

## PENGARUH PENAMBAHAN KONSENTRASI BAHAN PENGAWET ALAMI PADA NIRA AREN SELAMA PENYIMPANAN TERHADAP MUTU GULA AREN CAIR

*(The Effect of The Addition of Natural Preservative Substance Concentration of Arenga pinnata Sap During Storage on the Quality of Liquid Palm Sugar)*

Ricky Fauzi Lubis<sup>1\*</sup>, Rona J. Nainggolan<sup>1</sup>, Mimi Nurminah<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian USU  
Jl. Prof. Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155

<sup>\*)</sup> Email : rickyfauzilubis@yahoo.co.id

Diterima 30 November 2013/ Disetujui 20 Desember 2013

### ABSTRACT

The research was conducted to determine the effect of the addition of natural preservative substance concentration of Arenga pinnata sap during storage on the quality of liquid palm sugar. The research had been performed using a completely randomized design with two factors, i.e. natural preservative substance concentration which is jackfruit stalk (N) : (2%), (4%), (6%), and (8%) and storage time (L) : (0, 1, 2, and 3 days). Parameters analyzed were pH, total acid, total sugars, total soluble solid (TSS) of Arenga pinnata sap, sensory characteristics (color and aromatic) of Arenga pinnata sap, TSS of liquid palm sugar, yield, sensory characteristics (color, aromatic, and flavor) of liquid palm sugar.

The results showed that the natural preservative substance concentration had highly significant effect on all parameters. Storage time had highly significant effect on all parameters. Interaction of both factors had highly significant effect on TSS of Arenga pinnata sap, sensory characteristics color of Arenga pinnata sap, and TSS of liquid palm sugar, had significant effect on pH and total acid, and had no significant effect on total sugars, sensory characteristics aromatic of Arenga pinnata sap, yield, and sensory characteristics (color, aromatic, and flavor) of liquid palm sugar. Natural preservative substance concentration of 6% was the best treatment for the quality of liquid palm sugar.

**Key words :** *Arenga pinnata sap, natural preservative substance, liquid palm sugar, storage time*

### PENDAHULUAN

Nira aren merupakan salah satu sumber bahan pangan yang hampir semua bagian dari pohonnya dapat dimanfaatkan. Nira mudah sekali mengalami kerusakan dimana penyebab utamanya adalah akibat adanya mikroorganisme khususnya khamir dan bakteri. Jenis mikroorganisme tersebut adalah *Saccharomyces* sp dan *Acetobacter* sp.

Secara tradisional, masyarakat mengolah nira aren menjadi gula aren yang umumnya diproduksi dalam bentuk gula padat. Akan tetapi, ada juga yang diproduksi dalam bentuk gula cair. Gula aren mempunyai banyak kelebihan seperti harganya yang jauh lebih tinggi dan aromanya yang lebih harum. Gula aren yang berbentuk padat pada penggunaannya dilarutkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Hal ini merupakan budaya yang tidak efisien baik bagi konsumen dan produsen gula aren. Gula aren dalam bentuk cair lebih efisien dibandingkan gula aren dalam bentuk padat, dimana bagi produsen akan dapat mengurangi biaya bahan bakar dan mengurangi

tenaga untuk mencetak. Usaha gula aren di Indonesia memiliki prospek yang menjanjikan untuk dikembangkan. Hal ini dapat diketahui dari tingginya permintaan baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Berdasarkan survei, sebuah industri kecil dalam sebulan dapat memperoleh pesanan sebesar 15 – 25 ton.

Nira yang akan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan gula kerusakannya harus dicegah dan ditangani secara baik. Ada beberapa bahan pengawet alami yang biasa ditambahkan oleh para penyadap untuk menghambat fermentasi pada nira, diantaranya yaitu buah safat, biji jarak, biji kemiri, minyak kelapa, kulit buah manggis, kulit pohon manggis, kulit buah langsung, kulit pohon langsung, kayu/getah nangka, getah papaya, dan lain-lain. Petani aren di Desa Baru Kecamatan Batang Kuis Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara biasanya menggunakan bahan pengawet alami yakni kayu nangka untuk menghambat proses fermentasi pada nira aren. Zat yang ada pada kayu nangka mengandung senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi bahan pengawet alami yang dapat mempertahankan mutu gula aren cair selama penyimpanan.

