

## PENGARUH PENAMBAHAN GLUKOSA DAN DERAJAT BRIX UNTUK MENGHAMBAT PROSES KRISTALISASI PADA PRODUK GULA CAIR NIRA AREN

### *ADDITIONAL GLUCOSE AND THE EFFECT OF BRIX DEGREE TO INHIBITE THE CRYSTALIZATION PROCESS IN LIQUID SUGAR PRODUCTS*

Sjamsiwarni Reny Sjarif<sup>1\*</sup>, Alim M Nuryadi<sup>2</sup>, Jalmi Sulistyorini<sup>3</sup>, Ahmad Sukron<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado  
Jl. Raya Mapanget, Paniki Dua, Mapanget, Manado 95257

\*Email: Reny\_sjarif@yahoo.co.id

#### ABSTRAK

Proses pengolahan nira aren menjadi produk gula cair dapat dilakukan dengan penambahan glukosa dan pengaturan derata Briksnya. Tujuan penelitian ini untuk memproses gula cair dari nira aren serta mengamati perubahan mutunya. Penelitian dilakukan dengan dua tahapan yang meliputi pembuatan gula cair dari nira aren yang diproses dari gula madu yaitu nira yang sudah dimasak sampai 60-63°Brix dengan pH antara 5,5-6,3 dan pengolahan data menggunakan metode deskriptif. Pertama dilakukan penelitian pendahuluan untuk mendapatkan °Brix dengan pengamatan visual keadaan gula cair dan perlakuan penambahan glukosa. Jumlah zat padat terlarut terdiri dari; (A = Derajat Brix) A1= 65°Brix; A2=70°Brix; A3= 75°Brix dan A4= 80°Brix. (B = Kosentrasi glukosa); Bo= kontrol; B1= 5 %; B2= 10 %; B3= 15 % dan B4= 20%. Setelah diperoleh perlakuan yang terbaik dilakukan penelitian lanjutan untuk dilakukan uji kimia. Dari hasil penampakan fisik produk gula cair diperoleh perlakuan terbaik dari pengaturan derajat brix A<sub>3</sub> yaitu 75°Brix dimana mutu gula cair yang dihasilkan tidak berbuih/bergas dan tidak terdapat endapan gula kristal pada pengamatan 1 bulan. Dilanjutkan tahap kedua uji kimia dimana diperoleh perlakuan terbaik A<sub>3</sub>B<sub>2</sub> yaitu 75°Brix dengan penambahn glukosa 5%. Hasil analisis diperoleh rendemen gula cair 12,5%, pH 5,79, padatan terlarut 75,8° Brix, kadar air 29,85%, kadar abu 1,46%, gula reduksi 6,10%, jumlah gula sebagai sakarosa 61,37% dan cemaran mikroba kapang 0 kol/ml dan ALT 5,46x10<sup>1</sup>. Proses pengolahan gula cair dari nira aren dengan penambahan glukosa 5% dapat memperbaiki mutu gula cair.

Kata kunci: Aren, gula cair, glukosa

#### ABSTRACT

The process of processing palm sap into liquid sugar products can be done by adding glucose and adjusting the Briks level. The purpose of this study was to process liquid sugar from palm sap and observe changes in its quality. The research was carried out in two stages, which included making this liquid sugar from palm sap which was processed from honey sugar, namely sap that had been cooked to 60-63°Brix with a pH between 5.5-6.3 and data processing using descriptive methods. First, a preliminary study was conducted to obtain °Brix by visual observation of the state of liquid sugar and treatment with addition of glucose. The amount of dissolved solids consists of; (A = Degree Brix) A1= 65°Brix; A2=70°Brix; A3= 75°Brix and A4= 80°Brix. (B = glucose concentration); Bo= control; B1= 5 %; B2= 10 %; B3 = 15% and B4 = 20%. After obtaining the best treatment, further research was carried out to carry out chemical tests. From the results of the physical appearance of the liquid sugar product, the best treatment was obtained from the brix A<sub>3</sub> degree setting, which was 75° Brix where the quality of the liquid sugar produced was not foamy/gassy and there was no crystallized sugar precipitate at 1 month observation. The second stage of the chemical test was continued where the best treatment for A<sub>3</sub>B<sub>2</sub> was 75° Brix with the addition of 5% glucose. The results of the analysis obtained liquid sugar yield of 12.5%, pH 5.79, dissolved solids 75.8° Brix, moisture content 29.85%, ash content 1.46%, reducing sugar 6.10%, amount of sugar as saccharose 61,37% and mold microbial contamination 0 col/ml and ALT 5,46x10<sup>1</sup>. The process of processing liquid sugar from palm sap with the addition of 5% glucose can improve the quality of liquid sugar.

