

HIDROLISIS ASAM PADA TEPUNG PATI UBI JALAR PUTIH (*Ipomoea batatas* L.) DALAM PEMBUATAN GULA CAIR

RTM Sutamihardja¹⁾, Nia Yuliani²⁾, Hana Laelasari^{1)*}, Devy Susanty¹⁾

¹⁾Program Studi Kimia FMIPA Universitas Nusa Bangsa Bogor

²⁾Program Studi Biologi FMIPA Universitas Nusa Bangsa Bogor

Jl. KH Soleh Iskandar KM 4 Cimanggu Tanah Sareal, Bogor 16166

* e-mail: hanalaela@gmail.com

ABSTRACT

*Acid Hydrolysis on The Starch Flour of white sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) in Making of Liquid Sugar*

National sugar needs for both direct consumption and for industrial needs will continue to increase as the population increases. According to Dirjenbun, in 2014 the national sugar demand reaches 5.7 million tons. Consisting of 2.8 million tons of white crystalline sugar for direct community consumption and 2.9 million tons of refined crystal sugar to meet industrial needs. White sweet potato can be used as raw material for making liquid glucose through hydrolysis process with acid (HCl). The preparation of liquid glucose consists of two stages: gelatinization stage and hydrolysis stage. Optimum hydrolysis was determined by variations in HCl concentration of 0.25; 0.5; and 0.75 N and time variations of 30, 60, and 90 minutes. The yield of sweet potato starch was 28.82% and the highest yield of hydrolysis result of white sweet potato starch was 94.07% at acid concentration 0.75 N with hydrolysis time 90 minutes.

Keywords: *white sweet potato, Flour of white sweet potato, liquid sugar, acid hydrolysis*

ABSTRAK

Kebutuhan gula nasional baik untuk konsumsi langsung maupun untuk kebutuhan industri akan terus meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Menurut Dirjenbun, pada tahun 2014 kebutuhan gula nasional mencapai 5,7 juta ton yang terdiri dari 2,8 juta ton gula kristal putih untuk konsumsi masyarakat langsung dan 2,9 juta ton gula kristal rafinasi untuk memenuhi kebutuhan industri. Ubi jalar putih dapat dijadikan bahan baku pembuatan glukosa cair melalui proses hidrolisis dengan asam (HCl). Pembuatan glukosa cair terdiri dari dua tahap yaitu tahap gelatinisasi dan tahap hidrolisis. Hidrolisis optimum ditentukan dengan variasi konsentrasi HCl yaitu 0,25; 0,5; dan 0,75 N dan variasi waktu 30, 60, dan 90 menit. Rendemen pati ubi jalar didapatkan sebesar 28,82% dan rendemen glukosa tertinggi hasil hidrolisis pati ubi jalar putih sebesar 94,07% pada konsentrasi asam 0,75 N dengan waktu hidrolisis 90 menit.

Kata kunci: *Ubi jalar putih, Tepung Pati Ubi Jalar Putih, Gula cair, hidrolisis asam*

PENDAHULUAN

Produksi gula dalam negeri semakin tidak mampu memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri sejak tahun 1986, sehingga kekurangan tersebut harus ditutupi dengan penyediaan gula impor yang terus meningkat dari tahun ke tahun (Zaini, 2008). Memperhatikan besarnya kebutuhan tersebut, maka diperlukan bahan alternatif pengganti gula kristal putih. Alternatif sumber pemanis non tebu adalah pati-patian. Ubi jalar melalui proses hidrolisis dapat menghasilkan glukosa cair yang dapat digunakan untuk pemanis makanan. Glukosa cair atau sering juga

disebut gula cair, mengandung D-glukosa, maltosa, dan polimer D-glukosa yang dibuat melalui proses hidrolisis pati. Proses hidrolisis pati menjadi glukosa cair dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti metode hidrolisis (Triyono, 2008). Menurut Mayasari (2007), hidrolisis dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah waktu hidrolisis dan konsentrasi asam berpengaruh terhadap rendemen glukosa cair. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan optimasi konsentrasi asam dan waktu hidrolisis untuk mendapatkan rendemen ubi jalar yang optimal.