## METODOLOGI

Bahan yang digunakan adalah nira aren yang diperoleh dari petani aren di Desa Baru, Kecamatan Batang Kuis, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Bahan lain yang digunakan adalah kayu nangka yang juga diperoleh dari petani aren di Desa Baru Kecamatan Batang Kuis Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara dan bahan kimia untuk analisa total asam dan total gula. Alat yang digunakan adalah *beaker glass*, gelas ukur, pipet tetes, *hand refractometer*, pH meter, *erlenmeyer*, timbangan analitik, *stirer*, labu ukur, penangas air, spatula, buret, corong, kapas, kuvet, vorteks, *spektrofotometer*, labu takar, tabung reaksi, mikro pipet, dan pipet volume.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari dua faktor, yaitu konsentrasi bahan pengawet alami sebagai faktor I dengan 4 taraf perlakuan yaitu  $N_1 = 2\%$ ,  $N_2 = 4\%$ ,  $N_3 = 6\%$ , dan  $N_4 = 8\%$ . Faktor II adalah lama penyimpanan dengan 4 taraf perlakuan yaitu  $L_1 = 0$  hari,  $L_2 = 1$  hari,  $L_3 = 2$  hari, dan  $L_4 = 3$  hari. Setiap perlakuan dibuat dalam 2 ulangan.

Perlakuan pembuatan pengawet alami : diambil bagian yang paling dalam dari bahan pengawet alami yaitu kayu nangka, kemudian dipotong-potong sehingga ukurannya menjadi kecil dan ditimbang sebanyak 100 g. Direbus air sebanyak 5 liter selama 30 menit sampai

mendidih, setelah air mendidih dimasukkan 100 g kayu nangka ke dalam air mendidih tersebut dan diaduk sampai merata. Dibiarkan sampai pengawet alami dingin (pada suhu kamar). Perlakuan pengawetan nira aren : bahan pengawet alami pada nira aren yang telah disadap dengan konsentrasi  $N_1 : 2\%$ ;  $N_2 : 4\%$ ;  $N_3 : 6\%$ ; dan  $N_4 : 8\%$  dalam 1 liter nira. Kemudian disimpan nira aren pada suhu dingin ( $5^{\circ}\text{C}$ ) selama 0, 1, 2, dan 3 hari. Perlakuan pembuatan gula aren cair : dimasak nira yang telah disaring selama 20 menit pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Setelah 20 menit, dicekikan api sampai pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  dan dimasak selama 20 menit. Ditambahkan air masak sebanyak 20 ml. Dimasak dan diaduk selama 2 menit. Didinginkan kemudian dimasukkan ke dalam botol.

Variabel mutu yang diamati adalah pH nira aren (Apriyantono *et al.*, 1989), total asam nira aren (Ranganna, 1977), total gula nira aren (Apriyantono *et al.*, 1989), *total soluble solid* nira aren (Muchtadi dan Sugiyono, 1989), uji organoleptik (warna dan aroma) nira aren (Soekarto, 1985), *total soluble solid* gula aren cair (Muchtadi dan Sugiono, 1989), rendemen gula aren cair (Sunanto, 2003), uji organoleptik (warna, aroma, dan rasa) gula aren cair (Soekarto, 1985).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap mutu nira aren dan gula aren cair yang diamati seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi bahan pengawet alami terhadap mutu nira aren dan gula cair

Parameter Mutu	Konsentrasi bahan pengawet alami			
	$N_1$ (2%)	$N_2$ (4%)	$N_3$ (6%)	$N_4$ (8%)
<b>Nira Aren</b>				
pH	4,850	4,936	5,006	5,130
Total asam (%)	0,323	0,321	0,300	0,282
Total gula (%)				
<i>Total soluble solid</i> ( $^{\circ}\text{brix}$ )	12,938	13,109	13,220	13,455
Nilai organoleptik warna (numerik)	14,475	14,975	15,225	15,700
Nilai organoleptik aroma (numerik)	1,983	2,067	2,250	2,405
<b>Gula Cair</b>				
<i>Total soluble solid</i> ( $^{\circ}\text{brix}$ )	2,725	2,858	2,900	2,967
Rendemen (%)	67,900	69,850	71,550	72,925
Nilai organoleptik warna (numerik)	7,399	7,520	7,613	7,772
Nilai organoleptik aroma (numerik)	3,615	3,683	3,717	3,758
Nilai organoleptik rasa (numerik)	3,153	3,346	3,411	3,267
Nilai organoleptik rasa (numerik)	2,446	3,004	3,167	2,763

