

KARAKTERISTIK GULA CAIR YANG DIBUAT DARI PATI  
UBI GADUNG (*Dioscorea hispida* D.) DALAM VARIASI JENIS DAN KONSENTRASI ASAM  
*Characteristics Of Liquid Sugar Made From Yam Gadung (Dioscorea hispida D.) In  
Variation Of Acid Types And Concentration*

**Reni Okta Fitriani, Amna Hartiati\*, Lutfi Suhendra**

PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit  
Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801.

Diterima 27 Agustus 2018 / Disetujui 28 Agustus 2018

**ABSTRACT**

This study aims to know the effect of acid type and concentration on the characteristics of liquid sugar resulting from the hydrolysis of yam gadung (*Dioscorea hispida* D.) and the highest DE value from the hydrolysis of the yam gadung starch. This research uses Randomized Block Design of factorial pattern. The first factor is acid treatment consisting of 3 levels: hydrolysis of starch with HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, and HCl and second factor is acid concentration consisting of 3 levels: 3%, 4%, and 5% . Each treatment is grouped into 2 based on execution time. The variables observed in this study were total sugar reduction, reducing sugar content, Dextrose Equivalent (DE), clarity, and total dissolved solids. The best treatment determination was done by analysis on DE value of hydrolysis result of yam gadung starch. The treatment of acid type variation was very significant and the acid concentration had a significant effect on the value of DE of hydrolysed yam gadung starch. The best hydrolysis treatment of starchy yam starch is by using chloride acid variation at 3% concentration with Dextrose Equifalant (DE) value of 41,22%.

**Keywords** : starch, yam gadung, hydrolysis, acid

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi asam terhadap karakteristik gula cair yang dihasilkan dari hidrolisis pati ubi gadung (*Dioscorea hispida* D.) dan nilai DE tertinggi dari hidrolisis pati ubi gadung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola faktorial. Faktor pertama yaitu perlakuan jenis asam yang terdiri dari 3 level yaitu : hidrolisis pati dengan HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan HCl dan faktor kedua yaitu konsentrasi asam yang terdiri dari 3 level yaitu : 3%, 4%, dan 5%. Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan waktu pelaksanaan. Variable yang diamati pada penelitian ini yaitu total gula reduksi, kadar gula pereduksi, Dextrose Equivalent (DE), kejernihan, dan total padatan terlarut. Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan analisis pada nilai DE hasil hidrolisis pati ubi gadung. Perlakuan variasi jenis asam berpengaruh sangat nyata dan konsentrasi asam berpengaruh sangat nyata terhadap nilai DE pati ubi gadung terhidrolisis. Perlakuan hidrolisis pati ubi gadung terbaik yaitu dengan menggunakan variasi asam klorida pada konsentrasi 3% dengan nilai Dextrose Equifalant (DE) sebesar 41,22%.

**Kata kunci** : Pati, *Dioscorea hispida* D, hidrolisis, asam

---

\*Korespondensi Penulis:

Email: amnahartiati@unud.ac.id

## PENDAHULUAN

Umbi gadung merupakan umbi yang ditemukan di daerah India bagian barat. Umbi gadung merupakan tanaman yang mudah tumbuh di daerah tropis. Gadung banyak tumbuh di daerah seluruh Indonesia (Bimantoro, 1981). Tanaman gadung dapat menghasilkan umbi sebanyak 20 ton/ha (Anon, 2013). Melalui pengusahaan yang lebih intensif, kemungkinan tanaman ini dapat menghasilkan umbi yang lebih banyak lagi, khususnya di Indonesia. Karena tanaman ini tumbuh dan berkembang dengan baik di iklim tropis. Di Indonesia tanaman gadung dijumpai tumbuh liar, sedangkan pembudidayaan gadung terutama terdapat di Jawa dan Madura (Koswara, 2012). Gadung merupakan tanaman tergolong umbi-umbian yang mengandung karbohidrat tinggi terutama pati. Pati untuk industri biasanya diperoleh dari umbi-umbian (kentang, ubi kayu, ubi jalar), biji-bijian (gandum, padi, jagung) dan batang (sagu), seperti halnya ubi tanaman lain maka umbi gadung kemungkinan juga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber pati.