Tabel 1. Standar Mutu Glukosa Cair

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	Air	Maksimum 20%
2.	Kadar Abu (dasar kering)	Maksimum 1%
3.	Gula Reduksi sebagai D-Glukosa	Minimum 30%
4.	Pati	Tidak ternyata
5.	Logam Berbahaya	Negatif
6.	Sulfur Dioksida	40 ppm
7.	Pemanis Buatan	Negatif
8.	Warna	Tak Berwarna sampai Kekuningan
9.	Jumlah Bakteri	Maksimum 500 koloni/gram
10.	Kapang	Negatif
11.	Khamir	50 koloni/gram
12.	Bakteri Golongan Koliform	Negatif

Sumber: SNI 01-2978-1992

Tabel 2. Kandungan Gizi dan Kalori Ubi Jalar Dibandingkan dengan Beras, Ubi Kayu, dan Jagung per 100 g Bahan

Bahan	Kalori (kal)	Karbohidrat (gr)	Protein (gr)	Lemak (gr)	Vitamin A (SI)	Vitamin C (mg)
Ubi jalar merah	123	27,9	1,8	0,7	7000	22
Beras	360	78,9	2,8	0,7	0	0
Ubi Kayu	146	34,7	1,2	0,3	0	30
Jagung Kuning	361	72,4	8,7	4,5	350	0

Sumber: Harnowo et al (1994) dalam Zuraida dan Supriati, 2001

Glukosa cair merupakan cairan jernih dan kental yang mengandung D-glukosa, maltosa, dan polimer D-glukosa yang diperoleh dari hidrolisis pati, seperti tapioka, sagu, pati jagung, dan pati umbi-umbian. Hidrolisis dapat dilakukan dengan cara kimia atau enzimatis pada waktu, suhu, dan pH tertentu. Gula dari pati mempunyai rasa dan kemanisan hampir sama dengan gula tebu (sukrosa), bahkan ada yang lebih manis. Gula tersebut dibuat dari bahan berpati seperti ubi kayu, ubi jalar, sagu, dan pati jagung. Standar mutu glukosa cair yaitu mempunyai kadar padatan kering minimum 70% dan dekstrosa ekuivalen minimum 20% (Tabel 1.).

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb) merupakan salah satu komoditi pertanian yang mempunyai prospek untuk dikembangkan di lahan yang kurang subur dan sebagai bahan olahan ataupun sebagai bahan baku industri. Menurut sejarahnya, tanaman ubi jalar berasal dari Amerika Tengah tropis, namun ada yang ber-

pendapat bahwa ubi jalar berasal dari Polinesia. Komposisi ubi jalar sangat tergantung pada varietas dan tingkat kematangan serta lama penyimpanan. Karbohidrat dalam ubi jalar terdiri dari monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Ubi jalar mengandung sekitar 16 - 40% bahan kering dan sekitar 70-90% dari bahan kering ini adalah karbohidrat yang terdiri dari pati, gula, selulosa, hemiselulosa, dan pektin. Komposisi nilai gizi ubi jalar dibandingkan dengan beras, ubi kayu, dan jagung per 100 g bahan tercantum pada Tabel 2.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan kimia yang digunakan adalah HCl (0,25; 0,5; dan 0,75 N), Na₂CO₃, karbon aktif/kaolin, NaOH 30%, petroleum eter, air suling, H₂SO₄ pekat, campuran selen, *Luff Schrool*, KI 30%,

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Pb-asetat, heksana, amilum, lugol, dan resin penikar anion kation.

Alat yang digunakan adalah wadah penampung tepung, peralatan gelas, termometer, stopwatch, penangas air, neraca analitik, cawan poselen, kotak timbang, desikator, oven, tanur, pipet volumetri, kertas saring, *soxhlet*, penampung lemak, corong, pH meter, *autoclave*, kolom resin penukar anion kation.