Tabel 2. Pengaruh lama penyimpanan terhadap parameter yang diamati

Parameter Mutu	Lama Penyimpanan			
	L <sub>1</sub> (0 hari)	L <sub>2</sub> (1 hari)	L <sub>3</sub> (2 hari)	L <sub>4</sub> (3 hari)
<b>Nira Aren</b>				
pH	5,695	5,329	4,555	4,344
Total asam (%)	0,210	0,290	0,323	0,403
Total gula (%)	14,092	13,480	12,907	12,244
Total soluble solid (°brix)	17,775	15,800	14,375	12,425
Nilai organoleptik warna (numerik)	3,242	2,717	1,608	1,138
Nilai organoleptik aroma (numerik)	3,333	2,933	2,742	2,442
<b>Gula Cair</b>				
Total soluble solid (°brix)	78,400	71,975	68,200	63,650
Rendermen (%)	8,202	7,747	7,452	6,904
Nilai organoleptik warna (numerik)	3,917	3,783	3,657	3,417
Nilai organoleptik aroma (numerik)	3,616	3,383	3,154	3,024
Nilai organoleptik rasa (numerik)	3,525	3,004	2,521	2,329

### pH Nira Aren

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap pH nira aren. Nilai pH nira aren tertinggi diperoleh pada perlakuan N<sub>1</sub>L<sub>1</sub> yaitu 5,970 dan nilai pH nira aren terendah diperoleh pada perlakuan N<sub>1</sub>L<sub>4</sub> yaitu 4,230. Semakin besar konsentrasi bahan pengawet alami yang digunakan maka pH nira aren semakin tinggi karena bahan pengawet alami yang digunakan yaitu kayu nangka mengandung zat yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba yang menyebabkan fermentasi yang dapat memberi efek penurunan pH.

Kandungan kimia kayu nangka tersebut antara lain alkaloid, flavonoid, tannin yang dapat mengawetkan nira karena memiliki sifat antimikroba. Sesuai dengan pernyataan Ersam (2001) yang menyatakan bahwa kandungan kimia kayu nangka antara lain morin, sianomaklurin (zat samak), flavon dan tannin yang mempunyai sifat atau daya bakteristatik (Ismarani, 2012). Pada konsentrasi rendah zat antibakteri dapat bersifat bakteristatik yakni bekerja menghambat pertumbuhan bakteri sedangkan pada konsentrasi tinggi zat antibakteri dapat bersifat bakterisidal yakni bekerja mematikan bakteri (Chornawang *et al.*, 2005). Dapat dilihat juga bahwa semakin lama penyimpanan maka pH nira aren semakin rendah karena nira mudah mengalami kerusakan yang dipengaruhi oleh fermentasi mikroba dimana nira merupakan media pertumbuhan yang subur bagi mikroorganisme seperti bakteri *Acetobacter acetic* dan sel ragi dari genus *Saccharomyces* (Budyanto, 2004), dapat dilihat pada Gambar 1.

