar 15,24

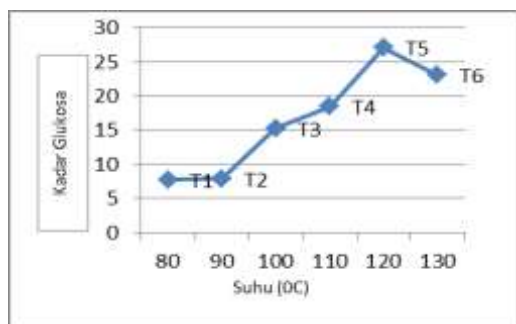
g/100mL dan 18,46 g/100 mL. Konsentrasi asam yang semakin besar, artinya akan menambah lebih banyaknya sel granula pati yang bersinggungan dengan asam.

Pada T5 dengan penambahan katalis asam sebesar 0,25 N, merupakan kondisi optimum pada penelitian ini. Pada kondisi ini, diperoleh kadar gula pereduksi sebesar 27,06 g/100mL. Pada konsentrasi ini, asam mampu merusak dinding sel pati yang lebih banyak. Pemutusan rantai polimer yang kompleks menjadi lebih sederhana berjalan dengan baik, meskipun terbentuk produk lain yang juga mengurangi kadar gula pereduksi. Perolehan produk lain berupa furfural ini, disebabkan oleh cepatnya reaksi perusakan dinding sel pati oleh asam HCl. Pemilihan katalis HCl dalam proses ini tentu saja membawa konsekuensi tersendiri. Proses hidrolisis dengan asam encer memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi recovery gula. Hal ini dikarenakan pada proses degradasi gula terjadi pembentukan produk yang tidak diinginkan seperti furfural yang merupakan bahan kimia yang digunakan dalam industri plastik. Keuntungan utama penggunaan asam encer adalah reaksinya yang cepat sehingga mempercepat proses berikutnya, sedangkan kerugiannya yaitu hasil gula yang diperoleh sedikit (Badger 2002).

Pada T6, dengan penambahan katalis asam sebesar 0,3 N ternyata perolehan gula pereduksi mengalami penurunan, yaitu sebesar 23,08 g/100mL. Penyebab penurunan ini adalah semakin tinggi konsentrasi asam, maka reaksi hidrolisis akan semakin bertambah cepat pula. Cepatnya reaksi hidrolisis, maka perolehan gula pereduksi juga semakin cepat. Prosesnya akan menghasilkan produk lain yang berguna untuk reaksi lain.

Pengaruh Suhu Hidrolisis terhadap Kadar Glukosa

Suhu operasi hidrolisis merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan proses hidrolisis. Pengaruh suhu terhadap proses hidrolisis karbohidrat, mengikuti persamaan Arrhenius. Semakin tinggi suhu, maka konversi akan semakin tinggi pula. Kecepatan reaksi hidrolisis akan meningkat hampir 2 kali untuk setiap kenaikan suhu 10°C (Groggins, 1958). Pada suhu operasi hidrolisis yang terlalu tinggi, maka pati yang terhidrolisis menjadi glukosa akan rusak karena berubah menjadi arang. Pada suhu yang optimum, maka air yang berfungsi sebagai zat yang menghidrolisis pati akan terjaga dalam fase cair. Terjaganya air dalam fase cair, akan membantu kontak antara molekul–molekul pati semakin besar dan reaksi berjalan dengan baik (Rois, 2001).



Gambar 3. Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Glukosa

Pada Gambar 3 terlihat bahwa T1, T2, T3, dan T4 suhu operasi mulai dari 80^o C sampai dengan 110^o C belum mencapai suhu optimum, karena glukosa masih terbentuk. Pada Parameter T5 dengan suhu operasi hidrolisis 120^oC, diperoleh kadar glukosa yang optimum sebesar 27,06 g/100 mL. Pada T6 hidrolisis dilakukan pada suhu 130^oC, dimana pada suhu ini glukosa yang dihasilkan sudah mulai menurun. Indikasi bahwa glukosa yang diperoleh sudah mulai rusak karena proses hidrolisis pati yang melebihi suhu optimumnya. Kenaikan suhu 10 derajat, akan mempercepat laju reaksi hidrolisis mencapai dua kali lipatnya. Sehingga akan timbul warna coklat pada pati yang menjadi penanda bahwa glukosa yang terbentuk akan menjadi arang. Pada T6 diperoleh glukosa sebesar 23,08 g/100 mL.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa perolehan pati pada proses pembuatan pati gembili (*dioscorela esculenta*) secara sederhana menggunakan proses batch dipengaruhi oleh waktu. Semakin lama waktu pengendapan, maka akan semakin banyak perolehan patinya. Hingga pada batas waktu tertentu suspensi sudah tidak banyak mengandung padatan. Pada penelitian ini, untuk waktu pengendapan selama 50 menit terbentuk 57,58 g pati. Pada proses hidrolisis, konsentrasi katalis asam sangat mempengaruhi perolehan glukosa. Semakin tinggi konsentrasi asam, maka akan semakin besar glukosa yang diperoleh. Pada penelitian ini, untuk konsentrasi 0,25 N diperoleh glukosa dengan kadar tertinggi sebesar 27,06 g/100 mL. ketika konsentrasi lebih dari 0,25 N maka reaksi hidrolisis akan semakin bertambah cepat pula. Cepatnya reaksi hidrolisis maka perolehan gula pereduksi juga semakin cepat. Prosesnya akan menghasilkan produk lain yang berguna untuk reaksi lain. Pengaruh suhu terhadap proses hidrolisis pati sangat besar sekali. Semakin tinggi suhu, maka akan semakin cepat proses hidrolisisnya. Sehingga glukosa akan terbentuk