Keywords: Palm, liquid sugar, glucose

#### PENDAHULUAN

Pohon aren atau enau (*Arenga pinnata* Merr.) merupakan tumbuhan yang menghasilkan bahan-bahan industri. Produk

utama yang dihasilkan dari pohon aren yaitu nira aren. Nira aren Menurut Widyawati, nira aren adalah cairan yang disadap dari bunga jantan pohon aren, yang tidak lain adalah

hasil metabolisme dari pohon tersebut mengandung gula antara 10-15%(1). Tanaman aren adalah jenis tumbuhan palma yang memproduksi nira, dalam setahun dapat disadap sampai 4 tandan bunga per pohon, dan setiap tandan bunga dapat disadap 3-5 bulan (2).

Pengolahan nira aren untuk menghasilkan berbagai produk, antara lain minuman ringan, alkohol, gula cetak, gula semut dan anggur palma. Gula aren pada umumnya diproduksi secara tradisional dengan skala kecil sampai menengah. Cara pengolahan gula merah cukup sederhana dimulai dari penyadapan nira sebagai bahan baku pembuatan gula merah. Pengrajin gula mengolah nira aren menjadi gula merah dalam bentuk mangkuk pipih, silinder, kubus dan gula semut. Perkembangan industri makanan dan minuman ternyata membawa perubahan dalam pemakaian bahan baku industri termasuk pemakaian gula merah/gula aren. Penggunaan gula aren pada umumnya dilarutkan atau dileburkan baik untuk minuman ataupun makanan, untuk rumah tangga maupun industri. Untuk mempermudah dalam penggunaan dan penganekaragaman pemanfaatannya, maka nira aren dapat diolah menjadi gula cair.

Nira merupakan cairan bening yang diperoleh dari air tandan bunga tanaman dengan cara penyadapan atau penderesan. Nira memiliki rasa manis, berbau harum, dan tidak berwarna. Komposisi nira aren umumnya terdiri dari karbohidrat, protein, lemak, dan air. Komposisi tersebut dipengaruhi oleh umur tanaman, kesehatan

tanaman, keadaan tanah, serta iklim (3). Kandungan yang dimiliki oleh nira aren segar antara lain total gula 13.9-14.9%, kadar abu 0.4%, kadar protein 0.2% dan kadar lemak 0.02%. Nira yang baru menetes dari tandan mempunyai pH sekitar 7 Selain itu, nira juga mengandung asam-asam organik seperti malat, asam askorbat, asam laktat, asam asetat, asam sitrat, asam piroglutamat dan asam fumarat yang berperan dalam pembentukan flavor pada gula merah (4). Glukosa adalah cairan kental dan jernih dengan komponen utama yang diperoleh dari hidrolisis pati dengan cara kimia atau enzimatik (5). Proses hidrolisis pada dasarnya adalah pemutusan rantai polimer pati  $(C_6H_{12}O_6)_n$  menjadi unit-unit monosakarida  $(C_6H_{12}O_6)$  dengan berat molekul 180,16. Glukosa biasanya digunakan sebagai pemanis. Glukosa juga dikenal sebagai D-glukosa, dekstrosa, gluklesi, dekstrosol, gula darah, gula anggur, dan gula sirup jagung. Glukosa dapat ditambahkan pada proses pengolahan gula cair untuk menghambat proses kristalisasi. Proses kristalisasi menjadi salah satu permasalahan pada gula cair sehingga penambahan glukosa dapat dijadikan solusi untuk menghambat proses kristalisasi, namun masih perlu penelitian lebih lanjut tentang jumlah penambahan yang efektif dan efisien untuk mendapatkan produk yang terbaik.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan adalah Nira aren yang diperoleh dari desa pangu Kec.

