

SIFAT KIMIA DAN FISIK GULA CAIR DARI PATI UMBI GADUNG (*Dioscorea hispida* Dennts)

[Chemical and Physical Properties of Liquid Sugar from Yam (*Dioscorea hispida* Dennts) Starch]

Parwiyanti*, Filli Pratama dan Renti Arnita

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

Diterima 15 Maret 2010 / Disetujui 22 November 2011

ABSTRACT

The objective of this research was to determine chemical and physical properties of liquid sugar made from yam starch (*Dioscorea hispida* Dennst) through enzymatic hydrolysis by using α -amylase. The experiment was designed as a Factorial Block Randomized Design with two factors and three replications. The first factor was concentrations of α -amylase (0.1, 0.3, and 0.5%), and the second was the time course of enzymatic hydrolysis (30, 60, 90, 120, and 150 min). The liquid sugar was analyzed in term of reducing sugar content, equivalent dextrose value, pH, and viscosity. The addition of different concentrations of α -amylase had significant effects ($p \geq 0.05$) on reducing sugar contents and equivalent dextrose values. Enzymatic hydrolysis time course had significant effects ($p \geq 0.05$) on reducing sugar content, equivalent dextrose values, pHs, and viscosity of the liquid sugar. The best liquid sugar was obtained by 0.5% α -amylase treatment for 60 min of hydrolysis. The liquid sugar had reducing sugar of 103.92 g/L, equivalent dextrose value of 34.64, pH of 5.36, and viscosity of 112.00 Poise.

Key words : liquid sugar, detoxicated yam, α -amylase, reducing sugar

PENDAHULUAN

Gula merupakan salah satu kebutuhan pangan pokok yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Gula yang biasa dikonsumsi adalah gula granulasi, yaitu gula pasir berbentuk butiran-butiran kecil. Kegagalan panen menyebabkan produksi tebu turun sehingga berdampak pada keberlangsungan industri gula di Indonesia. Kebutuhan gula pasir di Indonesia mencapai 3,3 juta ton/tahun, sementara produksi dalam negeri hanya 1,7 juta ton atau $\pm 51,5\%$ dari kebutuhan nasional sehingga sebagian kebutuhan gula pasir Indonesia dipenuhi dari gula pasir impor (Richana dan Suarni, 2008).

Kenaikan harga gula pasir berdampak pada daya beli masyarakat, sehingga sebagian masyarakat menggunakan pemanis buatan sebagai alternatif, karena pemanis buatan selain harganya relatif murah dan berkalori rendah, juga mempunyai tingkat kemanisan yang tinggi. Sukrosa sering dijadikan sebagai tolok ukur bagi tingkat kemanisan gula. Sukrosa memiliki intensitas rasa manis sebesar 100%, sedangkan intensitas rasa pemanis buatan secara berturut-turut adalah siklamat 15 - 31%, dulsin 70-350%, sakarin 240-350%, dan aspartam 250% (Cahyadi, 2008). Pemanis buatan misalnya sakarin, siklamat, maltitol, aspartam, acesulfame-K, dan sorbitol yang dikonsumsi tidak sesuai dengan batas minimum yang ditetapkan akan membahayakan kesehatan (Riandini, 2008).

Indonesia yang beriklim tropis memiliki banyak sumber daya alam nabati yang berpotensi untuk diolah menjadi gula. Produksi gula tidak hanya berasal dari tebu, tetapi juga dapat berasal dari umbi-umbian. Jenis umbi-umbian yang juga berpotensi sebagai bahan baku pengganti gula antara lain ubi

kayu, ubi jalar, gadung, dan ganyong. Salah satu jenis umbi-umbian yang belum dimanfaatkan secara maksimal bagi kebutuhan manusia adalah umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst).

Umbi gadung mengandung sekitar 24% karbohidrat, 2% protein, 74% kadar air, dan 1% kadar abu (Pambayun, 2008). Umbi gadung dapat diolah menjadi pati yang berpotensi untuk diolah lebih lanjut menjadi gula cair (Amani *et al.*, 2004; Bruunschweiler *et al.*, 2005; Daiuto *et al.*, 2005). Umbi gadung mengandung asam sianida (HCN) yang sangat tinggi, yaitu 36,49 mg/100g berat umbi (Ekowati, 2007; Bhandari dan Kawabata, 2005), sehingga beberapa tahapan proses sangat diperlukan untuk menghilangkan racun.