Metode

Tahapan penelitian meliputi pengolahan ubi jalar putih dijadikan tepung pati. Tepung ubi jalar tersebut diproses menjadi glukosa cair. Proses pembuatan gula cair dilakukan dengan hidrolisis asam dengan HCl. Konsentrasi asam yang digunakan adalah 0,25; 0,5; dan 0,75 N. Waktu yang digunakan adalah 30, 60, dan 90 menit.

a. Pembuatan Pati Ubi Jalar Putih (Koswara, 2013)

Proses pembuatan pati dari ubi jalar putih yaitu dengan cara mengupas dan membersihkan ubi jalar putih dari kulitnya, kemudian ubi jalar putih yang sudah bersih ditimbang dan diparut. Hasil dari parutan singkong ditambahkan air secukupnya, diperas dan disaring dengan kain saring. Hasil penyaringan didiamkan selama 8 jam untuk mengendapkan patinya. Air pada bagian atas dibuang sedangkan endapan pati dicuci dengan air dan diendapkan lagi beberapa saat. Pati yang diperoleh selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 72 jam, lalu diblender dan diayak.

b. Pembuatan Glukosa Cair (Devita, 2013 modifikasi)

Pembuatan glukosa cair terdiri dari dua tahap yaitu tahap gelatinisasi dan tahap hidrolisis. Pertama-tama ditimbang 25 gram tepung pati ubi jalar putih dalam erlenmeyer, lalu ditambahkan air mendidih sebanyak 75 mL. Setelah itu dipanaskan di atas penangas dengan suhu 60-70 °C hingga terbentuk gel. Sampel di tambahkan HCl (0,25; 0,5; dan 0,75 N) sebanyak 15 mL,

lalu dimasukkan ke dalam *autovlave* pada suhu 121 °C dengan tekanan 1 atm selama 30, 60 dan 90 menit.

Glukosa cair yang terbentuk di cek pH-nya dan dinetralkan, lalu ditambahkan arang aktif sebanyak 0,5 gram dan didiamkan selama satu jam kemudian disaring. Filtrat hasil penyaringan dialirkan ke dalam kolom resin anion dan kation. Sampel diuapkan di dalam evaporator pada suhu 100 °C. Hasil dari evaporasi selanjutnya dilakukan pengujian untuk parameter kimia.

c. Uji Proksimat

untuk mengetahui kandungan gizi dari glukosa cair yang telah dihidrolisis maka dilakukan pengujian proksimat. Pengujian proksimat meliputi: kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Determinasi Tanaman Ubi Jalar Putih

Uji yang dilakukan sebelum pembuatan gula cair dari ubi jalar putih adalah uji determinasi. Determinasi dari suatu tanaman bertujuan untuk mengetahui kebenaran identitas tanaman tersebut, apakah tanaman tersebut benar-benar tanaman yang diinginkan. Ubi jalar yang dideterminasi adalah ubi jalar putih yang berumur sekitar 4 bulan. Hasil determinasi tanaman ubi jalar putih didapatkan hasil berupa ubi jalar putih berjenis *Ipomea batatas* (L.) Lam., suku Convolvilacea.

b. Pembuatan Pati Ubi Jalar Putih

Berdasarkan hasil pembuatan pati ubi jalar putih, maka didapatkan rendemen pati ubi jalar putih sebesar 28,82%. Menurut Koswara (2013) rendemen pati ubi jalar sebesar 25-30%, nilai rendemen pati tersebut masih masuk dalam kisaran rendemen pati ubi jalar putih.