Ratahan Kab. Minahasa Tenggara yang telah diolah menjadi gula madu dengan kadar 60°Brix dengan pH berkisar antara 5,5- 6,3 dan glukosa komersial yang ada dipasaran.

#### **Peralatan Penelitian**

Peralatan yang digunakan terdiri dari: panci, kompor, termometer, pengaduk, jerigen, gelas ukur, kain saring, loyang, botol, palstik, alat uji refraktometer Digital (Atago-Pocket PAL-3) dan Viscometer (NDJ-8S viscometer)

#### **Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. Pertama dilakukan penelitian pendahuluan untuk mendaptkan °Brix dengan pengamatan fisik keadaan gula cair dan perlakuan penambahan glukosa Jumlah zat padat terlarut terdiri dari; A1= 65°Brix; A2=70°Brix; A3= 75°Brix dan A4= 80°Brix dan kosentrasi glukosa; Bo= control; B1= 5 %; B2= 10 %; B3= 15 % dan B4= 20%

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dalam bentuk gambar dan tabel.

#### **Analisa**

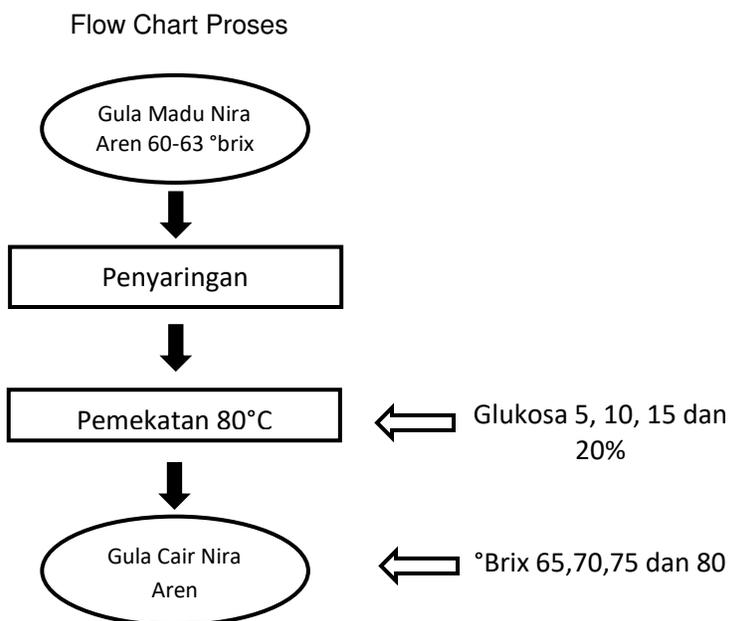
Analisa fisual produk gula cair dan analisa pH, °Brix, kadar air, kadar abu, kadar reduksi, sakarosa, kapang dan ALT. Pengamatan yang dilakukan : Rendemen, Kadar air, kadar abu, kadar sakarosa, pH (HANNA tipe

Hi 8424), viskositas (NDJ-8S viscometer), °Brix, jumlah bakteri dan kapang (SNI 01-2897- 1992).

#### **Tahap Pembuatan Gula cair**

Pembuatan gula cair dari nira aren diproses dari gula madu yaitu nira yang sudah dimasak sampai 60-63°Brix dengan pH antara 5,5-6,3 hal ini dilakukan karena nira aren cepat mengalami proses fermentasi sehingga nira aren sudah dimasak terlebih dahulu setelah disadap di daerah tempat penyadapan di Desa Pangu Kec. Ratahan Kab. Minahasa Tenggara sebelum dibawa ke tempat pengolahan gula. Setelah itu disaring untuk mengeluarkan kotoran yang mungkin terikut pada waktu proses pemasakan. Setelah itu dilakukan pemekatan dengan suhu 80°C sampai pada °Brix setelah itu ditambah glukosa sesuai perlakuan.