Proses perebusan, pencucian berulang-ulang, perendaman dalam larutan garam, dan penggunaan abu dapur dapat mengurangi kadar asam sianida. Selain cara tersebut, menurut Pambayun (2008) pengurangan kadar HCN juga dapat dilakukan dengan metode KISS yang merupakan proses dan teknologi Kupas Iris Secara Simultan (KISS) dalam larutan garam dapur hipertonic yang disirkulasikan.

Untuk proses pembuatan gula cair, pati gadung perlu diekstraksi terlebih dahulu. Pengolahan umbi gadung menjadi pati merupakan salah satu cara aman untuk mengkonsumsi gadung, hal ini dikarenakan umbi gadung telah melalui berbagai proses yang diyakini dapat menurunkan atau menghilangkan HCN. Salah satu metode pengolahan pati menjadi gula adalah melalui proses hidrolisa secara enzimatik. Pada penelitian ini enzim yang digunakan adalah α -amilase.

Enzim α -amilase secara alamiah terdapat dalam saliva (air liur) dan pankreas, selain itu dapat juga di isolasi dari *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilis* (Hebeda dan Teague, 1992). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses hidrolisa secara enzimatik diantaranya adalah konsentrasi enzim,

*Korespondensi Penulis :
Email : parwiyanti_ibu@yahoo.com

substrat, lama hidrolisa, suhu, pH, dan inhibitor (Poedjadi, 1994).

Enzim α -amilase menghidrolisa pati dalam dua tahap. Tahap pertama berupa degradasi pati menjadi maltosa dan maltotriosa yang terjadi secara acak dan sangat cepat, serta diikuti dengan turunnya viskositas dengan cepat pula. Tahap kedua terjadi pembentukan glukosa dan maltosa yang berlangsung relatif sangat lambat.

Menurut Winarno (2002) enzim α -amilase dalam menghidrolisa ikatan karbon pati menghasilkan fraksi-fraksi molekul yang terdiri atas enam sampai tujuh unit glukosa. Namun, jika waktu reaksinya diperpanjang maka komponen tersebut akan terhidrolisa lagi menjadi campuran antara glukosa, maltosa, dan maltotriosa (Tjokroadikoesoemo, 1986).

Secara umum, enzim bekerja optimum pada kisaran pH 5-6 sedangkan suhu tinggi diperlukan untuk proses gelatinisasi agar amilosa dan amilopektin dapat dengan mudah dihidrolisa oleh enzim. Konsentrasi enzim α -amilase yang digunakan untuk produksi dekstrin dari tapioka berkisar antara 0,05-0,25%, dengan kisaran lama hidrolisa antara 30-150 menit (Laga dan Langkong, 2006).

Penelitian ini menggunakan dua faktor perlakuan, yaitu konsentrasi α -amilase dan lama proses hidrolisa enzimatis. Kombinasi antara penggunaan konsentrasi α -amilase dan lama proses hidrolisa enzimatis pada pati gadung yang telah mengalami pembebasan HCN diharapkan dapat menghasilkan gula cair dengan tingkat kemanisan yang tinggi dan bebas racun.

Tingkat kemanisan gula cair diukur melalui nilai DE (*dextrose equivalent*) (Griffin dan Brooks, 1989). Gula cair berpotensi diaplikasikan pada berbagai produk pangan, diantaranya untuk pembuatan sirup. Penelitian ini mempelajari karakteristik kimia dan fisik gula cair yang berbahan baku pati gadung (*Dioscorea hispida* Dennts) yang telah bebas HCN.

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan terdiri atas: umbi gadung tua diperoleh dari desa Talang Jawa, Gandus, Palembang; garam dapur (NaCl); AgNO₃; asam sitrat, CaCl₂; enzim α -amilase (bentuk cair dari Sigma Aldrich), indikator pati, larutan Luff Schoorl, Na-thiosulfat, KI; H₂SO₄; Etanol, NaOH, asam sitrat; iodin dan semua bahan kimia yang digunakan dalam kategori PA (Pro-Analysis).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian terdiri atas mikroskop (Axiom PC 101), pH meter (Cyber Scan), spektrofotometer (21 D Milton Roy), *Shaker Bath* (GFL 1083), neraca analitik (Ohaus AR2140), viscotester (Rion VT-04) dan *hot plate* (Torrey Pines Scientific).

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya pada bulan Februari-September 2009.

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan

berupa konsentrasi α -amilase (A) dan lama proses hidrolisa enzimatis (B), dan setiap perlakuan diulang tiga kali (Tabel 1.)