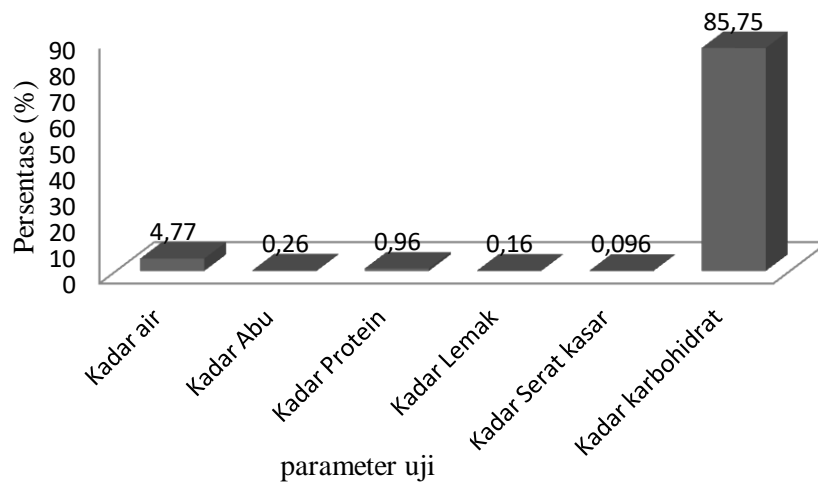
Rendemen pati ubi jalar putih dapat di pengaruhi beberapa faktor, yaitu: umur tanaman ubi jalar putih dan lama penyimpanan setelah panen. Umur tanaman ubi jalar putih yang ideal untuk di panen sekitar 3,5-5 bulan sehingga kandungan pati di dalamnya optimal. Menurut Julianti (2011), untuk mendapatkan pati ubi jalar putih yang optimal maka setelah panen ubi jalar sebaiknya segera diolah dan tidak dilakukan penyimpanan. Toleransi penyimpanan ubi jalar putih setelah panen dapat dilakukan maksimum 7 hari. Menurut Onggo (2006), karbohidrat di dalam ubi jalar berpotensi mengalami perubahan selama penyimpanan, enzim amilase yang terdapat pada ubi jalar putih dapat mengubah karbohidrat menjadi glukosa secara alami, ketika ubi segar disimpan maka karbohidrat dalam ubi segar akan mengalami perubahan yang menyebabkan kandungan pati ubi jalar akan berkurang dan mempengaruhi rendemen pada pati ubi jalar.

c. Analisis Proksimat Tepung Pati Ubi Jalar Putih

Uji proksimat dilakukan untuk mengetahui kualitas dari tepung pati yang

digunakan untuk proses hidrolisis menjadi gula cair. Hasil pengujian proksimat tepung pati ubi jalar putih dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan hasil uji proksimat, karbohidrat merupakan komponen utama pada Ubi Jalar putih dengan kadar 85,75%. Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa Ubi Jalar putih mengandung karbohidrat yang tinggi. Dengan kadar karbohidrat yang tinggi ini, maka Ubi Jalar putih memiliki potensi yang cukup besar untuk dijadikan bahan baku gula cair. Semakin tinggi kadar karbohidrat suatu bahan makanan, maka kadar glukosanya juga akan banyak, sehingga memungkinkan untuk mendapatkan rendemen glukosa yang tinggi setelah hidrolisis.

Kadar protein pada ubi jalar putih yaitu 0,96%. Menurut Winarno (2002), kadar protein dapat mempengaruhi warna gula cair. Protein dan gula pereduksi dapat bereaksi menghasilkan warna kuning kemerahan. Kandungan lemak di dalam tepung pati ubi jalar mempengaruhi kualitas dari tepung pati ubi jalar. Hal ini karena kadar lemak yang tinggi akan menimbulkan ketengikan pada saat penyimpanan. Serat kasar merupakan serat yang tidak dapat dihidrolisis oleh asam. Rendahnya nilai serat kasar dapat menguntungkan dalam proses hidrolisis, karena sisa hasil hidrolisis tidak akan banyak.