Diagram proses pengolahan gula cair dari nira aren dapat di lihat pada Gambar 1 di bawah ini



Gambar 1. Diagram alir pembuatan gula cair nira aren

**Hasil Analisis Keadaan Fisik/ fisual**

**Tabel 1. Hasil analisis fisik produk gula cair selama 1 bulan dapat dilihat pada Gambar. 1**

°Brix	Penambahan glukosa (%)	Pengamatan Fisual	Keterangan
65	0	Berbuih dan ada endapan	
	5	Berbuih/fermentasi, endapan, encer dan tumbuh kapang	
	10	Berbuih,endapan, kapang	
	15	Berbuih dan ada endapan sedikit kapang	
	20	Berbuih dan ada endapan	
70	0	Berbuih, endapan dan kapang	
	5	Berbuih dan ada endapan	
	10	Berbuih dan ada endapan	
	15	Berbuih dan ada endapan kental	
75	0	Tidak berbuih dan sedikit endapan	Dilakukan penelitian lanjutan
	5	Tidak berbuih tidak ada endapan	
	10	Tidak berbuih tidak ada endapan	
	15	Tidak berbuih tidak ada endapan	
	20	Tidak berbuih tidak ada endapan	
80	0	Tidak berbuih, terbentuk endapan gula kristal	
	5	Tidak berbuih, endapan gula kristal lebih banyak	
	10	Tidak berbuih, endapan gula kristal	
	15	Tidak berbuih, endapan gula kristal	
	20	Tidak berbuih, endapan gula kristal kecil	

Hasil analisis Visual dari perlakuan 65,70,75 dan 80 °Brix dengan penambahan glukosa 5,10,15 dan 20% setelah penyimpanan 1 bulan diperoleh hasil pengamatan pada perlakuan 75°Brix yang terbaik dimana produk gula cair tidak berbuih, dan tidak terbentuk endapan gula kristal

sehingga dari hasil ini dilanjutkan penelitian tahap II. Faktor yang pengaruhi kualitas gula cair yaitu bahan baku, pH, suhu pemasakan, derajat brix dan penambahan glukosa. Produk gula cair sesuai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2a, 2b, 2c dan 2d di bawah ini:



**Gambar 2a. Gula Cair 65° Brix**



**Gambar 2a. Gula Cair 65° Brix**



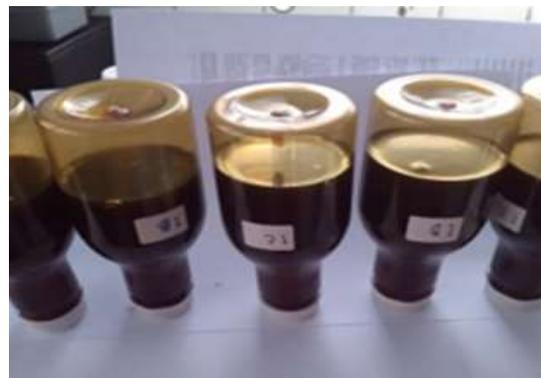
**Gambar 2a. Gula Cair 70° Brix**



**Gambar 2a. Gula Cair 70° Brix**



**Gambar 2c. Gula Cair 75° Brix**



**Gambar 2c. Gula Cair 75° Brix**



Gambar 2d. Gula Cair 80° Brix



Gambar 2d. Gula Cair 80° Brix

Tabel 2. Hasil Analisis Produk Gula Cair 75°Brix

Glukosa B (%)	pH	°Brix	K.Air (%)	K.Abu (%)	Reduksi (%)	Sakarosa (%)	Kapang (Kol/ml)	ALT (kol/ml)	Viscositas (mPa.s)
B <sub>1</sub> =0	5,80	75,4	29,08	1,39	5,02	64,08	0	2,73x10 <sup>1</sup>	500
B <sub>2</sub> =5	5,79	75,8	29,85	1,46	6,10	61,37	0	5,46x10 <sup>1</sup>	550
B <sub>3</sub> =10	5,78	75,9	28,39	1,43	6,92	60,44	0	7,73x10 <sup>1</sup>	620
B <sub>4</sub> =15	5,78	76,8	28,75	1,40	8,11	57,64	0	6,82x10 <sup>1</sup>	665
B <sub>5</sub> =20	5,78	77,3	28,05	1,42	9,01	56,87	< 10	4,55x10 <sup>1</sup>	810