Tabel 1. Matriks dua faktor perlakuan penelitian

Waktu Hidrolisa Enzimatis (Menit)	Konsentrasi Enzim (% v/v)		
	0,1	0,3	0,5
30	A ₁ B ₁	A ₂ B ₁	A ₃ B ₁
60	A ₁ B ₂	A ₂ B ₂	A ₃ B ₂
90	A ₁ B ₃	A ₂ B ₃	A ₃ B ₃
120	A ₁ B ₄	A ₂ B ₄	A ₃ B ₄
150	A ₁ B ₅	A ₂ B ₅	A ₃ B ₅

Analisa keragaman dilakukan pada taraf α 5%, dan perlakuan yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

Ekstraksi pati gadung

Umbi gadung utuh diblansing selama 5 menit dengan cara dicelupkan dalam air mendidih, lalu dikupas dan diiris tipis dengan ketebalan \pm 1 cm. Irisan umbi gadung direndam dalam larutan garam dapur (NaCl) 10% (b/v) selama 3 hari dengan pergantian larutan garam setiap 24 jam. Kemudian irisan umbi gadung dihancurkan menjadi bubur menggunakan *blender* dan air ditambahkan dengan rasio 1:1. Bubur gadung disaring dengan kain saring untuk memisahkan ampasnya.

Filtrat kemudian diendapkan. Endapan pati gadung dipisahkan dari supernatan dan dicuci dengan penambahan air 1:2 (v/b), diaduk, dan kembali diendapkan, kemudian bagian air dibuang. Pencucian diulang \pm 10 kali. Endapan pati dijemur sampai kering (kadar air sekitar 12%).

Proses hidrolisa enzimatis menggunakan α -amilase

Pati gadung sebanyak 30 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah diisi air 100 mL. Keasaman suspensi pati diatur dengan menggunakan asam sitrat sampai pH mencapai 5,5 kemudian ditambah larutan CaCl₂ 12 bji ke dalam filtrat. Erlenmeyer dimasukkan ke dalam penangas air goyang yang telah diatur suhunya \pm 90°C dan pemanasan dilanjutkan sampai filtrat di dalam erlenmeyer mencapai suhu \pm 80°C.

Enzim α -amilase sebanyak 0,1; 0,3; dan 0,5% (v/v) ditambahkan ke dalam suspensi pati dan digojog. Diambil sampel sebanyak 10 mL pada menit ke 0, 30, 60, 90, 120, dan 150 menit setelah diinkubasi dengan enzim α -amilase untuk dianalisa kadar gula reduksinya.

Parameter

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah karakteristik kimia dan fisik gula cair pati gadung. Karakteristik kimia meliputi kadar gula reduksi (Metode Luff Schoorl, AOAC, 2000), *dextrose equivalent* (DE) (rasio dari kadar gula reduksi dibagi dengan total pati dikali dengan 100), dan pH; sedangkan sifat fisik adalah viskositas hidrolisat menggunakan viscotester Ostwald (Sudarmadji, 2003).

Pada penelitian ini dipisahkan antara cairan yang jernih dan endapannya, yang diukur viskositasnya adalah cairan jernih yang mengandung senyawa gula hasil hidrolisa enzimatis, tidak dilakukan penyaringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar gula reduksi

Analisa keragaman menunjukkan bahwa α -amilase, lama proses enzimolisis, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap gula pereduksi hasil enzimolisis pati gadung. Hasil uji BNJ pengaruh interaksi antara jumlah penggunaan α amilase dan waktu hidrolisa terhadap gula reduksi hasil hidrolisa enzimatis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji BNJ pengaruh interaksi antara jumlah penggunaan α amilase dan waktu hidrolisa terhadap gula reduksi hasil hidrolisa enzimatis pati gadung

Interaksi jumlah α amilase dan waktu hidrolisa	Rerata (g/L)	BNJ 5% = 15,98
0,1% dan 30 menit	99,62	c
0,1% dan 60 menit	99,79	c
0,1% dan 90 menit	89,92	bc
0,1% dan 120 menit	81,81	b
0,1% dan 150 menit	56,60	a
0,3% dan 30 menit	83,45	b
0,3% dan 60 menit	95,50	bc
0,3% dan 90 menit	94,37	bc
0,3% dan 120 menit	101,33	c
0,3% dan 150 menit	88,92	bc
0,5% dan 30 menit	102,93	c
0,5% dan 60 menit	103,02	c
0,5% dan 90 menit	101,75	c
0,5% dan 120 menit	102,22	c
0,5% dan 150 menit	91,97	bc