Gadung merupakan tanaman berumbi yang belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber pangan. Selama ini gadung dimanfaatkan oleh masyarakat terbatas hanya diolah menjadi keripik. Sementara potensi gadung cukup prospektif untuk dikembangkan karena gadung mengandung karbohidrat yang cukup tinggi. Hal tersebut terkendala karena umbi gadung mengandung senyawa toksin yang dapat menjadi racun bagi manusia kalau tidak ditangani dengan baik (Sopian dan Nedi, 2014). Salah satu senyawa toksin yang ada pada umbi gadung adalah asam sianida (HCN). Menurut Ekowati (2007) umbi gadung mengandung asam sianida yang cukup tinggi, yaitu 36,49 mg/100g berat umbi. Pengolahan umbi gadung menjadi pati merupakan salah satu cara aman untuk

mengonsumsi gadung, hal ini dikarenakan umbi gadung telah melalui berbagai proses untuk menurunkan atau menghilangkan HCN yang terkandung pada umbi gadung (Parwiyanti *et al.*, 2011).

Umbi gadung mengandung sekitar 74,0% air; 24,0% karbohidrat; 0,16% lemak; 2,0% protein dan 0,93% serat kasar (Pambayun, 2008). Selain hanya dimanfaatkan sebagai keripik, umbi gadung dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gula cair. 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 berpotensi sebagai bahan baku pengganti gula yaitu ubi kayu, ubi jalar, ubi gadung, dan ganyong. Salah satu jenis umbi-umbian yang belum dimanfaatkan secara maksimal bagi kebutuhan manusia adalah umbi gadung (*Discorea hispida* D). Untuk proses pembuatan gula cair, pati gadung perlu diekstraksi terlebih dahulu dan salah satu metode pengolahan pati gadung menjadi gula cair adalah metode hidrolis asam (Parwiyanti *et al.*, 2011)

Industri makanan dan minuman mulai banyak menggunakan gula cair karena gula cair memiliki beberapa kelebihan antara lain tidak mengkristal, lebih mudah diproses karena lebih mudah larut, lebih praktis, dan memiliki tampilan yang lebih menarik jika dibandingkan dengan gula pasir pada umumnya (Ratna dan Yulistiani, 2015). Selain itu gula cair memiliki beberapa kelebihan apabila diaplikasikan dalam produk makanan seperti pada produk es krim glukosa dapat menekan titik beku dan meningkatkan kehalusan tekstur, pada produk kue dapat menjaga kue tetap segar dan tidak mudah retak. Sedangkan dalam produk permen, glukosa dapat mencegah kerusakan mikrobiologis dan memperbaiki tekstur (Suripto *et al.*, 2013)

Asam (asam sulfat, asam klorida, asam nitrat, dan asam perklorat) menghidrolisis polisakarida menjadi monosakarida secara acak yaitu tidak ada pola tertentu dalam pemutusan ikatan glikosidik pada polisakarida. Proses hidrolisis asam menghasilkan monomer gula dari polimer selulosa dan hemiselulosa (Fengel dan Wegener, 1995). Beberapa polisakarida biasanya terhidrolisis oleh asam mineral, seperti  $H_2SO_4$ . Selain asam mineral, asam-asam organik seperti HCl, asam oksalat, asam trikloroasetat, dan asam trifluoroasetat juga dapat dimanfaatkan sebagai katalis dalam proses hidrolisis pati (Tjokroadikoesoemo, 1986). Asam sulfat merupakan asam yang paling banyak diteliti dan dimanfaatkan untuk hidrolisis asam. Namun, kekurangan menggunakan metode ini adalah kurang ramah lingkungan dan hidrolisis asam juga membutuhkan biaya investasi dan pemeliharaan yang tinggi (Taherzadeh dan Karimi, 2007).

Penelitian tentang pembuatan gula cair dari pati umbi gadung oleh Adnyana *et al.*, (2016) tentang pengaruh suhu dan konsentrasi enzim amiloglukosidase diperoleh hasil terbaik kadar air sebesar 57,63%, kadar abu sebesar 0,66%, derajat kemanisan tertinggi sebesar 48,00°Brix dan karakteristik gula cair pati umbi gadung belum sesuai dengan SNI 01-2978-1992 yaitu warna yang didapatkan kuning kecoklatan dengan biaya enzim yang relative mahal.