Ket: (Dari gula madu 65,4 °Brix dengan pH 5,85 dilakukan pemasakan dengan suhu 80°C penambahan Glukosa 5,10,15 dan 20%)

### Hasil Analisis pH

Berdasarkan hasil analisis pH produk gula cair dapat dilihat pada Tabel. 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata pH 5,78-5,80 dan hasil penelitian terjadi penurunan pH dengan penambahan glukosa namun nilai penurunan pH tidak mempunyai nilai yang signifikan. Menurunnya nilai pH kemungkinan disebabkan sebagian gula disakarida (sukrosa) mengalami hidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa karena adanya air didukung kinerja enzim invertase kemudian berlanjut terjadi fermentasi membentuk asam. Nira aren dengan pH netral akan menghasilkan kualitas gula cair yang baik. tidak berbuih dan belum terjadi proses fermentasi oleh mikroba sehingga menyebabkan pH menurun. Nilai pH

merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan yang dimiliki oleh suatu larutan.

### Hasil Analisis Padatan Terlarut °Brix

Berdasarkan hasil analisis padatan terlarut produk gula cair dapat dilihat pada Tabel.2 rata-rata 75,4-77,3° Brix . Penambahan glukosa menyebabkan peningkatan jumlah padatan terlarut. Penambahan glukosa sampai dengan 20% menunjukkan derajat brix tertinggi dan viscositas produk gula cair meningkat, karena kadar air gula cair berkurang. Satuan brix merupakan satuan yang digunakan untuk menunjukkan kadar gula yang terlarut dalam suatu larutan. Semakin tinggi derajat brix

yang dihasilkan maka semakin manis larutan tersebut. Semakin tinggi derajat brixnya gula cair semakin kental. Derajat brix adalah zat padat kering yang terlarut dalam larutan (g/100 g larutan) yang dihitung sebagai sukrosa dan padatan lainnya.

#### **Hasil Analisis Kadar Air**

Berdasarkan hasil analisis kadar air produk gula cair dapat dilihat pada Tabel.2 rata-rata 28,08-29,85%. Dengan penambahan glukosa menghasilkan kadar air lebih kecil. Kadar air gula cair Produk gula cair nira aren memiliki kadar air cukup tinggi dimana kadar air sangat penting untuk mengetahui mutu suatu produk pangan. Air yang terdapat dalam bentuk bebas pada bahan pangan dapat membantu terjadinya proses kerusakan pangan. Kadar air dalam suatu bahan berperan dalam reaksi kimia, perubahan enzimatik ataupun pertumbuhan mikroorganisme. Faktor lingkungan juga seperti pH dan suhu sangat mempengaruhi. Kadar air berpengaruh terhadap stabilitas dan kualitas produk secara keseluruhan. Kadar air yang tinggi ditunjukkan dengan tekstur produk basah. Gula sifatnya higroskopis, yakni mudah menyerap air, kadar air yang tinggi akan memudahkan untuk penyerapan air dari udara sehingga daya simpan produk akan lebih pendek.

Kadar air merupakan parameter yang sangat penting dalam bahan pangan karena air dapat mempengaruhi kenampakan tekstur dan cita rasa pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya simpan bahan pangan

tersebut. Kadar air yang tinggi menyebabkan mudahnya bakteri, kapang dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (6).

Kadar air bahan merupakan salah satu parameter yang penting dalam suatu bahan pangan, karena mempengaruhi tekstur, umur simpan, penerimaan konsumen, dan lain-lain. Semakin tinggi kadar air dalam suatu bahan, semakin tinggi resiko kerusakan bahan karena bakteri, mikroba, jamur, atau proses kimia yang mungkin terjadi seperti oksidasi. Pada gula merah, kadar air dapat mempengaruhi tekstur gula (7).

