

**PENGARUH SUHU DAN KONSENTRASI ENZIM AMILOGLUKOSIDASE  
PADA PROSES SAKARIFIKASI PRODUKSI GULA CAIR PATI UBI  
GADUNG (*Dioscorea hispida* Dennts)**

I Komang Putra Adnyana<sup>1</sup>, Amna Hartiati<sup>2</sup>, I Wayan Arnata<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian UNUD

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian UNUD

Email: novaputra186@yahoo.com<sup>1</sup>

Email koresponden: amnahartiati@unud.ac.id<sup>2</sup>

**ABSTRACT**

The experiment was carried out to determine the effect of amyloglucosidase concentration and temperature of saccharification process on the characteristics of liquid sugar and to find out the best characteristics of liquid sugar from yam potato starch. This study used a split plot experimental design with two treatment factors. The main plot was the saccharification temperature which consists of three levels, namely 55°C, 60°C and 65°C. Amyloglucosidase enzyme concentration as the subplot consisted of three levels ie 1500 U/kg of starch, 2500 U/kg of starch and 3500 U/kg of starch. In this experiment obtained 9 combinations for each experiment was repeated 2 times and obtained 18 experimental units. The results of liquid sugar were then analyzed their moisture content, ash content, degree of sweetness, and sensory test color. The results showed that the addition of enzyme amyloglucosidase with different concentrations significantly affected the degree of sweetness and gave a very significant effect on the color of liquid sugar and no significant effect on moisture content and ash content. The difference treatment of saccharification temperature significantly affected the water content, the degree of sweetness and color and no gave significant effect on ash content of liquid sugar. Interaction between treatments significantly affected the degree of sweetness, very significant effect on the color and no significant effect on moisture content and ash content of the resulting liquid sugar. The treatment with the addition of enzyme amyloglucosidase with concentration of 2500 U/kg starch and temperature of saccharification 55°C produced the best characteristics of liquid sugars from starch of yam potato is the best characteristics with moisture content (57.63%), ash content (0.66%), the degree of sweetness (48.00°Brix), and sensory test color (2.13).

Keyword: amiloglukosidase enzyme, saccharification, liquid sugar, potato starch yam

## PENDAHULUAN

Ubi gadung merupakan salah satu ubi minor yang mengandung pati, selain dimanfaatkan menjadi olahan kripik gadung. Ubi gadung dapat diolah menjadi salah satu gula alternatif karena pati yang terkandung didalamnya dengan komposisi kimia yaitu air (74,0%), karbohidrat (24,0%), lemak (0,16%), protein (2,0%), dan serat kasar (0,93%) (Pambayun, 2008). Gadung (*Dioscorea hispida*) merupakan tumbuhan perambat, berumur menahun (*perennial*), panjang bisa mencapai 10 m. Batang berkayu, silindris, membelit, warna hijau, bagian dalam solid, permukaan halus, berduri. Daun majemuk, bertangkai, beranak daun tiga (*trifoliolatus*), warna hijau, panjang 20 - 25 cm, lebar 1 - 12 cm, helaian daun tipis lemas, bentuk lonjong, ujung meruncing (*acuminatus*), pangkal tumpul (*obtusus*), tepi rata, pertulangan melengkung (*dichotomous*), permukaan kasap (*scaber*). Bunga majemuk, bentuk bulir (*spica*), muncul dari ketiak daun (*axillaris*), buah lonjong, panjang kira-kira 1 cm dan berakar serabut. Dengan pemanenan dapat dilakukan setelah tanaman berumur 12 bulan (Pambayun, 2008). Gula alternatif berbahan baku pati dapat berupa fruktosa yang mempunyai rasa dan kemanisan hampir sama dengan gula tebu. Gula alternatif berbahan baku pati dapat berupa sirup glukosa dan fruktosa yang mempunyai rasa dan kemanisan hampir sama dengan gula tebu, bahkan jenis gula fruktosa lebih manis. gula pati sirup glukosa dan fruktosa mempunyai prospek untuk mensubstitusi gula pasir. Hal ini bisa dibuat dari pati ubi minor salah satunya ubi gadung (Purba, 2009).