Alternatif hidrolisis pati menjadi gula cair selain menggunakan enzim dapat dilakukan dengan menggunakan asam. Penelitian tentang hidrolisis pati menggunakan asam dilakukan oleh Putri dan Sukandar (2008) yaitu pati ganyong diperoleh hasil terbaik yaitu asam  $HNO_3$  pada konsentrasi 7% (DE sebesar 28,4). Penelitian lain dilakukan oleh Putri *et al.*, (2016) tentang pengaruh dan jenis konsentrasi asam terhadap nilai DE pada hidrolisis pati umbi talas diperoleh hasil terbaik yaitu nilai *Dextrose equivalent* (DE)

tertinggi 37,93%, kadar gula reduksi 3,55% dan total gula sebesar 9,53%.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi asam terhadap karakteristik gula cair yang dihasilkan dari hidrolisis pati umbi gadung dan untuk mengetahui jenis dan konsentrasi asam yang menghasilkan nilai DE tertinggi dari hidrolisis pati umbi gadung. Sehingga akan dilakukan hidrolisis pati dengan menggunakan jenis asam  $HNO_3$ , HCl dan  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 3%, 4%, dan 5% pada suhu  $100^\circ C$  selama 1 jam. Hasil hidrolisis dianalisis dengan menggunakan metode Nelson Somogyi (Tjokroadikoesoemo, 1986) modifikasi 2018.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini adalah umbi gadung yang diperoleh dari Desa Lalanglingah Kecamatan Selemadeg Barat Kabupaten Tabanan dengan umur 4 bulan dihitung dari tanaman berbunga, air, aquades, NaOH, reagen nelson, arsenomolibdat dan indikator PP 0,1%. Asam yang dipergunakan untuk proses hidrolisis ini adalah  $HNO_3$  (asam nitrat), HCl (asam klorida), dan  $H_2SO_4$  (asam sulfat).

### Persiapan sampel

Penelitian ini menggunakan pati gadung yang dibuat dari perlakuan terbaik dari penelitian sebelumnya dengan perbandingan air dan ubi gadung (6 : 1) dengan menggunakan bahan perendam larutan NaCl 10% (Rastiyati, 2016). Proses hidrolisis dimulai dengan menimbang sebanyak 0,5 g gadung yang ditambahkan dengan 45 mL asam sesuai perlakuan  $HNO_3$  (3%, 4%, 5%),  $H_2SO_4$  (3%, 4%, 5%), HCl (3%, 4%, 5%) dan dicampur dengan vortex hingga tercampur rata. Selanjutnya dihidrolisis menggunakan alat refluks yang dilengkapi dengan

pendingin balik dan dipanaskan di atas penangas air mendidih pada suhu 100°C selama 1 jam. Tetesan hidrosilat yang berupa gula cair dipindahkan ke dalam Erlenmeyer dengan penambahan 2 tetes PP 0,1 % dan dinetralkan dengan larutan NaOH 50%. Hidrosilat selanjutnya diencerkan sampai volume 100 mL, kemudian disaring dan dianalisis.

### Variable yang Diamati

Variabel yang diamati adalah kadar gula pereduksi (Metode Nelson Somogyi, 1994), pengukuran total gula (Sudarmadji *et al.* 1989), *Dextrose Equivalent* (Putri dan Sukandar, 2008), Kejernihan (Soesanto, 1983), dan total padatan terlarut (Norman, 1998).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

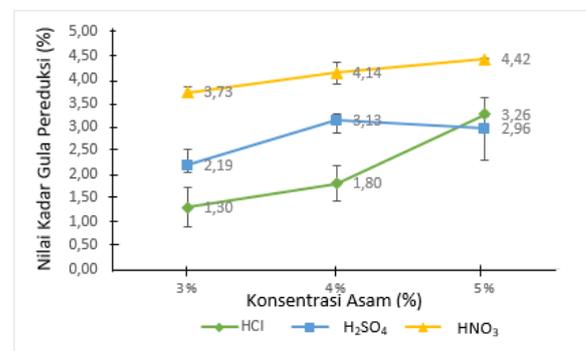
### Karakteristik Pati Umbi Gadung

Karakteristik pati umbi gadung yang digunakan dalam penelitian ini yaitu memiliki karakteristik kadar pati 45,91%, kadar amilosa 0,17%, kadar amilopektin 45,74%, kadar air 5,46%, kadar abu 0,18%, rendemen 17,17% dan uji perbandingan jamak warna 4,95% (sama putihnya dari R) (Rastiyati *et al.*, 2016).