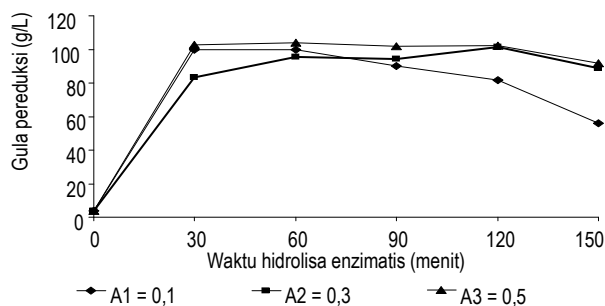
Kadar gula reduksi hasil hidrolisa enzimatis dengan α -amilase pati gadung berkisar antara 56,00-103,92 g/L dengan rata-rata 92,90 g/L. Kadar gula reduksi yang tertinggi diperoleh dari perlakuan 0,5% α -amilase dengan waktu hidrolisa selama 60 menit, sedangkan kadar gula reduksi terendah diperoleh dari penggunaan 0,1% α -amilase dengan waktu hidrolisa 150 menit. Kadar gula reduksi rata-rata dari hasil enzimolisis pati gadung dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1, menunjukkan bahwa sebelum hidrolisa kadar gula reduksi pati gadung sebesar 3,98 g/L. Secara kuantitatif lebih rendah bila dibandingkan pada menit ke 30 sampai dengan menit ke 150. Hal ini disebabkan granula pati gadung sebagian besar belum terhidrolisa. Granula pati gadung akan terhidrolisa secara keseluruhan, jika suhu medium substrat melewati suhu 84°C, karena suhu tersebut merupakan titik gelatinisasi maksimum untuk pati gadung.

Suhu gelatinisasi pati gadung yang digunakan dalam penelitian ini berkisar 70 sampai 84°C, rata-rata 76,33°C (Satyatama, 2005). Pada saat pengukuran suhu gelatinisasi, suhu medium pada substrat hanya mencapai 70°C, sedangkan pati gadung akan tergelatinisasi sempurna pada suhu rata-rata 76,33°C, dengan suhu maksimum 84°C.

Kadar gula reduksi meningkat secara sangat nyata terjadi pada menit ke 30. Perubahan tersebut erat kaitannya dengan proses gelatinisasi sempurna yang terjadi sebelumnya, karena suhu medium telah melewati titik gelatinisasi maksimum yaitu

90°C. Proses tersebut menyebabkan granula mudah diakses oleh enzim menghasilkan fragmen dan mikrogel dari molekul-molekul kimia seperti amilosa dan amilopektin sehingga proses hidrolisa oleh α -amilase menjadi lebih mudah (Ju *et al.*, 1995).



Gambar 1. Rata-rata kadar gula reduksi dalam gula cair gadung

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar jumlah α -amilase yang ditambahkan pada substrat pati gadung maka kadar gula reduksi yang dihasilkan semakin tinggi. Pada Gambar 1 ditunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang cukup nyata ($p > 0,05$) antara perlakuan dengan konsentrasi 0,1% dengan 0,3% dan 0,5%. Pada konsentrasi 0,1% kadar gula reduksi yang dihasilkan stabil sampai menit ke 60, akan tetapi selanjutnya terus menurun sampai menit ke 150.

Penggunaan α -amilase 0,1% menghasilkan gula reduksi 85,43 g/L. Peningkatan konsentrasi α -amilase menjadi 0,3 dan 0,5% dapat meningkatkan gula reduksi menjadi 92,71 g/L dan 100,56 g/L. Hal ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh Laga dan Langkong (2006) yang menggunakan α -amilase untuk memproduksi dekstrin dari tapioka, bahwa penggunaan enzim sebesar 0,05% menghasilkan gula reduksi sebanyak 13,82 g/L, peningkatan jumlah α -amilase menjadi 0,10, 0,15, 0,20, dan 0,25% berturut-turut adalah 20,12, 21,41, 22,20 dan 27,15 g/L.

Enzim α -amilase memutuskan ikatan α -1,4 glikosidik secara acak baik pada molekul amilosa maupun amilopektin menjadi komponen yang lebih sederhana seperti glukosa, maltosa, maltotriosa dan sejumlah oligosakarida bercabang (Winarno, 2002). Semakin banyak rantai pati yang terputus mengakibatkan semakin banyak gugus OH yang reaktif dan gula pereduksi yang dihasilkan semakin tinggi. Menurut Winarno (2002) sifat pereduksi suatu molekul gula ditentukan oleh jumlah gugus hidroksil (-OH) yang reaktif, dan pada glukosa biasanya terletak pada atom karbon nomor satu (anomerik).