Proses hidrolisis pati menjadi gula cair meliputi proses likuifikasi dan sakarifikasi. Pada proses likuifikasi menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase dan menghasilkan produk berupa dekstrin. Untuk menghasilkan gula cair/larutan glukosa diperlukan proses lanjutan berupa proses sakarifikasi dengan menggunakan enzim amiloglukosidase. Enzim ini juga dikenal dengan nama  $\alpha$ -1,4 glikan glukohidrolase. Dengan penggunaan enzim ini diharapkan ikatan  $\alpha$ -1,6 glikosidik juga akan terhidrolisis sehingga produk dekstrin yang dihasilkan pada tahap likuifikasi akan terkonversi menjadi unit-unit glukosa. Dengan demikian akan diperoleh derajat kemanisan dan rendemen gula yang lebih tinggi (Virlandia 2008).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Budiyanto *et al.* (2005) yang menghidrolisis pati ubi kayu secara enzimatis yaitu dengan proses likuifikasi menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase dan sakarifikasi menggunakan enzim amiloglukosidase. Proses likuifikasi dilakukan pada konsentrasi enzim 0,6-1,2 ml/kg pati selama 20-60 menit pada suhu 90-100<sup>o</sup>C dan proses sakarifikasi menggunakan enzim 0,8-1,2 ml/kg pati, pada suhu 60<sup>o</sup>C dan pH 4.0-4,6 selama 72 jam. Hal serupa juga diteliti oleh Suhartono (1989), yang menyatakan bahwa enzim  $\alpha$ -amilase bekerja pada kisaran suhu 90 – 100<sup>o</sup>C. Penelitian yang dilakukan oleh Hartiati dan Yoga (2014) menyebutkan bahwa pada suhu 95<sup>o</sup>C dengan konsentrasi enzim 1,0 ml/kg pati ubi talas didapatkan Dekstrosa Ekvivalen (DE) tertinggi yaitu 34,26%. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, terlihat bahwa belum diketahuinya kondisi terbaik dari perlakuan suhu dan konsentrasi enzim dalam proses sakarifikasi. Berkaitan dengan hal tersebut, maka dalam penelitian ini akan diproduksi gula cair dengan perlakuan suhu dan konsentrasi enzim amiloglukosidase pada proses sakarifikasi dengan bahan yang dibuat dari pati ubi gadung dengan proses likuifikasi terbaik yaitu suhu 95<sup>o</sup>C dengan konsentrasi enzim  $\alpha$  amylase 2500 U/kg pati.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Analisis Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Jalan PB. Sudirman, Denpasar, Laboratorium Bioindustri dan Laboratorium Organoleptik Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Bukit Jimbaran dari bulan September hingga Oktober 2014.

### Alat dan Bahan

#### Alat

Alat-alat yang digunakan adalah water bath, pipet mikro, spektrofotometer (UV-Vis), evaporator, hand refractometer, oven, cawan porselin, botol timbang, Erleneyer, blender, parutan, pisau, kain saring, timbangan analitik dan alat-alat gelas.

## Bahan

Bahan yang digunakan adalah pati ubi gadung dengan umur 12 bulan yang didapat dari petani yang ada di Desa Bukit Jimbaran. Enzim yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah azim  $\alpha$ -amilase (Novo, Thermamyl), amiloglukosidase (Novo, Thermamyl), Bahan kimia yang dipergunakan adalah HCl, aquades, dan bahan-bahan lain untuk keperluan analisa parameter penelitian.

## Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot design*) dengan dua faktor perlakuan yaitu untuk mengetahui suhu sakarifikasi dan kosentrasi enzim amiloglukosidase. Petak utama yang digunakan adalah suhu sakarifikasi yang terdiri dari 3 (tiga) taraf yaitu, S1; 55°C, S2; 60°C dan S3; 65°C. Kosentrasi enzim amiloglukosidase sebagai anak petak terdiri dari 3 (tiga) taraf yaitu, M1; 1.500 U/kg pati, M2; 2.500 U/kg pati, dan M3; 3.500 U/kg pati. Pada percobaan ini terdapat 9 kombinasi untuk setiap percobaannya yang diulang sebanyak 2 (dua) kali, sehingga terdapat 18 unit percobaan.