### Kadar Gula Pereduksi Gula Cair Pati Umbi Gadung

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis asam dan konsentrasi asam berpengaruh sangat nyata dan interaksi perlakuan jenis asam dan konsentrasi asam berpengaruh nyata terhadap kadar gula pereduksi. Nilai rata-rata kadar gula reduksi cair pati umbi gadung dengan menggunakan hidrolisis asam dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, diperoleh hasil optimum dengan menggunakan jenis asam nitrat dengan konsentrasi 5%. Penggunaan asam klorida dan asam nitrat menghasilkan peningkatan kadar gula berturut-turut, hal

tersebut dikarenakan penggunaan asam yang lebih encer, sehingga masih banyaknya komposisi air dalam larutan hidrolisis.

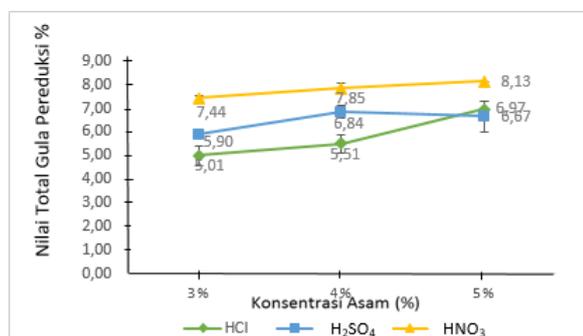


Gambar 2. Grafik hubungan konsentrasi asam dengan nilai kadar gula pereduksi pada berbagai jenis asam

Tetapi penggunaan asam sulfat terjadi penurunan kadar gula pereduksi pada konsentrasi 5%. Penurunan kadar gula pereduksi pada konsentrasi asam 5% dikarenakan konsentrasi asam yang lebih pekat, maka kandungan airnya akan lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan konsentrasi asam yang lebih encer, sehingga kebutuhan OH<sup>-</sup> (dari ionisasi H<sub>2</sub>O) untuk mengikat ion karbonium selulosa lebih sedikit dan glukosa yang dihasilkan lebih rendah (Harianja *et al.*, 2015).

### Total Gula Reduksi Gula Cair

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis asam dan konsentrasi asam berpengaruh sangat nyata dan interaksi perlakuan jenis asam dan konsentrasi asam berpengaruh nyata terhadap total gula pereduksi. Nilai rata-rata total gula cair pati umbi gadung dengan menggunakan hidrolisis asam dapat dilihat pada Gambar 3.



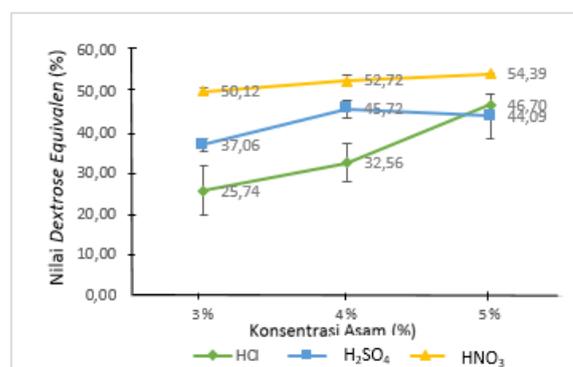
Gambar 3. Grafik hubungan konsentrasi asam dengan nilai total gula pereduksi pada berbagai jenis asam