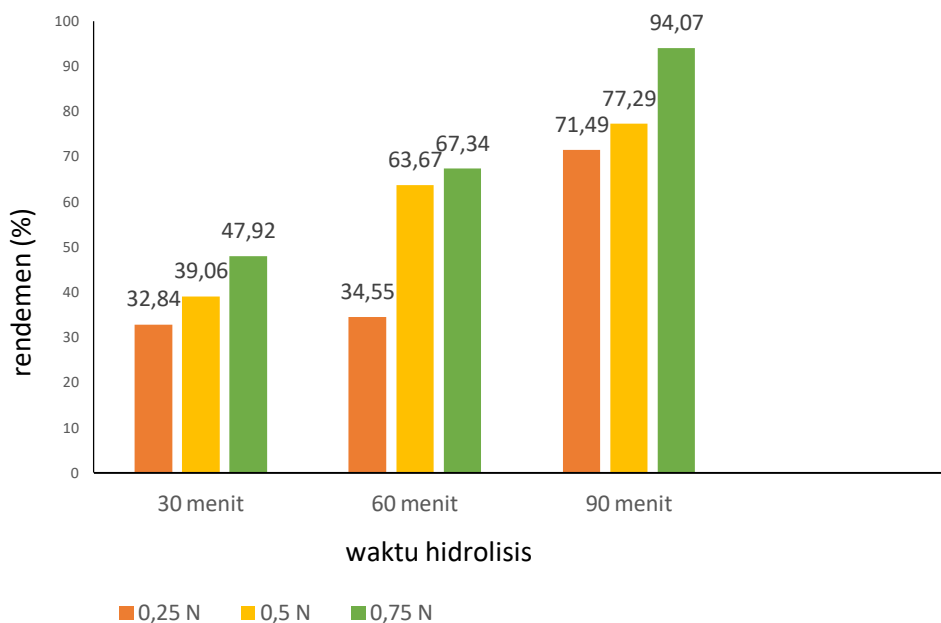
Gambar 1. Nilai Proksimat Tepung Pati Ubi Jalar Putih

d. Rendemen Gula Cair

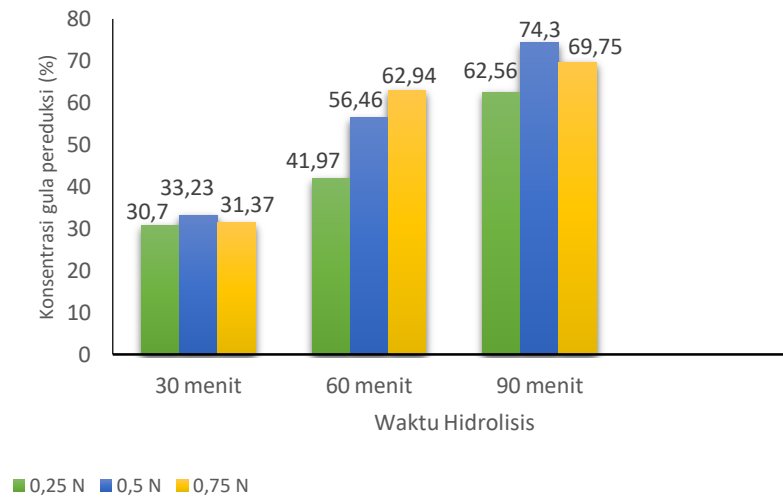
Banyaknya jumlah gula cair hasil hidrolisis dapat diketahui dengan menghitung rendemen yang dihasilkan. Nilai rendemen gula cair dengan berbagai variasi konsentrasi asam dan variasi waktu hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 2. Rendemen tertinggi hasil hidrolisis pati ubi jalar putih sebesar 94,07% pada konsentrasi asam 0,75 N dengan waktu hidrolisis 90 menit. Hal ini menunjukkan bahwa hampir seluruh pati ubi jalar putih terhidrolisis dengan sempurna. Nilai serat kasar yang rendah pada pati ubi jalar putih menunjukkan kecilnya kandungan serat yang tidak dapat dihidrolisis oleh asam sehingga sisa hasil hidrolisis hanya sedikit. Berdasarkan Gambar 2, waktu hidrolisis berpengaruh pada nilai rendemen gula cair. Semakin lama waktu hidrolisis, rendemen gula cair yang dihasilkan semakin tinggi. Konsentrasi HCl juga mempengaruhi rendemen gula cair. HCl dengan konsentrasi yang lebih tinggi dan dengan waktu yang lebih lama menghasilkan rendemen yang lebih tinggi. Triyono (2008) melaporkan jumlah rendemen gula cair yang dihidrolisis dengan HCl 0,1 N sebanyak 37,91% dan dengan menggunakan HCl 0,2 N diperoleh rendemen sebanyak 37,07%.