### Total Asam Nira Aren

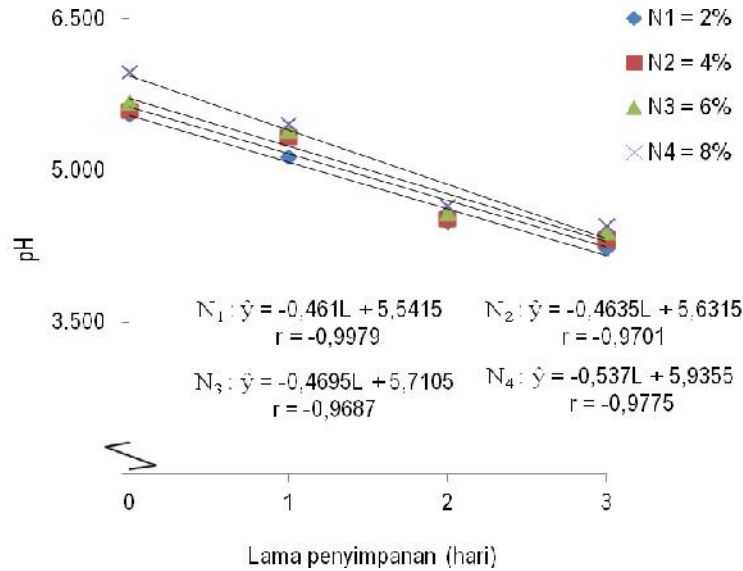
Dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap total asam nira aren. Nilai total asam nira aren tertinggi diperoleh pada perlakuan N<sub>1</sub>L<sub>4</sub> yaitu 0,404% dan nilai total asam nira aren terendah diperoleh pada perlakuan N<sub>1</sub>L<sub>1</sub> yaitu 0,161%. Nira aren memiliki gula yang merupakan komponen utama sebagai sumber energi bagi mikroba. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa semakin lama penyimpanan total asam nira akan semakin meningkat. Hal tersebut disebabkan oleh fermentasi yang terjadi pada nira aren. Sumanti *et al* (2004) menyatakan pada nira terjadi fermentasi laktat alkohol asetat yang merupakan fermentasi spontan dimana melibatkan bakteri asam laktat, khamir, dan bakteri asamasetat.

*Leuconostoc spp* dan *Lactobacillus spp* merupakan mikroorganisme awal yang terdapat di dalam nira segar yang diduga merupakan mikroorganisme dominan pada nira. *Saccharomyces cereviceae* adalah khamir yang biasa melakukan fermentasi alkohol. Bakteri asam laktat dan khamir bekerja secara bersama dalam proses fermentasi nira. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi bahan pengawet alami yang digunakan maka total asam semakin rendah. Hal tersebut disebabkan pada bahan pengawet alami yang digunakan terdapat zat-zat yang dapat menghambat proses fermentasi yang menghasilkan asam pada nira aren.

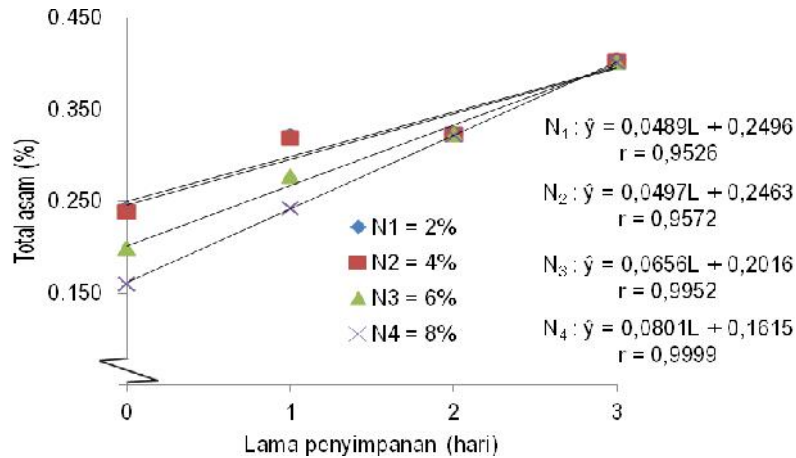
Kayu nangka sebagai bahan pengawet alami yang digunakan antara lain mengandung alkaloid, saponin, tannin, flavonoid. Robinson (1995) menyatakan bahwa alkaloid adalah

senyawa pahit yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Saponin mempunyai sifat seperti sabun yang dapat melarutkan kotoran, dapat digunakan sebagai antiinflamasi (peradangan) dan antimikroba (Zakaria *et al.*,

2007). Flavonoid berfungsi sebagai antibakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks terhadap senyawa ekstraseluler yang mengganggu integritas membran sel bakteri (Cowan, 1999), dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 1. Hubungan interaksi konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan dengan pH nira aren



Gambar 2. Hubungan interaksi konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan dengan total asam nira aren