Petak utama suhu sakarifikasi

S1 = 55°C

S2 = 60°C

S3 = 65°C

Anak petak kosentrasi enzim amiloglukosidase

M1 = 1.500 U/kg pati

M2 = 2.500 U/kg pati

M3 = 3.500 U/kg pati

Apabila perlakuan berpengaruh sangat nyata atau nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

## Pelaksanaan Penelitian

### Pembuatan Tepung Pati Ubi Gadung

Ubi gadung dikupas, ditimbang kemudian diblender, diendapkan selama 1 hari, dikeringkan dengan oven suhu 50°C, dan diayak dengan ayakan 40, 60, dan 80 mesh secara bertahap.

### **Pembuatan Dekstrin dan Sakarifikasi (Gula Cair)**

Penelitian ini menggunakan pati ubi gadung sebanyak 300 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan dengan akuades sampai volumenya mencapai 1000 ml, suspensi pati kemudian dipanaskan dalam *water bath* sampai tergelatinisasi dengan suhu 95<sup>o</sup>C. Penambahan enzim dan pengaturan suhu proses disesuaikan dengan perlakuan yaitu konsentrasi enzim  $\alpha$ -amilase 1.500 U/kg pati sedangkan suhu hidrolisis 95<sup>o</sup>C. Proses ini dilakukan selama 60 menit. Dekstrin hasil likuifikasi selanjutnya disakarifikasi sesuai perlakuan yaitu konsentrasi enzim amiloglukosidase ditambahkan 1.500 U/kg pati, 2.500 U/kg pati, dan 3.500 U/kg pati, sedangkan suhunya diatur sesuai perlakuan menjadi 55<sup>o</sup>C, 60<sup>o</sup>C dan 65<sup>o</sup>C. Waktu proses dilakukan selama 72 jam dengan pengadukan secara periodik 12 jam sekali. Cairan gula yang dihasilkan dari masing-masing kombinasi perlakuan, selanjutnya dianalisis sesuai dengan parameter yang diamati.

### **Variabel yang Diamati**

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar air (Sudarmadji, 1984), kadar abu (Sudarmadji, 1984), warna (organoleptik), dan derajat kemanisan (Muchtadi, 1989).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kadar Air Gula Cair Pati Ubi Gadung**

Kadar air dalam suatu bahan makanan sangat mempengaruhi kualitas dan daya simpan dari bahan pangan tersebut. Apabila kadar air bahan pangan tersebut tidak memenuhi syarat maka bahan pangan tersebut akan mengalami perubahan fisik dan kimiawi yang ditandai dengan tumbuhnya mikroorganisme pada makanan sehingga bahan pangan tersebut tidak layak untuk dikonsumsi. Penentuan kadar air dari suatu bahan pangan sangat penting agar dalam proses pengolahan maupun pendistribusian mendapat penanganan yang tepat. Penentuan kadar air suatu bahan pangan digunakan untuk menentukan banyaknya zat gizi yang dikandung oleh bahan