#### **Hasil Analisis Kadar Abu**

Berdasarkan hasil analisis kadar abu produk gula cair dapat dilihat pada Tabel.2 rata-rata 1,39-1,46 %. Dari hasil semua perlakuan yang diperoleh kadar abu gula cair nira aren memenuhi syarat SNI gula palma 01-3743-1995 yaitu 2,0 %. Kadar abu merupakan salah satu penentu mutu gula. Kadar abu disebabkan oleh meningkatnya kandungan mineral nira kandungan mineral dalam nira aren selalu berbeda sesuai dengan daerah tumbuh dan keadaan iklim atau cuaca. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Somaatmadja (8) bahwa kadar abu dalam gula sangat dipengaruhi oleh kandungan mineral dalam nira serta pada proses pembuatannya

#### **Hasil Analisis Kadar Gula Pereduksi**

Berdasarkan hasil analisis kadar gula pereduksi produk gula cair dapat dilihat pada Tabel.2 rata-rata 5,02-9,01%. Gula pereduksi

yang dihasilkan meningkat diduga karena adanya aktifitas enzim yang terdapat dari nira aren tersebut. Dari hasil penelitian menunjukkan meningkatnya nilai gula pereduksi dengan semakin banyak penambahan glukosa. Hal ini menyebabkan rasa dari gula cair berkurang manis. Gula pereduksi adalah gula yang memiliki gugus aldehyd bebas pada struktur kimianya. Kandungan gula pereduksi berperan dalam proses pencoklatan nira tebu. Gula invert yang banyak mengandung gula pereduksi akan lebih mudah mengalami proses pencoklatan sehingga warnanya lebih coklat. Pembentukan gula pereduksi ini ada yang disengaja namun ada juga yang dicegah. Pembentukan gula pereduksi disengaja melalui proses inverse untuk menghasilkan gula invert (9). Nira sangat mudah mengalami kerusakan, kerusakan nira banyak sekali macamnya, namun pada umumnya nira dikatakan rusak jika kadar sukrosa dalam nira terinversi menjadi gula pereduksi yang terdiri dari glukosa dan fruktosa dalam perbandingan yang sama. Inversi sukrosa ini dapat disebabkan oleh suhu yang terlalu tinggi, derajat keasaman (pH) nira yang terlalu rendah atau tinggi dan aktivitas mikroorganisme.

#### **Hasil Analisis Sakarosa**

Berdasarkan hasil analisis sakarosa produk gula cair dapat dilihat pada Tabel.2 rata-rata 56,87-64,08%. Nilai sakarosa tinggi menyebabkan terjadinya endapan kristal pada gula cair. Pada pembuatan gula, kandungan sukrosa nira merupakan faktor

penting. Pemanasan suhu tinggi dan pH nira rendah akan menyebabkan sukrosa terhidrolisis menjadi gula reduksi. Semakin banyak gula reduksi yang terbentuk maka gula yang dihasilkan bersifat hidroskopis (10).

Zat yang terlarut sebagai gula (sukrosa, glukosa, fruktosa, dan lain-lain), atau garam-garam klorida atau sulfat dari kalium, natrium, kalsium dan lain-lain merespon dirinya sebagai brix dan dihitung setara dengan sukrosa. Gula aren cair dapat mengkristal dalam waktu tertentu, perlu dilakukan penanganan untuk menghambat proses pengkristalan tersebut. Sirup glukosa memiliki karakteristik yang tidak mudah mengkristal, mudah larut dan mampu memberikan efek mengkilap kini mulai diminati untuk digunakan sebagai pemanis dalam industri pangan (11).

#### **Hasil Analisis Kapang**

Berdasarkan hasil analisis kapang produk gula cair dapat dilihat pada Tabel. 2 rata-rata 0 - <10 koloni/ml. Berdasarkan rentang pHnya, mikroba diklasifikasikan dalam tiga kelompok yaitu: asidofilik memiliki rentang pH pertumbuhan pada pH rendah (asam) dengan pH optimum 2,0, bakteri netrofilik memiliki rentang pH pertumbuhan pada pH netral dengan pH optimum 7,0, dan bakteri alkalofilik memiliki rentang pH pertumbuhan pada pH basa dengan pH optimum 12,0.