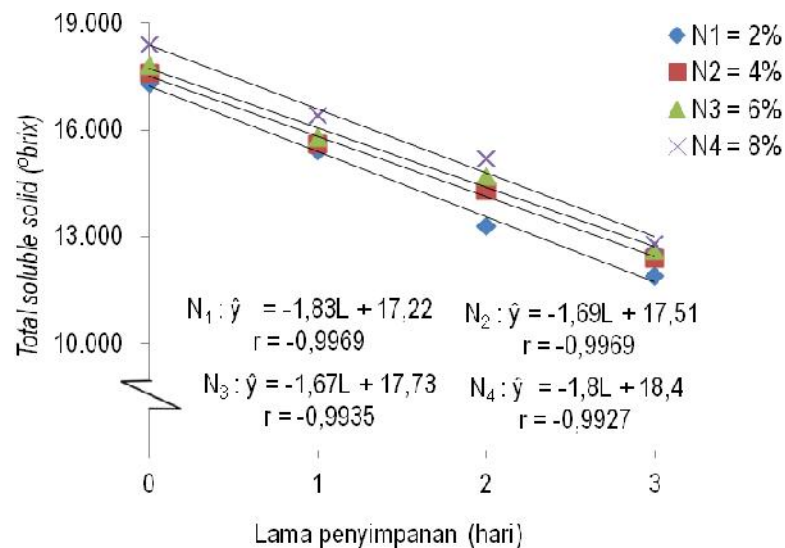
**Total Soluble Solid (°Brix) Nira Aren**

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap total soluble solid nira aren. Nilai total

soluble solid nira aren tertinggi diperoleh pada perlakuan N4L1 yaitu 18,400°brix dan nilai total soluble solid nira aren terendah diperoleh pada perlakuan N1L4 yaitu 11,900°brix. Kandungan brix pada nira dapat menurun dengan cepat pada

proses fermentasi nira, sedangkan kandungan asam seperti asam asetat, laktat, dan tartarat cenderung meningkat. Adapun perubahan tersebut merupakan relevansi yang nyata dari perubahan pH yang juga menurun. Wang (2004) menyatakan bahwa sukrosa akan mengalami degradasi akibat lingkungan yang asam, panas, dan mineral tertentu melalui reaksi hidrolisis. Reaksi hidrolisis atau reaksi inversi sukrosa ini dapat terjadi secara spontan pada kondisi yang asam. Penambahan bahan pengawet alami dari kayu nangka menunjukkan pada taraf konsentrasi yang semakin besar nilai *total soluble solid* nira aren juga semakin besar. Kayu nangka memiliki zat-zat antimikroba yang dapat mengganggu aktivitas mikroorganisme. Pada

konsentrasi rendah bersifat bakteriostatik dan pada konsentrasi tinggi bersifat bakterisidal. Zat-zat ini diduga kuat berperan dalam penghambatan proses fermentasi nira aren yang menghasilkan asam sehingga *total soluble solid* nira aren tidak menurun. Diantara zat-zat tersebut terdapat flavonoid dan tannin. Cowan (1999) menyatakan mekanisme flavonoid sebagai antimikroba yaitu mengikat adhesin kompleks pada dinding sel sedangkan mekanisme tannin sebagai antimikroba yaitu mengikat protein, mengikat pada adhesin, menghambat enzim, mengikat substrat, mengganggu kompleks dinding sel, dan merusak membran sel, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan interaksi konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan dengan *total soluble solid* nira aren