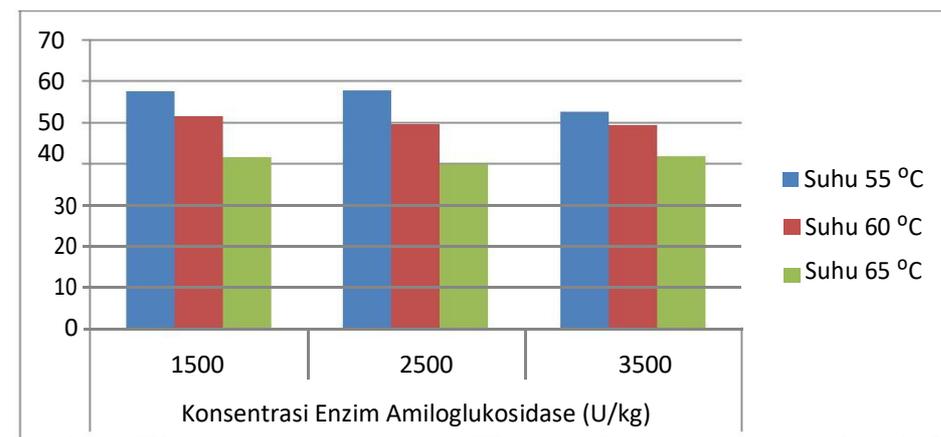
pangan tersebut. Dengan memanaskan suatu bahan pangan dengan suhu tertentu maka air dalam bahan pangan tersebut akan menguap dan berat bahan pangan tersebut akan konstan. Berkurangnya berat bahan pangan tersebut berarti banyaknya air yang terkandung dalam bahan pangan tersebut (Winarno 2004).

Hasil sidik ragam, menunjukkan bahwa perlakuan suhu sakarifikasi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ), konsentrasi enzim amiloglukosidase dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air gula cair pati ubi gadung. Nilai rata – rata kadar air gula cair pati ubi gadung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata – rata kadar air gula cair pati ubi gadung (%) pada perlakuan suhu sakarifikasi dan konsentrasi enzim.

Perlakuan	Konsentrasi Enzim Amiloglukosidase (U/kg)			Rata - rata	
	1500	2500	3500		
Suhu	55 °C	57,45	57,63	52,36	55,81 a
	60 °C	51,49	49,55	49,14	50,06 a
	65 °C	41,42	39,74	41,64	40,93 b
		50,12 a	48,97 a	47,71 a	

Keterangan : Huruf yang sama di belakang nilai rata – rata menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $p > 0,05$ ).



Gambar 1. Grafik nilai rata-rata kadar air gula cair pati ubi gadung

Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi perlakuan suhu sakarifikasi maka semakin rendah kadar air yang dihasilkan, diduga karena dalam proses penguapan kadar air pada bahan akan semakin banyak terlepas pada suhu tinggi. Nilai rata – rata kadar air gula cair pati ubi gadung dengan perlakuan konsentrasi enzim amiloglukosidase 2.500 U/kg dan suhu sakarifikasi 65°C memberikan hasil

kadar air yang terendah yaitu 39,74% dan berbeda nyata dengan perlakuan suhu sakarifikasi 55°C dan 60°C sedangkan rata – rata kadar air tertinggi diperoleh dari perlakuan konsentrasi enzim amiloglukosidase 2.500 U/kg dan suhu sakarifikasi 55°C dengan nilai rata – rata 57,63%. Dari hasil analisa terlihat kadar air masing-masing gula cair pati ubi gadung belum memenuhi persyaratan mutu SNI 01-3743-1995 tentang gula cair adalah kurang atau sama dengan 20%.

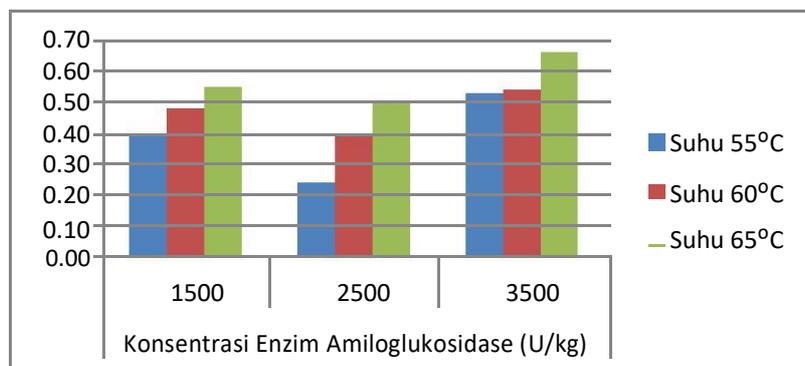
**Kadar Abu Gula Cair Pati Ubi Gadung**

Hasil sidik ragam, menunjukkan bahwa perlakuan suhu sakarifikasi dan konsentrasi enzim amiloglukosidase dan interaksinya tidak berpengaruh nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kadar abu gula cair pati ubi gadung. Nilai rata – rata kadar abu gula cair pati ubi gadung dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Nilai rata – rata kadar abu gula cair pati ubi gadung (%) pada perlakuan suhu sakarifikasi dan konsentrasi enzim.