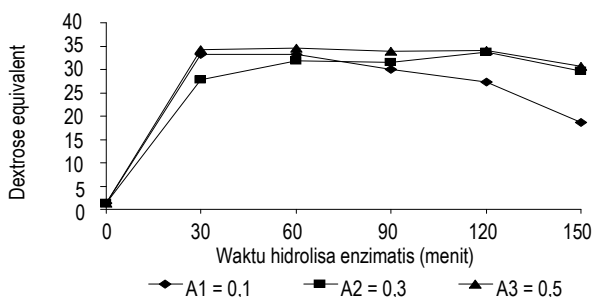
Enzim α -amilase menghidrolisa substrat pati yang memiliki struktur granula lebih terbuka kemudian menghasilkan komponen amilosa dan amilopektin dengan rantai yang lebih pendek. Struktur granula pati terbuka saat terjadi gelatinisasi, dan pada kondisi ini akan terjadi peningkatan viskositas. Suhu gelatinisasi pati gadung berkisar antara 70 sampai 84°C (Satyatama, 2005). Pada saat enzim α -amilase ditambahkan ke dalam substrat yang telah mengalami gelatinisasi maka dengan cepat α -amilase menghidrolisa ikatan pada pati yang memiliki ikatan hidrogen yang telah melemah disertai dengan terjadinya penurunan viskositas dengan cepat karena depolimerasi.

Semakin lama waktu hidrolisa maka kesempatan α -amilase dalam menghidrolisa ikatan α -1,4 glikosidik pada pati semakin besar. Hasil produksi gula reduksi pada menit ke 150 lebih rendah bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sedangkan pada menit ke 30 sampai dengan menit ke 120 terdapat perbedaan kadar yang tidak nyata ($p \leq 0,05$). Hal ini mungkin disebabkan oleh hidrolisa pati pada menit ke 30 sampai dengan menit ke 120 telah intensif sehingga ikatan-ikatan α -1,4 glikosidik pada pati telah dihidrolisa oleh α -amilase secara maksimal. Akan tetapi pada pati juga terdapat rantai bercabang yaitu α -1,6 glikosidik pada fraksi amilopektin. Pati umbi gadung memiliki amilopektin lebih tinggi (95,10%) dibandingkan dengan kadar amilosa (4,90%) sehingga α -amilase tidak mampu menghidrolisa pati gadung secara maksimal karena α -amilase merupakan endoenzim yang memutus ikatan α -1,4 glikosidik pada pati secara acak. Hal ini menyebabkan pertambahan kadar gula pereduksi pada menit ke 150 tidak signifikan dan cenderung menurun. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penghambatan aktivitas enzim α amylase oleh senyawa gula reduksi hasil pemecahan pati oleh enzim α -amilase. Senyawa gula reduksi bereaksi dengan enzim, enzim-substrat, atau keduanya yang menyebabkan penghambatan aktivitas enzim tersebut (Richardson dan Hyslop, 1985).

Waktu hidrolisa enzimatis yang lebih panjang ternyata tidak mampu meningkatkan secara signifikan kadar gula reduksi yang dihasilkan. Hal ini dapat disebabkan karena aktivitas α -amilase yang bekerja secara spesifik pada ikatan α -1,4 glikosidik dalam menghidrolisa substrat pati gadung.

Dextrose equivalent (de)

Nilai DE (*Dextrose Equivalent*) menunjukkan hasil hidrolisa pati yang dihitung dengan rumus perbandingan antara konsentrasi gula reduksi dengan total karbohidrat dikalikan 100. Nilai DE hasil hidrolisa enzimatis pati gadung berkisar antara 18,67-34,64 dengan rata-rata 30,97. DE hasil hidrolisa enzimatis pati gadung yang tertinggi diperoleh dari kombinasi penggunaan 0,5% α -amilase dengan waktu hidrolisa selama 60 menit, sedangkan DE hasil hidrolisa pati gadung terendah diperoleh dari kombinasi penggunaan 0,1% α -amilase dengan waktu hidrolisa selama 150 menit. Nilai rata-rata DE hasil hidrolisa pati gadung disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata DE gula cair gadung

Analisa keragaman menunjukkan penggunaan jumlah α -amilase dan waktu hidrolisa enzimatis berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) terhadap nilai DE yang dihasilkan, sedangkan interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata ($p \leq 0,05$).