#### Uji Organoleptik Warna Nira Aren

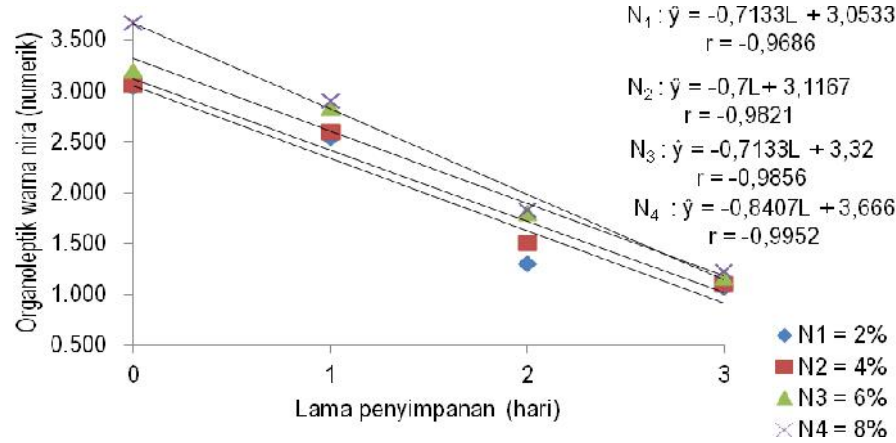
Dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap uji organoleptik warna nira aren. Nilai uji organoleptik warna nira aren tertinggi diperoleh pada perlakuan  $N_4L_1$  yaitu 3,667 dan nilai uji organoleptik warna nira aren terendah diperoleh pada perlakuan  $N_1L_4$  yaitu 1,067. Penurunan mutu fisik, kimia dan mikrobiologis nira terutama disebabkan oleh mikroba, dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin lama nira disimpan warna nira semakin tidak disukai panelis, hal ini disebabkan nira aren merupakan media hidup yang baik bagi mikroba baik bakteri, khamir dan kapang yang mana dapat menyebabkan fermentasi. Fermentasi

tersebut membuat air nira yang rasanya manis, berbau enak, dan tidak berwarna berubah menjadi bau nira yang tidak enak dan warnanya menjadi keputih-putihan yang kurang disukai panelis. Mikroba-mikroba tersebut memanfaatkan sukrosa dan komponen kimia lain untuk hidupnya dan akan mengalami perkembangbiakan sehingga jumlah dan jenis mikroba akan semakin meningkat yang menyebabkan perubahan fisiokimia pada nira. Rahman *et al* (2004) menyatakan bahwa kerusakan nira yang diakibatkan oleh aktivitas mikroorganisme ditandai dengan rasa asam pada nira, buih yang berwarna putih, dan juga berlendir. Kayu nangka dapat menghambat proses fermentasi pada nira aren karena mengandung alkaloid, saponin, flavonoid, tannin. Zablutowicz *et al* (1996) menyatakan saponin menghambat pertumbuhan

atau membunuh mikroba dengan cara berinteraksi dengan membran sterol. Efek utama

saponin terhadap bakteri adalah pelepasan protein dan enzim dari dalam sel.



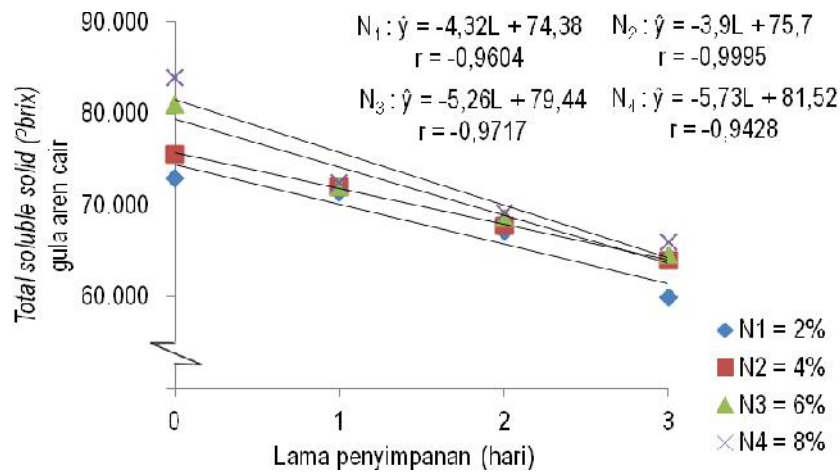
Gambar 4. Hubungan interaksi konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan dengan nilai organoleptik warna nira aren.

**Total Soluble Solid (<sup>o</sup>Brix) Gula Aren Cair**

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap total soluble solid (<sup>o</sup>brix) gula aren cair. Nilai total soluble solid (<sup>o</sup>brix) gula aren cair tertinggi diperoleh pada perlakuan N<sub>4</sub>L<sub>1</sub> yaitu 84,0 dan nilai total soluble solid (<sup>o</sup>brix) gula aren cair terendah diperoleh pada perlakuan N<sub>1</sub>L<sub>4</sub> yaitu 60,0. Semakin besar konsentrasi bahan pengawet alami yang digunakan pada setiap taraf lama penyimpanan semakin tinggi nilai total soluble solid (<sup>o</sup>brix) gula aren cair. Bahan pengawet alami dapat menghambat fermentasi oleh ragi liar yang sangat aktif dimana fermentasi

tersebut tidak akan berhenti sampai pada kondisi nira telah habis dikonversi.