Perlakuan	Konsentrasi Enzim Amiloglukosidase (U/kg)			Rata-rata
	1500	2500	3500	
Suhu	55°C	0,40	0,24	0,53
	60°C	0,48	0,39	0,54
	65°C	0,55	0,50	0,66

Hasil analisa kadar abu gula cair pati ubi gadung yang disajikan pada Tabel 2 dengan perlakuan konsentrasi enzim 2.500 U/kg dan suhu sakarifikasi 55°C memberikan hasil kadar abu yang terendah yaitu 0,24% (bb) sedangkan rata – rata kadar abu tertinggi diperoleh dari perlakuan konsentrasi enzim 3.500 U/kg dan suhu pengering 65°C dengan nilai rata – rata 0,66% (bb). Dari hasil analisis terlihat kadar abu masing-masing gula cair pati ubi gadung sudah memenuhi persyaratan mutu SNI 01-3743-1995 tentang gula cair adalah kurang atau sama dengan 1%.



Gambar 2. Grafik nilai rata – rata kadar abu gula cair pati ubi gadung

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi perlakuan suhu sakarifikasi maka semakin tinggi kadar abu yang dihasilkan namun tidak signifikan. Kadar abu yang terdapat di dalam suatu bahan menunjukkan adanya kandungan mineral pada bahan tersebut. Menurut (Winarno, 1986) bahan mineral dapat berupa garam anorganik atau organik ataupun dapat digabung dengan bahan organik, seperti fosfor yang digabung dengan fosfoprotein dan logam yang digabung dengan enzim. Mineral dalam makanan biasanya ditentukan dengan cara pengabuan. Sebagian besar bahan makanan, yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral diantaranya I, Cl, Br, dan S.

### Derajat Kemanisan Gula Cair Pati Ubi Gadung

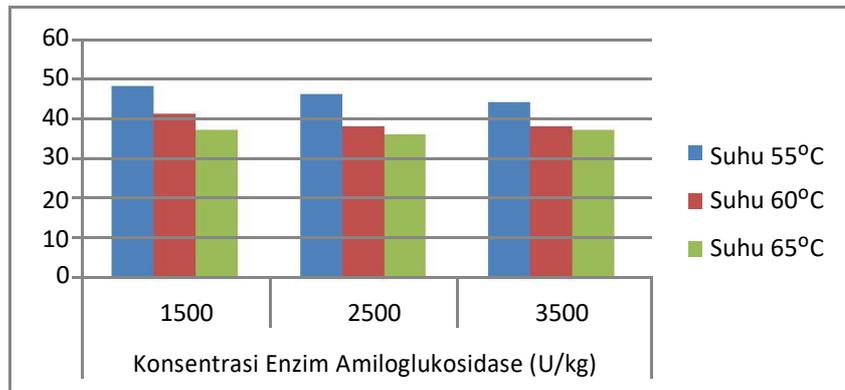
Hasil sidik ragam, menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan konsentrasi enzim amiloglukosidase serta interaksinya pada proses sakarifikasi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ), terhadap derajat kemanisan gula cair pati ubi gadung. Nilai rata – rata derajat kemanisan gula cair pati ubi gadung dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 3. Nilai rata – rata derajat kemanisan gula cair pati ubi gadung (%) pada perlakuan suhu sakarifikasi dan konsentrasi enzim.

Perlakuan	Konsentrasi Enzim Amiloglukosidase (U/kg)			Rata - rata	
	1.500	2.500	3.500		
Suhu <sup>o</sup> C	55	44	46	48	46 a
	60	38	38	41	39 b
	65	37	36	37	36,66 c
		39,66 b	40 b	42 a	

Keterangan : Huruf yang sama di belakang nilai rata – rata menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $p > 0,05$ ).