e. Gula Pereduksi

Gula pereduksi merupakan gula yang dapat mereduksi senyawa yang mengandung logam bersifat oksidator. Hal ini karena gula pereduksi mempunyai gugus aldehyd atau keton (Winarno, 2002). Gula yang termasuk ke dalam gula pereduksi adalah glukosa, maltosa, fruktosa dan laktosa. Berdasarkan Gambar 3, kadar gula pereduksi tertinggi sebesar 74,3% pada konsentrasi HCl 0,5 N dengan waktu hidrolisis 90 menit. Jika di bandingkan dengan kadar gula pereduksi SNI, kadar gula pereduksi ini masih memenuhi standar, batas terendah nilai gula pereduksi SNI adalah 30%. Nilai gula pereduksi pada konsentrasi 0,75 N mempunyai nilai gula pereduksi yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai gula pereduksi pada konsentrasi asam 0,5 N, hal ini disebabkan karena terjadinya reaksi kebalikan dari molekul glukosa dan maltosa membentuk oligosakarida yang lebih tinggi yang bersifat non pereduksi. Berdasarkan hal tersebut, maka untuk menghidrolisis pati menjadi gula cair paling baik dilakukan pada konsentrasi HCl 0,5 N dengan waktu hidrolisis 90 menit.



Gambar 2. Rendemen Gula Cair dengan Variasi Konsentrasi Asam dan Waktu Hidrolisis



Gambar 3. Konsentrasi Gula Pereduksi dengan Variasi Konsentrasi Asam dan Waktu Hidrolisis

Tabel 3. Karakteristik Fisika Glukosa Cair

Waktu (menit)	Konsentrasi (N)	Parameter		
		Bau	Rasa	Warna
30	0,25	Khas	Manis	Kuning (+)
	0,5	Khas	Manis	Kuning (+)
	0,75	Khas	Manis	Kuning (+)
60	0,25	Khas	Manis	Kuning (+)
	0,5	Khas	Manis	Kuning (+)
	0,75	Khas	Manis	Kuning (+)
90	0,25	Khas	Manis	Kuning (+)
	0,5	Khas	Manis	Kuning (++)
	0,75	Khas	Manis	Kuning (++++)
SNI 01-2978-1992		Tidak berbau	Manis	Tidak berwarna

Berdasarkan hasil rendemen dan nilai gula pereduksi yang didapatkan, nilai rendemen yang tinggi tidak berbanding lurus dengan nilai gula pereduksi hasil hidrolisis. Pada hidrolisis pati dengan konsentrasi HCl 0,75 N selama 90 menit, didapatkan nilai rendemen tertinggi, akan tetapi nilai gula pereduksi mengalami penurunan. Nilai gula pereduksi didapatkan pada hidrolisis pati dengan konsentrasi HCl 0,5 N selama 90 menit. Berdasarkan hasil tersebut, untuk mendapatkan gula cair yang

baik maka hidrolisis pati dilakukan pada konsentrasi HCl 0,5 N selama 90 menit.

f. Karakteristik fisika

Karakteristik fisika glukosa cair terdiri dari beberapa pengujian, yaitu uji rasa, bau, warna, dan rendemen glukosa cair yang terbentuk (Tabel 3). Pada umumnya glukosa cair yang dihasilkan dengan hidrolisis menggunakan HCl memiliki aroma khas dengan rasa manis.

Menurut SNI 01-2978-1992, glukosa cair yang baik seharusnya tidak memiliki aroma, manis, dan tidak berwarna. Warna glukosa cair yang dihasilkan yaitu kuning. Penggunaan konsentrasi HCl yang lebih tinggi pada waktu hidrolisis yang lama (90 menit), memberikan warna kuning yang lebih pekat.