Hasil uji BNJ pengaruh perlakuan konsentrasi α -amilase terhadap nilai DE dapat dilihat pada Tabel 3, dan hasil uji BNJ pengaruh perlakuan waktu hidrolisa enzimatis terhadap nilai DE disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Uji lanjut BNJ pengaruh konsentrasi α -amilase terhadap DE hasil hidrolisa enzimatis pati gadung

Jumlah penggunaan α -amilase (% v/v)	Rerata (g/L)	BNJ 5% = 2,46
0,1	29,47	a
0,3	30,81	a
0,5	33,38	b

Keterangan :

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata

Tabel 4. Uji lanjut BNJ pengaruh waktu hidrolisa enzimatis terhadap DE hasil enzimolisis pati gadung

Waktu hidrolisa enzimatis (menit)	Rerata (g/L)	BNJ 5% = 3,18
30	25,71	a
60	32,37	b
90	31,86	b
120	33,37	b
150	32,41	b

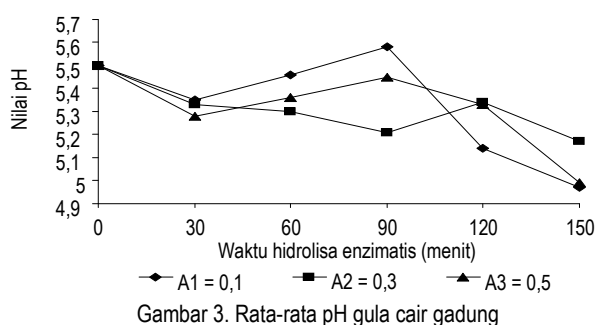
Keterangan :

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata

Gambar 2 menunjukkan terjadinya peningkatan DE yang signifikan dari menit ke 0 sampai menit ke 30. Nilai DE sebelum hidrolisa sebesar 1,33 sebagai kondisi alami bahan baku. Rendahnya nilai DE sebelum hidrolisa dibandingkan dengan menit ke 30 sampai dengan menit ke 150, karena granula pati belum terhidrolisa yang masih tersusun dalam bentuk susunan yang sangat kompak karena masih mengandung rantai pati yang sangat kompleks (homopolimer glukosa), sehingga pada saat pengukuran nilai DE hasil yang didapatkan belum maksimal. Peningkatan nilai DE selama proses hidrolisa enzimatis disebabkan proses hidrolisa pati menjadi molekul yang lebih sederhana yaitu glukosa, maltosa, dan maltotriosa. Pada saat proses hidrolisa enzimatis menit ke 60 terjadi peningkatan nilai DE akan tetapi tidak signifikan sampai pada menit ke 150. Hal ini berkaitan dengan aktivitas α -amilase yang bersifat spesifik dalam menghidrolisa substrat pati gadung. Enzim α -amilase merupakan endoenzim yang hanya mampu menghidrolisa terbatas pada ikatan α -1,4 glikosidik pada pati, tetapi tidak menghidrolisa ikatan α -1,6 glikosidik.

pH

Nilai pH menggambarkan konsentrasi ion hidrogen bebas yang dikandung bahan (Kusnandar, 1992). Derajat keasaman (pH) gula cair hasil hidrolisa pati gadung berkisar antara 4,97 sampai 5,58 dengan rata-rata 5,28. Nilai pH tertinggi terdapat pada penggunaan 0,1% α -amilase dengan waktu hidrolisa selama 90 menit, sedangkan nilai pH terendah terdapat pada penggunaan 0,1% α -amilase dengan waktu hidrolisa selama 150 menit. Nilai rata-rata pH gula cair hasil hidrolisa enzimatis pati gadung secara keseluruhan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata pH gula cair gadung

Berdasarkan analisa keragaman, perlakuan waktu hidrolisa enzimatis berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) terhadap pH gula cair hasil hidrolisa enzimatis pati gadung sedangkan perlakuan jumlah penggunaan α -amilase dan interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata ($p \leq 0,05$). Hasil uji BNJ pengaruh perlakuan waktu hidrolisa enzimatis terhadap pH gula cair hasil hidrolisa enzimatis pati gadung dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji lanjut BNJ pengaruh waktu hidrolisa enzimatis terhadap pH gula cair hasil hidrolisa enzimatis pati gadung