Nilai rata – rata derajat kemanisan gula cair pati ubi gadung dengan perlakuan konsentrasi enzim amiloglukosidase 2.500 U/kg dan suhu sakarifikasi 65<sup>o</sup>C memberikan hasil tingkat kemanisan yang terendah yaitu 36,00% sedangkan rata – rata derajat kemanisan tertinggi diperoleh dari perlakuan konsentrasi enzim amiloglukosidase 1.500 U/kg dan suhu sakarifikasi 55<sup>o</sup>C dengan nilai rata – rata 48,00% brix. Makin rendah suhu sakarifikasi dan makin rendah konsentrasi enzim amiloglukosidase maka derajat kemanisan yang dihasilkan semakin tinggi.



Gambar 3. Grafik nilai rata – rata derajat kemanisan gula cair pati ubi gadung

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi perlakuan suhu sakarifikasi maka semakin rendah derajat kemanisan yang dihasilkan, sedangkan pada konsentrasi enzim amiloglukosidase semakin rendah maka derajat kemanisan pada gula cair pati ubi gadung akan semakin tinggi. Menurut Muchtadi (1989),  $^{\circ}$ Brix adalah jumlah zat padatan semua yang terlarut (dalam gram) setiap 100g larutan. Jadi brix gula cair pati ubi gadung 48,00 $^{\circ}$ brix, artinya bahwa dari 100 g gula cair pati ubi gadung, 48,00 g merupakan zat padatan terlarut dan 52,00 g adalah air. Zat padatan terlarut dalam bahan merupakan konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air. Unsur kimia yang paling umum adalah kalsium, fosfat, nitrat, natrium, kalium dan klorida. Bahan kimia dapat berupa kation, anion, molekul atau aglomerasi dari ribuan molekul (Winarno, 1986). Ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi enzim yang lebih tinggi, enzim amiloglukosidase lebih banyak memutus ikatan  $\alpha$  1,4 glikosida dan memutus ikatan  $\alpha$  1,6 glikosida Pada pati ubi gadung dan enzim ini bekerja efektif pada suhu 55°C dengan konsentrasi enzim 3.500 U/kg.

### Uji sensoris warna

Hasil sidik ragam, menunjukkan bahwa perlakuan suhu sakarifikasi dan konsentrasi enzim amiloglukosidase serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap uji sensoris warna gula cair pati ubi gadung. Nilai rata – rata uji sensoris warna gula cair pati ubi gadung dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata uji sensoris warna gula cair pati ubi gadung pada perlakuan suhu dan konsentrasi enzim.

Perlakuan		Hasil Uji skoring
Suhu (°C)	Konsentrasi Enzim (U/kg)	Warna
55	1.500	2,00 ab
55	2.500	2,13 a
55	3.500	2,04 a
60	1.500	2,08 a
60	2.500	1,83 c
60	3.500	1,87 bc
65	1.500	1,79 c
65	2.500	1,83 c
65	3.500	1,87 bc

Keterangan : Huruf yang sama di belakang nilai rata – rata menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $p>0,05$ ).

Warna sebagai parameter yang menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk (Harun *et al*,2013). Penelitian terhadap uji skoring warna gula cair pati ubi gadung dilakukan oleh panelis sebanyak 24 panelis dengan kisaran skoring antara 1,79-2,13 (kuning kecoklatan – coklat) dan semua perlakuan tidak berbeda nyata. Skor tertinggi adalah perlakuan suhu sakarifikasi 55°C dengan konsentrasi enzim 1.500 U/kg yang tidak berbeda nyata dengan suhu sakarifikasi dan konsentrasi enzim yang lain. Apabila pemanasan terhadap gula menggunakan suhu yang sangat tinggi, maka gula akan berubah menjadi cairan bening. Dan apabila waktu pemanasan cukup lama, maka gulapun akan berubah warna menjadi kuning, kemudian kecokelatan, selanjutnya berubah warna menjadi sangat cokelat (Coultrate, 2002). Hasil analisis terlihat warna masing-masing gula cair pati ubi gadung belum memenuhi syarat mutu SNI 01-3743-1995 tentang gula cair adalah tidak berwarna sampai kekuning - kuningan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Perlakuan Suhu sakarifikasi berpengaruh nyata ( $p<0,05$ ), kosentrasi enzim amiloglukosidase dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air gula cair pati ubi gadung, perlakuan suhu sakarifikasi dan konsentrasi enzim