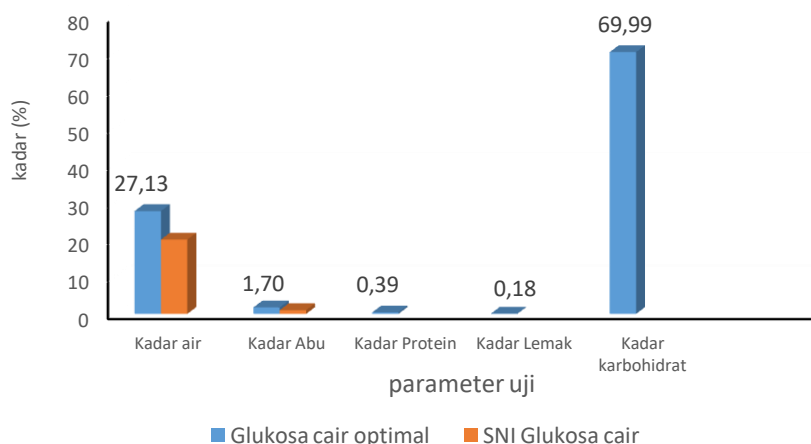
g. Uji Kualitatif Kandungan Pati

Uji kualitatif kandungan pati pada gula cair dari ubi jalar putih dilakukan dengan pereaksi lugol (Gambar 4). Hasil positif pada uji lugol adalah terbentuknya

warna biru tua sampai hitam setelah penambahan pereaksi lugol. Hasil positif pada uji lugol menandakan adanya kandungan pati. Uji lugol untuk gula cair hasil hidrolisis dengan konsentrasi asam 0,75 N dan waktu hidrolisis 90 menit memberikan nilai yang negatif, karena warna yang terbentuk hasil penambahan pereaksi lugol pada gula cair berwarna kuning terang. Pembentukan warna tersebut dapat menunjukkan bahwa proses hidrolisis telah sempurna, karena pati yang terkandung telah diubah seluruhnya menjadi gula cair



Gambar 4. Hasil Uji Kualitatif Pati dengan Pereaksi Lugol



Gambar 5. Hasil Uji Proksimat Gula Cair

h. Proksimat Gula Cair

Gula cair hasil hidrolisis kemudian di uji proksimat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kandungan gizi yang terdapat pada gula cair. Hasil dari uji proksimat pada gula cair dapat dilihat pada Gambar 5.

1) Kadar Air

Pengujian kadar air pada gula cair dilakukan untuk menentukan kandungan air yang terdapat dalam gula cair. Kadar air didapatkan sebesar 27,13%, hasil ini lebih besar dibandingkan dengan kadar air SNI yang digunakan, karena pada proses evaporasi air yang terkandung di dalam gula masih belum banyak yang menguap. Tingginya kadar air pada gula cair akan berpengaruh pada tingkat kekentalan gula cair. Untuk mendapatkan kadar air yang lebih kecil, maka waktu yang dibutuhkan untuk evaporasi harus ditambah.

2) Kadar Abu

Nilai kadar abu pada gula cair didapatkan sebesar 1,70%, nilai tersebut lebih tinggi dari nilai SNI yang digunakan yaitu sebesar 1,0%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kandungan mineral atau bahan anorganik di dalam gula cair tinggi. Hal ini dapat disebabkan pada proses pembuatan gula cair terdapat penambahan bahan anorganik yang dapat mempengaruhi nilai kadar abu. Na_2CO_3 merupakan bahan kimia yang digunakan dalam penetralan gula cair, Na_2CO_3 akan bereaksi dengan HCl membentuk NaCl yang merupakan garam anorganik yang dapat mempengaruhi nilai kadar abu.

3) Kadar Protein

Kadar protein pada gula cair didapatkan sebesar 0,39%. Kadar protein untuk gula cair belum mempunyai SNI sehingga nilai kadar protein masih belum bisa dibandingkan dengan standar mutu. Nilai kadar protein pada gula cair dibandingkan dengan kadar protein tepung pati yang dihidrolisis lebih kecil. Hal ini dapat disebabkan adanya protein yang rusak pada saat proses hidrolisis.