dengan cepat pula. Akan tetapi kenaikan suhu 10^oC saja, akan mempercepat reaksi hidrolisis dua kali. Jika suhu hidrolisis melebihi suhu optimal, maka glukosa yang terbentuk akan berubah warna kecoklatan menjadi gosong. Sehingga kualitas glukosa yang diperoleh tidak baik. Pada penelitian ini, suhu optimalnya adalah 120^o C, dengan perolehan glukosanya sebesar 27,06 g/100 mL.

DAFTAR PUSTAKA

- ADENISE, L.W., SAUL, N., ASHOK, P., AND CARLOS, R., 2002, "Acid and Enzymatic Hydrolysis to Recover Reducing Sugars from Cassava Bagasse: an Economic Study", Brazilian Archives Of Biology And Technology, vol 45, no 3, p 393 – 400
- ADITYA, Y. P., TETI, E, INDRIA, P., 2014, "Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) Sebagai Bahan Pangan Mengandung Senyawa Bioaktif : Kajian Pustaka, Jurnal Pangan dan Agroindustri, Vol.2, No.3, p.129-135.
- ARNIDA, M., 2015, "Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa", Agrotek, Vol 9, No. 2, p : 127 – 133
- CAROLI, M., 2014, "Starch structures and Their Usefulness In The Production Of Packaging Materials", Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, p: 1 – 57.
- DIAH, P., MUKHAMMAD, A., KHOIRUN, N., 2013, "Studi pendahuluan: Pengolahan Limbah Cair Hasil Produksi Pati Bengkuang di GunungKidul", seminar Nasional Kimia Dan pendidikan Kimia, Prog Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS, Surakarta
- DIAH, S.R., ANDRE, C. K., SRI, B., 2010, "Modifikasi Pati Ketela Pohon Secara Kimia dengan Oleoresin dari Minyak Jahe", Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 4, No. 1.
- DONALD, R.P., CAROLINA, L., TITRI, S.M., 2014, "Pemanfaatan Pati Gembili (*Dioscorea esculenta* Lour. Burkill) Dengan Penambahan Plasticizer Sebagai Edible Coating Pada Stroberi (*Fragria Ananassa*), Prosiding SNST ke-5 Tahun, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, Semarang, p: 86 – 95
- ENDANG, M., DWI, A.S., 2010, "Pengaruh Variasi Temperatur Dan Konsentrasi Katalis Pada Kinetika Reaksi HidrolisisTepung Kulit Ketela Pohon, Ekuilibrium, vol 9, no.1, p 23 – 27.
- EVA, N., DAN YUNIANITA, 2015, "Hidrolisis Pati Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) Oleh Enzim β -Amilase Untuk Pembuatan