amiloglukosidase dan interaksinya tidak berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar abu gula cair pati ubi gadung. Interaksi perlakuan suhu dan konsentrasi enzim amiloglukosidase pada proses sakarifikasi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ), terhadap derajat kemanisan gula cair pati ubi gadung. Perlakuan suhu sakarifikasi dan konsentrasi enzim amiloglukosidase serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap uji sensoris warna gula cair pati ubi gadung.

2. Karakteristik gula cair pati ubi gadung hasil proses sakarifikasi terbaik pada penelitian ini, yaitu hasil kadar air yang diperoleh (57,63%), kadar abu tertinggi (0,66%). , sedangkan pada derajat kemanisan tertinggi (48,00°Brix) dan warna tertinggi (2,13) kuning kecoklatan

### Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memanfaatkan gula berbahan pati ubi gadung sebagai bahan pangan

### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan dana penelitian yang diperoleh dari Hibah Grup Riset yang diketuai oleh Ir. Amna Hartiati, MP

### DAFTAR PUSTAKA

- Budiyanto A, martosuyono P, Richana N. 2005. Optimasi Proses Produksi Tepung Kasava Dari Pati Ubi Kayu Skala Laboratorium. Buletin Balai Besar Pascapanen, 1-16.
- Hartiati, A dan Yoga, IWG. 2014. Proses Liquifikasi Pati Ubi Talas Menggunakan Enzim  $\alpha$ -Amilase. Proceeding Seminar Nasional Teknologi. tanggal 18-19 september 2014/173 Universitas Udayana, Denpasar.
- Harun,N., Rahmayuni dan Yucha,E.,S. 2013. Penambahan Gula Kelapa dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Susu Fermentasi Kacang Merah (*Phaesolus vulgaris L.*). ISSN 1412-4424 Vol. 12 (No. 2): Hal 9-16. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Fakutltas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana , Denpasar.

- Muchtadi, T.R. 1989. Teknologi Proses Pengolahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Oram, B., 2010, Total Dissolved Solids, <http://www.water-research.net/TotalDissolvedSolids.htm>, diakses tanggal 21 Mei 2010.
- Pambayun, R. 2008. Kiat Sukses Teknologi Pengolahan Ubi Gadung. Ardana Media. Yogyakarta.
- Parwiyanti, Filli P dan Renti A. 2011. Sifat Kimia Dan Fisik Gula Cair Dari Pati Ubi Gadung (*Dioscorea hispida* Dents). J. Teknol. Dan Industri Pangan 17 (2) :171-176.
- Purba, Elida, (2009), "Hidrolisis Pati Ubi Kayu (*Manihot Esculenta*) dan Pati Ubi Jalar (*Impomonea batatas*) menjadi Glukosa secara Cold Process dengan.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1992. Sirup Glukosa. SNI 01-2978-1992. Pusat Standarisasi Industri. Departemen Perindustrian.
- Sudarmadji, S., B. Haryono , dan Suhardi. 1984. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Sudarmadji, S.B. Haryono dan Suhardi, 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian, Liberty, Yogyakarta.
- Virlandia dan Feby. 2008. Pembuatan Sirup Glukosa dari Pati Ubi Jalar (*Impomonea batatas*) dengan metode Enzimatis".
- Widowati, S. dan Djoko S. Damardjati. 2001. Menggali Sumberdaya Pangan Lokal dan Peran Teknologi Pangan Dalam Rangka Ketahanan Pangan Nasional. Majalah Pangan No. 36/X/Januari 2001. Puslitbang Bulog. Jakarta. Hal. 3-11.
- Winarno, F.G., (1986), Enzim Pangan, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.