Waktu hidrolisa enzimatis (menit)	Rerata	BNJ 5% = 0,14
30	5,32	a
60	5,37	a
90	5,41	a
120	5,27	a
150	5,04	b

Keterangan :

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata

Nilai pH suatu substrat sangat menentukan aktivitas katalitik suatu enzim dan berpengaruh pada kualitas gula cair yang dihasilkan. Hasil pengukuran pH pada gula cair hasil hidrolisa enzimatis pati gadung menunjukkan bahwa pH yang dihasilkan berada pada kisaran 5,04 sampai 5,41. Hal ini berarti bahwa pH yang didapat masih berada pada kisaran optimum aktivitas enzim. Menurut Poedjadi (1994), secara umum enzim bekerja optimum pada pH 5 hingga 6.

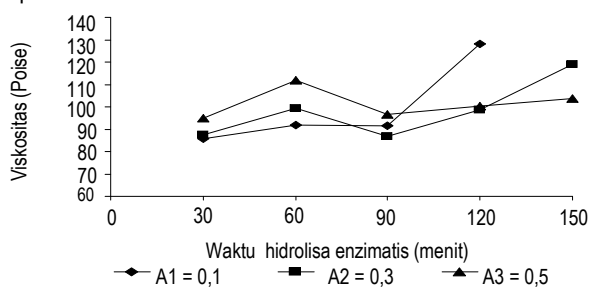
Pada menit ke 30 sampai menit ke 120 terdapat perbedaan pH yang tidak nyata ($p \leq 0,05$), sedangkan pada menit ke 150 terjadi penurunan pH. Hal ini dapat disebabkan karena semakin lama waktu hidrolisa enzimatis maka semakin tinggi kandungan gula reduksi yang dihasilkan dari proses hidrolisa pati gadung. Seiring dengan proses tersebut, maka meningkatkan kadar asam yang terkandung dalam gula cair yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan gula sederhana yang terbentuk dari proses hidrolisa enzimatis termasuk dari golongan aldehyd yang dapat berpengaruh pada tingkat keasaman bahan.

Selain itu, pH gula cair pati gadung juga dipengaruhi oleh adanya kadar asam sianida (HCN). Asam sianida (HCN) yang terdeteksi dalam gula cair pati gadung terbentuk pada saat umbi gadung mengalami kerusakan, diantaranya pada proses pengupasan dan pemotongan yang mengakibatkan senyawa-senyawa prekursor pada umbi gadung menjadi aktif dengan bantuan oksidator yaitu O_2 . Senyawa prekursor yang terdapat pada umbi gadung antara lain adalah dioskorin, diosgenin dan glukosida sianogenin (Pambayun, 2008). Pada penelitian ini

diduga pada saat proses tiga kali pencucian dengan larutan garam dan 10 kali proses pengendapan pati, belum mampu melarutkan semua HCN yang ada, sehingga pada saat dilakukan analisa HCN dengan metode titrasi didapatkan hasil bahwa pada gula cair pati gadung masih mengandung residu HCN sebesar 10%. Hal ini dapat berpengaruh pada pH gula cair yang dihasilkan.

Viskositas

Viskositas gula cair hasil hidrolisa enzimatis pati gadung berkisar antara 85,83 hingga 128,22 Poise dengan rata-rata 99,92 Poise. Viskositas tertinggi terdapat pada penggunaan 0,1% α -amilase dengan waktu hidrolisa selama 150 menit sedangkan viskositas terendah terdapat pada penggunaan 0,1% α -amilase dengan waktu hidrolisa selama 60 menit. Rata-rata viskositas gula cair hasil hidrolisa enzimatis pati gadung dapat dilihat Gambar 4.



Gambar 4. Rata-rata viskositas gula cair gadung

Berdasarkan analisa keragaman menunjukkan bahwa waktu hidrolisa enzimatis berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) terhadap viskositas gula cair yang dihasilkan, sedangkan jumlah penggunaan α -amilase dan interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata ($p \leq 0,05$). Hasil BNJ waktu hidrolisa enzimatis terhadap viskositas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji lanjut BNJ pengaruh waktu hidrolisa enzimatis terhadap viskositas gula cair hasil hidrolisa enzimatis pati gadung

Waktu hidrolisa enzimatis (menit)	Rerata (poise)	BNJ 5% = 2,37
30	21,64	a
60	22,52	a
90	20,93	a
120	22,00	a
150	26,60	b

Keterangan :

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sampai berarti berbeda tidak nyata