Total soluble solid (<sup>o</sup>brix) pada gula aren cair semakin menurun pada taraf lama penyimpanan disebabkan oleh perombakan gula menjadi asam oleh bakteri. Hidayat et al (2006) menyatakan bahwa pada fermentasi alkohol, tahapan awal yang terjadi yakni gula yang terdapat pada bahan baku diubah menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub> dimana berlangsung secara anaerob. Setelah alkohol dihasilkan pada kegiatan tersebut kemudian fermentasi asam asetat segera terjadi. Bakteri asam asetat mengubah alkohol menjadi asam asetat secara aerob, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan interaksi konsentrasi bahan pengawet alami dan lama penyimpanan dengan total soluble solid (<sup>o</sup>brix) gula aren cair

## KESIMPULAN

1. Penambahan konsentrasi ekstrak kayu nangka yang dapat mempertahankan mutu gula aren cair adalah penambahan konsentrasi  $N_4$  yaitu 8%.
2. Penambahan konsentrasi ekstrak kayu nangka  $N_3$  yaitu 6% menghasilkan gula aren cair yang disukai oleh para panelis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyantono, A., Fardiaz D, Puspitasari N.L., Sedamawati dan Budiyanto S. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. Bogor : PAU Pangan dan Gizi. IPB.
- Budiyanto, M. 2004. Mikrobiologi Terapan. Edisi 3. UMM-Press, Malang.
- Chornawang, M.T., Surassmo, S. Nukoolkan, V.S and Gritsanapan, W. 2005. *Antimicrobial effects of thai medicinal plants against acne-inducing bacteria. Journal Ethnopharmacol. 10:303-330*
- Cowan, M. M. 1999. *Plant Products As Antimicrobial Agents. Clinical Microbiology Reviews : 564-582. American Society for Microbiology.*
- Ersam, T. 2001. *Senyawa Kimia Makromolekul Beberapa Tumbuhan Artocarpus Hutan Tropika Sumatera Barat. Disertasi. Intitut Teknologi Bandung, Bandung.*
- Hidayat, N. Padaga, M. C, dan Suhartini, S. 2006. *Mikrobiologi Industri. CV Andi Offset, Yogyakarta.*
- Ismarani. 2012. *Potensi senyawa tannin dalam menunjang produksi ramah lingkungan. Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah 3(2):46-50*
- Muchtadi, D. dan T.R. Sugiyono. 1989. *Petunjuk Laboratorium Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi PAU Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.*
- Rahman, M. S, M. M., P, Kumar Sen, and M. F. Hasan. 2004. *Purification and characterization of invertase enzyme from sugarcane. Journal Bio Science Pakistan. 7(3): 340-345*
- Ranganna, S., 1977. *Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Product. Mc-Graw Hill Publishing Company, New Delhi.*
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi. ITB, Bandung.*
- Soekarto, S.T. 1985. *Penilaian Organoleptik Untuk Indsutri Pangan dan Hasil Pertanian. PUSPANG-TEPA. IPB, Bogor.*
- Sumanti, D., Tjahjadi, C., Betty. D.S., Cucu, S.A., dan Abdu, R. 2004. *Efek Bahan Pengawet Alami Terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme Kontaminan Nira Aren. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran, Jatinangor.*
- Sunanto, H. 2003. *Budidaya dan Penyulingan Kayu Putih. Kanisius, Yogyakarta.*
- Wang, N.S. 2004. *Enzyme Kinetic of Invertase Via Initial Rate Determination. Departemen of Chemical Engineering, University of Maryland.*
- Zablutowicz, R. M, R. E. Hoagland, and S. C. Wagner. 1996. *Effect of Saponin on The Growth and Activity of Rizosphere Bacteria. CRC-Press, USA.*
- Zakaria, Z.A., Zaiton, H., Henie, E.F.P., Jais, A.M.M, and Zainuddin, E.N.H. 2007. *In vitro antibacterial activity of Averrhoa bilimbi L. leaves and fruits extracts. International Journal of Tropical Medicine. 2(3): 96-100*