Berdasarkan Gambar 3, hidrolisis pati umbi gadung diperoleh hasil optimum dengan menggunakan jenis asam nitrat dengan konsentrasi 5%. Penggunaan asam klorida dan asam nitrat menghasilkan peningkatan total gula berturut-turut, hal tersebut dikarenakan penggunaan asam klorida dan asam nitrat masih sedikit terbentuk gugus radikal bebas dalam larutan hidrolisis, sehingga pada penggunaan asam nitrat dan asam klorida masih terjadi kenaikan grafik. Tetapi penggunaan asam sulfat terjadi penurunan total gula reduksi pada konsentrasi 5%. Penggunaan asam sulfat dengan konsentrasi 5% dapat menyebabkan total gula yang dihasilkan menurun, hal tersebut dikarenakan peningkatan konsentrasi larutan asam sulfat akan terbentuk lebih banyak gugus radikal bebas dan menyebabkan semakin sedikit air dalam komposisi larutan hidrolisis. Akibatnya kebutuhan OH<sup>-</sup> sebagai pengikat radikal bebas serat berkurang dan glukosa yang dihasilkan semakin sedikit. Setelah mencapai titik optimum akan terjadi penurunan total gula, dimana pada titik tersebut kesetimbangan rasio antara ion H<sup>+</sup> pada asam dan ion OH<sup>-</sup> pada air memecah selulosa dan membentuk senyawa glukosa. Hasil analisis menunjukkan nilai total gula lebih besar dari kadar gula pereduksi, hal tersebut menunjukkan bahwa dalam hidrolisis dengan menggunakan asam dimungkinkan terjadi degradasi polisakarida

pati maupun non pati seperti selulosa dan hemiselulosa sangat besar, sehingga seluruh sakarida dari hidrolisis dihitung sebagai jumlah total gula. Total gula menunjukkan jumlah karbohidrat yang terkandung dalam hidrosilat. Penggunaan asam sebagai katalis hanya dapat menghidrolisis pati secara acak dan tidak spesifik. Menurut Judoamidjojo *et al.*, (1989) prinsip reaksi asam sebagai katalis meliputi pemotongan ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik dari amilosa dan  $\alpha$ -1,6-D-glikosidik dari amilopektin, sehingga hidrolisis dengan penambahan asam dapat mempercepat reaksi.

### *Dextrose Equivalen (DE)*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis asam dan konsentrasi asam berpengaruh sangat nyata dan interaksi perlakuan jenis asam dan konsentrasi asam berpengaruh nyata terhadap DE. Nilai rata-rata DE gula cair pati umbi gadung dapat dilihat pada Gambar 4.



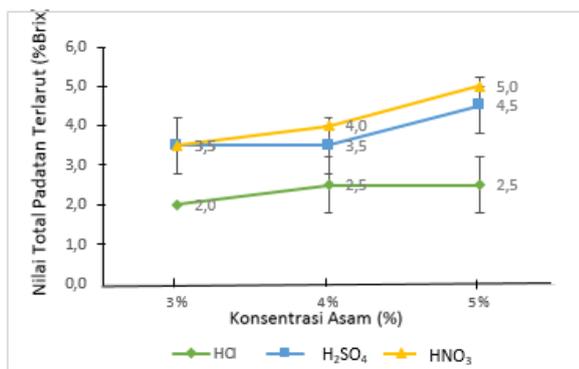
Gambar 4. Grafik hubungan konsentrasi asam dengan nilai *dextrose equivalent* pada berbagai jenis asam

Berdasarkan Gambar 4, hidrolisis pati umbi gadung diperoleh hasil optimum dengan menggunakan jenis asam nitrat dengan konsentrasi 5%. Penggunaan asam klorida dan asam nitrat menghasilkan peningkatan DE berturut-turut. Peningkatan nilai DE selama terjadinya proses hidrolisis asam disebabkan adanya proses hidrolisis pati menjadi molekul yang lebih sederhana yaitu glukosa, maltosa, dan maltotriosa. Tetapi

pada saat proses hidrolisis asam dengan menggunakan asam sulfat pada konsentrasi 5% terjadi penurunan nilai DE yang tidak signifikan. Hal ini berkaitan dengan penggunaan asam sebagai katalis hanya dapat menghidrolisis pati secara acak dan tidak spesifik. Besarnya nilai total gula dan gula pereduksi merupakan parameter yang digunakan untuk menghitung besarnya nilai DE dimana DE merupakan perbandingan/rasio antara gula pereduksi dengan total gula dikalikan 100.

### Total Padatan Terlarut (%Brix)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis asam dan konsentrasi asam berpengaruh sangat nyata dan interaksi perlakuan jenis asam dan konsentrasi asam berpengaruh tidak nyata terhadap total padatan terlarut.. Nilai rata-rata total padatan terlarut cair pati umbi gadung dengan menggunakan hidrolisis asam dapat dilihat pada Gambar 5.