#### **Hasil Analisis ALT**

Berdasarkan hasil analisis ALT produk gula cair dapat dilihat pada Tabel 2

rata-rata  $1,41 \times 10^1$  -  $5,46 \times 10^1$ . Analisa total bakteri merupakan salah satu syarat dari produk pangan untuk menentukan ada tidaknya mikroba, Kontaminasi mikroba pada produk pangan dapat disebabkan oleh berbagai hal, seperti: berasal dari muatan mikroba awal pada bahan baku atau bahan pembantu yang digunakan; berasal dari pekerja, alat, dan wadah, ruangan dan udara yang terlibat dalam pengolahan; atau dari kontaminasi silang yaitu produk jadi yang bercampur dengan bahan baku dan penanganan yang tidak baik setelah pengolahan (12).

#### Hasil Analisis Viskositas

Berdasarkan hasil analisis Viskositas produk gula cair dapat dilihat pada Tabel.2 rata-rata 500- 810 mPa.s. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi derajat brix dapat menaikkan nilai viskositas. Semakin tinggi nilai viskositas menyebabkan terjadinya proses kristalisasi pada gula cair, bahwa kekentalan nira aren semakin meningkat dengan penambahan glukosa tujuan penambahan glukosa untuk menghindari proses kristalisasi. Hal ini disebabkan karena air yang menguap akan semakin banyak dan total padatan terlarut semakin meningkat, sehingga viskositas akan meningkat. Kekentalan pada produk pangan sangat dipengaruhi oleh kandungan zat-zat yang terkandung pada bahan tersebut.

#### KESIMPULAN

Glukosa dapat menghambat proses kristalisasi pada gula aren cair. Pada

perlakukan pengaturan derajat brix yaitu 75°brix dengan penambahan 5% glukosa dapat menghambat pembentukan kristalisasi pada gula aren cair dan secara visual produk gula cair tidak berbuih dan tidak ada endapan kristal.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Widyawati N. Sukses Investasi Masa Depan dengan Bertanam Pohon Aren. Yogyakarta: Lily Publisher; 2012.
2. Lempang M. Rendemen produksi gula aren (*Arenga pinnata* Merr.). Bul Penelit Kehutanan Balai Penelit Kehutanan, Ujung Pandang. 2000;Vol.6 No.1:hal. 17–28.
3. Susi S. Pengaruh keragaman gula aren cetak terhadap kualitas gula aren kristal (palm sugar) produksi agroindustri kecil. J Penelit Fak Pertan. 2013;Universita.
4. Lempang M, Mangopang A. Efektivitas nira aren sebagai bahan pengembang adonan roti. J Penelit Kehutan Wallacea. 2012;1(1):26–35.
5. Nurwati N. Formulasi Hard Candy dengan Penambahan Ekstrak Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) sebagai Flavor. Institut Pertanian Bogor; 2011.
6. Dwijosepputro D. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Jakarta: Djambatan; 1994.
7. Dewi SR, Izza N, Agustiningrum DA, Indriani DW, Sugiarto Y, Maharani DM, et al. Pengaruh suhu pemasakan nira dan kecepatan pengadukan terhadap kualitas gula merah tebu. J Teknol Pertan. 2014;15(3):149–58.
8. Somaatmadja D. Ketela sebagai bahan pembuatan gula. Bul Perhimpun Ahli Teknol Pangan Indones. 1980;
9. Suwarno S, Ratnani RD, Hartati I. Proses pembuatan gula invert dari sukrosa dengan katalis asam sitrat, asam tartrat dan asam klorida. Momentum. 2015;11(2):99–103.
10. Suwardjono -. Pengaruh penggunaan bahan pengawet alam terhadap

- kualitas nira kelapa yang digunakan untuk pembuatan gula kelapa di Daerah Istimewa Yogyakarta. 2001.
11. Robi'a -, Sutrisno A. Karakteristik sirup glukosa dari tepung ubi ungu (Kajian suhu likuifikasi dan konsentrasi alpa-amilase). J Pangan dan Agroindustri. 2015;3(4):1531–7.
12. Dahruhsyah. Pengantar Teknologi Pangan. Bogor: IPB; 2012.