Kerusakan protein tersebut dapat dikarenakan suhu yang terlalu tinggi.

4) Kadar Lemak

Berdasarkan pada Gambar 5, kadar lemak pada gula cair sebesar 0,18%. Berdasarkan hasil tersebut, gula cair mengandung lemak yang kecil, sehingga ketika di konsumsi berlebihan tidak akan membahayakan bagi kesehatan. Nilai kandungan lemak pada gula cair hasil hidrolisis lebih tinggi dibandingkan pada pati tepung ubi jalar putih. Hal ini dapat disebabkan oleh terdapatnya lemak pada bahan tambahan sehingga nilai lemak pada gula cair bertambah sedikit

5) Kadar Karbohidrat

Berdasarkan Gambar 5, nilai kadar karbohidrat pada gula cair didapatkan sebesar 69,99%. Nilai kadar karbohidrat pada gula cair lebih rendah di bandingkan dengan nilai kadar karbohidrat pada pati ubi jalar sebesar 85,75%. Penurunan karbohidrat sebesar 18,38% dapat terjadi karena karbohidrat pada pati ubi jalar telah dihidrolisis menjadi gula cair sehingga kandungan karbohidratnya berkurang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa ubi jalar putih dapat di jadikan bahan baku pembuatan gula cair melalui proses hidrolisis dengan asam (HCl). Rendemen pati yang didapat sebesar 28,82%, dengan rendemen gula cair tertinggi sebesar 94,07% pada konsentrasi asam 0,75 N waktu hidrolisis 90 menit, kadar gula pereduksi tertinggi di dapatkan pada konsentrasi asam 0,5 N dengan waktu hidrolisis 90 menit sebesar 74,30%. Gula cair hasil hidrolisis tidak memenuhi syarat SNI 01-2978-1992 dilihat dari parameter warna dan bau gula cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Devita, C. 2013. Perbandingan Metode Analisis Menggunakan Enzim Amilase dan Asam dalam pembuatan Sirup Glukosa dari Pati Ubi Jalar Ungu. *Skripsi*. Fakultas MIPA. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Julianti, E. 2011. Karakteristik Umbi dan Pati Dua Varietas Umbi Jalar Putih Berbagai Dosis Pupuk Kalium. *Skripsi*. Program Studi Teknik Pangan. Universitas Sumatera Utara.
- Koswara, S.2013. *Pengolahan Ubi Jalar*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan dan Seafast Center IPB, IPB. Bogor.
- Mayasari, T. S. 2007. Pengaruh Lama Hidrolisis Dan Konsentrasi Asam Terhadap Rendemen Dan Mutu Sirup Glukosa Dari Pati Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.). *Skripsi*. Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
- Onggo, T. M. 2006. Perubahan Komposisi Pati dan Gula Dua Jenis Ubi Jalar “Cilembu” Selama Penyimpanan. *Skripsi*. Program Studi Budidaya Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia. 1992. *SNI 01-2978-1992: Gula Cair*.
- Triyono, A. 2008. Karakteristik Gula Glukosa dari Hasil Hidrolisis Pati Umbi Jalar (*Ipomoea batatas*) dalam Upaya Pemanfaatan Pati Umbi-umbian. *Prosiding Seminar Nasional 2008*. B2PTTG-LIPI. Subang.
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Zaini, A. 2008. Pengaruh Harga Gula Impor Harga Gula Domestik dan Produk Gula Domestik Terhadap Permintaan Gula impor di Indonesia. *EPP Vol 5 No:2* hal 1-9. *Skripsi*. Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Munawarman. Samarinda
- Zuraida N dan Y. Supriati. 2001. Usahatani Ubi Jalar sebagai Bahan Pangan Alternatif dan Diversifikasi Sumber Karbohidrat. *Buletin AgroBio*. 4(1): 13-23.