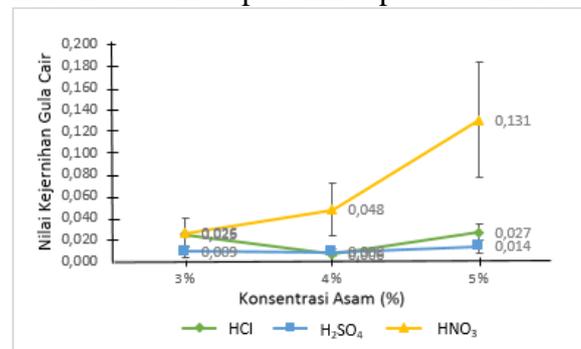
Gambar 5. Grafik hubungan konsentrasi asam dengan nilai total padatan terlarut pada berbagai jenis asam

Berdasarkan Gambar 5, total padatan terlarut dari hidrolisis pati umbi gadung diperoleh hasil optimum dengan menggunakan jenis asam nitrat dengan konsentrasi 5%. Penggunaan asam sulfat dan asam nitrat menghasilkan peningkatan total padatan terlarut berturut-turut, hal tersebut disebabkan banyaknya partikel-partikel pati yang larut dalam hidrosilat. Sedangkan

penggunaan asam klorida dengan konsentrasi 4% terjadi peningkatan total padatan terlarut. Hasil total padatan terlarut yang terukur dengan total kadar gula yang dihasilkan mengalami perbedaan hal ini dikarenakan substrat pati gadung tidak seluruhnya mengalami hidrolisis oleh asam, sehingga masih adanya endapan pati yang terukur sebagai padatan terlarut. Selain itu adanya peningkatan nilai total padatan terlarut yang didapatkan dikarenakan terjadinya proses penguapan molekul-molekul air akibat pemanasan (Kusnadi *et al*, 2001).

### Kejernihan Gula Cair

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis asam berpengaruh sangat nyata dan konsentrasi asam berpengaruh nyata dan interaksi perlakuan jenis asam dan konsentrasi asam berpengaruh nyata terhadap kejernihan. Nilai rata-rata kejernihan gula cair pati ubi gadung dengan menggunakan hidrolisis asam dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan konsentrasi asam dengan nilai kejernihan pada berbagai jenis asam

Berdasarkan Gambar 6, kejernihan gula cair dari hidrolisis pati umbi gadung diperoleh hasil optimum dengan menggunakan jenis asam klorida dan asam sulfat dengan konsentrasi 4% secara berturut-turut, namun mengalami kenaikan kembali pada konsentrasi 5%. Pada hidrolisis pati umbi gadung dengan menggunakan jenis asam nitrat terjadi peningkatan kejernihan, hal tersebut dikarenakan terjadinya

penurunan degradasi polisakarida dalam pati gadung. Komponen polisakarida yaitu pati, selulosa, hemiselulosa, lignin, dan komponen yang lainnya. Selain itu pada proses pemanasan cairan dipanaskan pada kondisi sampai mencapai titik didihnya sehingga air menguap menjadi uap air. Bahan cair yang tertinggal menjadi lebih pekat sehingga kekeruhan bahan cair akan meningkat (Earle, 1982). Penurunan kejernihan pada penggunaan asam sulfat dan asam klorida dengan konsentrasi 4% disebabkan karena banyaknya partikel-partikel yang terlarut, sehingga tingkat kejernihan menurun. Keterkaitan kejernihan dan total padatan terlarut yang dihasilkan yaitu semakin banyak partikel yang larut dalam hidrosilat, maka kejernihan semakin menurun. Menurut Tjokroadikoesoemo (1986), kejernihan dan kualitas warna dipengaruhi oleh ISSP (*in soluble starch particles*) dalam pati. ISSP merupakan partikel-partikel pati yang tersusun atas sebagian besar amilosa yang saling bergandengan membentuk rantai lurus.

### KESIMPULAN

#### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

Perlakuan variasi jenis asam dan konsentrasi asam berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap DE, total gula, kadar gula pereduksi, kejernihan dan total padatan terlarut yang dihasilkan, sedangkan perlakuan konsentrasi asam tidak berpengaruh nyata terhadap kejernihan dan total padatan terlarut.