- Dekstrin, Jurnal Pangan dan Agroindustri, Vol. 3, No 1 p.292-302
- GITA, I.B, SISWO, S, KUSMIYATI, 2016, “Studi Konversi Pati Ubi Kayu (Cassava Starch) menjadi Glukosa secara Enzimatik, *Chemica*, Volume 3, Nomor 1, p : 7-16
- GROGGINS, P.H., 1958, “Unit Process In Organic Synthesis”, 2ed, p : 775 – 777, Mc Graw Hill Kogakusa, Tokyo.
- HATMI, RU., DAN DJAFAR, T.F., 2014, “Keberagaman Umbi – Umbian sebagai Pangan Fungsional”, Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, 950 – 960.
- HENY, H., 2012, “Teknologi Proses Produksi Food Ingridient Dari Tapioka Termomodifikasi”, *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(2)
- HERLINA, 2010, “Karakterisasi Sifat Fisik, Kimia, Dan Fungsional Bahan Pati Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) Termomodifikasi Secara Ikatan Silang Dengan Natrium Tripolifosfat, *Agrotek*, Vol. 4, No. 1, p :60-67.
- IWAN, S., MAIDATUN, N., 2013, “Sifat Fisikokimia Tepung Gembili (*Dioscorea esculenta* (Lour.) Bur.) Hasil Fermentasi dengan Penambahan Inokulum Bakteri Selulolitik dan Bakteri Asam Laktat”, *Jurnal Biologi Indonesia* 10(1): 101-108.
- JAMES, B.M., ROY, W., 2009, “Starch : Chemistry And Technology”, 3ed, Accademic Press, USA.
- MEGAWATI, WAHYUDI, B.S, HARY, S., DAN MUSLIKHIN, H., 2009, “Kinetika Reaksi Hidrolisis Ranting Kering Dengan Asam Encer Pada Kondisi Non-Isothermis”, *Reaktor*, Vol. 12 No. 4, p : 211-217
- MUSTIKA, Z., ANI, S., DWI, S., 2017, “Hidrolisis *Eucheuma cottonii* Dengan Enzim K-Karagenase Dalam Menghasilkan Gula Reduksi Untuk Produksi Bioetanol”, *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27 (1), p:33-42
- OSVALDO Z. S., PANCA, P.S., FAIZAL, M., 2012, “ Pengaruh Konsentrasi Asam Dan Waktu Pada Proses Hidrolisis Dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol Dari Alang – Alang, *Jurnal Teknik Kimia* No. 2, Vol. 18
- PEPITA, H., RETNO., RUMPOKO, W., 2014, “Pengaruh Suhu Dan Lama Pemanasan Suspensi Pati Serta Konsentrasi Butanol Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati Tinggi Amilosa Dari Tapioka, *Agritech*, Vol. 34, No. 3, p :308 – 315
- Ramachandran, V., Pujari, N., Matey, T., and Kulkani, S., 2013, “Enzymatic Hydrolysis for Glucose-A Review, *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, Volume 2, Issue 10, October 2013, ISSN: 2278 – 7798.
- REGY, J AND PADMAJA, G., 2013, “Comparative Studies on the Production of Glucose and High Fructose Syrup from Tuber Starches, *International Research Journal of Biological Sciences*, Vol. 2(10), p 68-75, ISSN 2278-3202
- SARASWATI, ROSIDAH, I. DAN HAPSARI, D.Y., 2004,” Pembuatan Glukosa Secara Enzimatik dari Bahan Baku Pati Sagu”, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 3, pp.56– 63.
- SEAGER, S. L., AND SLABAUGH, M.R., “CHEM 2353 Fundamentals of Organic Chemistry, 4th ed, Chapter 7, p 1- 62, ngelo State University
- SEPTYANINGSIH, D.H, HP., WIRASTI, H., RAHMAWATI, WIBOWO, E.A.P, 2016, “Analisis Kandungan Beras analog Berbahan Dasar Umbi gembili (*Dioscorea esculenta*), Prosiding seminar Nasional XI “Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta, 363 – 367
- SIRIN, F, HARYONO, AGRITHIA, M., DAN ARIS, A., 2010, Pengaruh Konsentrasi HCl Dan Waktu Hidrolisis Terhadap Perolehan Glukosa Yang Dihasilkan Dari Pati Biji Nangka, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”, D02-1 – D02-6, Yogyakarta
- SRI, H., 2010, “studi Pengaruh waktu Pengendapan dan Konsentrasi Awal Partikel Padat Limbah Dari outlet Flokulator Terhadap Effisiensi Pengendapan Limbah Pada Sistem Utilitas Pusri III”, *Jurnal Purifikasi*, Vol 11, no 1, p :61 – 70
- SUTIKNO, MARNIZA, MERI, F. Y., 2015, “Pengaruh Perlakuan Awal Basa Dan Asam Terhadap Kadar Gula Reduksi Tandan Kosong Kelapa Sawit”, *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*, Vol. 20 No.1, p 1 – 10
- SUTRISNO, K., 2009, “Teknologi Modifikasi Pati”, e-BookPangan.Com
- TAHERZADEH, J.R., AND KARIMI, K., 2001, “Acid-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic, *Materials: A Review*”, *Bioresources* 2(3), p: 472-499
- TREVOR, L.W, TANYA, Y., B., AND CLIFF, L.H, 1998, “Starch: as simple as A, B, C?”,

- Journal of Experimental Botany, Vol. 49,
No. 320, pp. 481–502
- TRIYONO, A., 2008, Karakteristik gula Glukosa
dari Hasil Hidrolisa Pati Umbi – Umbian,
Prosiding Seminar Nasional Teknoin
Bidang Teknik Kimia dan Tekstil,
Yogyakarta, B-7 – B-10
- WURZBURG, O.B., 1986, “Cross – Linked
Starches In Modified starches: Properties
And Uses (Ed.Wurzburg OB), CRC Press,
Boca Raton, FL
- WURZBURG, O.B., 1995, “Modified Starches,
Food Polysaccharides and Their applications,
In Stephen AM (ed), Marcell Dekker, New
York
- YETTI, M., NAZAMID, B.S., ROSELINA, K.
DAN ABDULKARIM, S.M., 2007,
“Improvement of Glucose Production by
Raw Starch Degrading Enzyme Utilizing
Acid-Treated Sago Starch as Substrate,
ASEAN Food Journal 14 (2): 83-90
- YUANA, S., DWI, S., TITI, C.S., 2011,
“Rekayasa Proses Hidrolisis Pati Dan Serat
Ubi Kayu (Manihot utilissima) Untuk
Produksi Bioetanol, AGRITECH, Vol. 31,
No. 4, p: 384 -390