Semakin lama waktu hidrolisa enzimatis maka semakin banyak molekul gula sederhana yang terbentuk akibat dari proses hidrolisa α -amilase (Kearsley dan Dziedic, 1995), sehingga semakin banyak pula padatan terlarut yang terdapat pada gula cair yang dihasilkan. Padatan terlarut dalam gula cair merupakan hasil hidrolisa α -amilase pada ikatan glikosidik pati, yaitu menghasilkan glukosa, maltosa dan maltotriosa (Winarno, 2002). Hasil hidrolisa enzimatis menyebabkan terbentuknya interaksi antar molekul padatan terlarut dengan air dalam gula cair melalui ikatan hidrogen, sehingga viskositas gula cair lebih tinggi pada menit ke 150.

KESIMPULAN

Gula cair gadung terbaik diperoleh dari penggunaan α -amilase 0,5% dan lama hidrolisa 60 menit, dan gula cair tersebut dicirikan oleh kadar gula reduksi 103,92 g/L, DE 34,64, pH 5,36 dan viskositas 112,00 Poise.

DAFTAR PUSTAKA

- Amani NGG, Buleon A, Kamenan A, Colonna P. 2004. Variability in starch physicochemical and functional properties of yam (*Dioscorea* sp) cultivated in Ivory Coast. *J of the Sci of Food and Agric* 84(15): 2085-2096.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry. Washington DC. United States of America.
- Bhandari MR, Kawabata, J. 2005. Bitterness and toxicity in wild yam (*Dioscorea* spp) tubers of Nepal. *J Plant Foods for Human Nutr* 60(3): 129-135.
- Brunnaschweiler J, Luethi D, Handschin S, Farah Z, Escher F, Conde-Petit B. 2005. Isolation, Physicochemical characterization and application of yam (*Dioscorea* spp.) starch as thickening and gelling agent. *Starch* 57 (3-4): 153-160.
- Cahyadi W. 2008. Analisa dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan. Bumi Aksara. Jakarta.
- Daiuto E, Cereda M, Sarmento S, Vilpoux O. 2005. Effects of extraction methods on yam (*Dioscorea alata*) starch characteristics. *Starch* 57(3-4): 153-160.
- Ekowati. 2007. Pengaruh Ketebalan Rajangan terhadap Kadar HCN Kerupuk Gadung (*Dioscorea hispida*). Thesis Undergraduate. Undip. Semarang.
- Griffin VK, Brooks JR. 1989. Production and Size Distribution of Rice Maltodextrin Hydrolyzed from Milled Rice Flour Using Heat Stable Alpha Amilase. *J Food Sci* 54:190-193.
- Hebeda RE, Teague WM. 1992. Starch hydrolyzing enzymes. *In* Development in Carbohydrate Chemistry (Alexander, R.J., dan Zobel, H.F., editors). American Association of Cereal Chemists (AACC), St. Paul.
- Ju YH, Chen WJ, Lee CK. 1995. Starch Slurry Hydrolysis Using Alpha-Amylase Immobilized on a Hollow Fiber Reactor. *J Enzyme and Microbial Technol* 17: 685-688.
- Kearsley M, Dziedic W. 1995. Hand Book of Starch Hydrolysis Product and Their Derivatives. Blackie Academic & Professional, Glasgow.
- Kusnandar F. 1992. Pengalengan Kelapa Muda Hibrida dalam Kemasan. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Laga A, Langkong J. 2006. Study of Enzymatic Dextrin Production by Using Tapioca. Universitas Hasanuddin.
- Pambayun R. 2008. Kiat Sukses Teknologi Pengolahan Umbi Gadung. Ardana Media. Yogyakarta.
- Poedjiadi A. 1994. Dasar-Dasar Biokimia. UI Press. Jakarta.
- Riandini N. 2008. Bahan Kimia dalam Makanan dan Minuman. Shakti Adiluhung. Bandung.
- Richana S. 2008. Teknologi Pengolahan Jagung (online). <http://balitsereal.litbang.deptan.go.id> [20 Desember 2008].
- Richardson T, Hyslop DB. 1985. Enzymes. Dalam Fennema, O.R. (editor). Food Chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Satyatama DI. 2006. Sifat Fisik dan Kimia Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) Batang Hijau dan batang ungu : Studi Kasus di Desa Payakabung kecamatan Indralaya. Skripsi Jurusan teknologi Pertanian. UNSRI.
- Sudarmadji S. 2003. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Tjokroadikoesoemo PS. 1986. HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya. PT Gramedia. Jakarta.
- Winarno FG. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.