Karakteristik gula cair terbaik pati umbi gadung hasil hidrolisis pada penelitian ini yaitu nilai DE tertinggi (54,39%), kadar gula pereduksi (4,42%), total gula pereduksi (8,13%), total padatan terlarut (5,0% brix) dan kejernihan (0,006).

#### Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, perlu dilakukan peningkatan *range* konsentrasi asam.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan umbi gadung sebagai bahan baku pembuatan gula cair dan pemanfaatan umbi gadung sebagai bahan baku dalam industri pangan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, IKP., Hartiati, A., dan Arnata, I. W. 2015. Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Enzim Amiloglukosidase pada Proses Sakarifikasi Produksi Gula Cair Pati Ubi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennts). Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 3. (2) : 140-151.
- Bimantoro, R. 1981. Uwi (*Discorea* SPP), Bahan Pangan Non-beras yang Belum Diolah. Buletin Kebun Raya. 5 : 8-10
- Earle, R. L . 1982. Satuan Operasi dalam Pengolahan Pangan. Penerjemah : Zein Nasution. Sastra Hudaya. Jakarta
- Ekowati. 2007. Pengaruh Ketebalan Rajangan terhadap Kadar HCN Kerupuk Gadung (*Discorea hispida*). Thesis Undergraduate. Undip. Semarang
- Fengel, D. dan D. Wenger. 1995. Kimia kayu, Reaks, Ultrastruktur, terjemahan S. Hardono, UGM press, Yogyakarta.
- Harianja, J. W., Idiawati, N., dan Rudiyanasyah. 2015. Optimasi Jenis dan Konsentrasi Asam pada Hidrolisis Selulosa dalam Tongkol Jagung. Jkk. 4 : (66-71)
- Judoamidjojo, R.M., E.G. Sa'id, dan L.Hartoto. 1989. *Biokonversi*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Dirjen Dikti, Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- Koswara, S. 2012. Teknologi Pengolahan

- Umbi-umbian, bagian : Pengolahan Umbi Gadung. <http://seafast.ipb.ac.id>. Diakses pada 27 Agustus 2018.
- Pambayun, R. 2008. Kiat Sukses Teknologi Pengolahan Ubi Gadung. Ardana Media. Yogyakarta.
- Parwiyanti, P. F, dan Arnita. R. 2011. Sifat Kimia dan Fisik Gula Cair dari Pati Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst). Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. XXII (2).
- Putri, L. S. E dan Sukandar, D. 2008. Konversi Pati Ganyong (*Canna edulis* Ker.) Menjadi Bioetanol melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi. Jurnal Biodiversitas. 9 (2) : 112-116.
- Putri, N. C., Hartiati, dan A., Admadi, B. 2016. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Asam Terhadap Nilai *Dextrose Equivalent* pada Hidrolisis Pati Ubi Talas (*Colocasia esculenta* L. Schoot). Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 4 (3) : 139 – 148.
- Ratna, P. A., dan Yuliastiani, F. 2015. Pembuatan Gula Cair dari Pati Singkong dengan Menggunakan Hidrolisis Enzimatis. Jurnal Fluida. 11 (2) : 9 -14.
- Rastiati, N. L. D., Hartiati, A., dan Admadi, B. 2016. Pengaruh Konsentrasi NaCl dan Rasio Air dengan Bahan terhadap Karakteristik Mutu Pati Ubi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst). Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustrial. 4 (3) : 116 – 125.
- Soesanto, S.H. 1983. Mempelajari Proses Pembuatan Sirup Glukosa Secara Enzimatis dari Pati Ubi Jalar. Skripsi. Dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Sopian, I dan Nedi, S. 2014. Pemanfaatan Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) untuk Industri Makanan Keripik di Desa Malompong Kecamatan Maja Kabupaten Majalengka. Skripsi. Dipublikasikan. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Siliwangi, Tasikmalaya
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan Dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Suripto, Ma'arif, S., dan Arkeman, Y. 2013. Pengembangan Gula Cair Berbahan Baku Ubi Kayu sebagai Alternatif Gula Kristal dengan Pendekatan Sistem Inovasi. Jurnal Teknik Industri. Halaman 147-156.
- Taherzadeh, M.J. and Karimi, K. 2007. *Acid-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials: a review.*, *Bioresources* 2(3), pp. 472-499.
- Tjokroadikoesoemo, S. 1986. HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya. PT. Gramedia, Jakarta.