



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



Perbaikan Proses Pembuatan Gula Merah Aren di Pabrik Gula Aren Masarang Tomohon

Julius Pontoh^{a*}, Audy Wuntu^a

^aJurusan Kimia, FMIPA, Unsrat, Manado

KATA KUNCI

Gula merah aren
Kurva isoterm sorpsi
Gilingan bongkahan

ABSTRAK

Pabrik gula aren Masarang Tomohon saat ini memiliki masalah rendahnya efisiensi produksi akibat pembentukan bongkahan gula selama tahap akhir pemrosesan gula. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi proses produksi gula di pabrik dengan penekanan pada sorpsi air oleh gula dan pada penghancuran bongkahan gula selama produksi serbuk gula aren (gula semut). Umur simpan gula merah aren diestimasi dengan kurva isoterm absorpsi menggunakan rumus Labuza. Penghancuran gula dilakukan mula-mula melalui penentuan jenis gilingan, diikuti dengan membuat desain gilingan dan membangun konstruksi gilingan. Perhitungan umur simpan gula menghasilkan angka 6,4 tahun umur simpan. Konstruksi gilingan gula dibuat didasarkan pada gilingan martil (*hammer mill*) dengan kapasitas untuk mengurangi sisa produk hingga 1,28 persen.

KEYWORDS

Brown palm sugar
Sorption isothermic curve
Crumble milling

ABSTRACT

The Masarang Palm Sugar Factory in Tomohon is currently facing to the problems of the low efficiency production due to the crumble formation during the last step of sugar processing and the question of the shelf life of the product. Therefore the goal of this research is to improve the palm sugar processing at the factory by focusing to the understanding the water sorption by the sugar and to break down the sugar crumbles during the brown sugar powder production. The shelf life of the brown palm sugar was estimated by the isotherm absorption curve followed by application of Labuza formula. The sugar milling was processed by firstly determined the milling type, followed by designing the mill and then constructed it. The calculation of shelf life of the sugar product was found as 6.4 years. The sugar milling was constructed based on the hammer mill with the capacity to reduce the crumbles as low as 1.28 percent.

TERSEDIA ONLINE

25 Juli 2014

1. Pendahuluan

Potensi tanaman aren untuk menghasilkan gula sangat tinggi, sedangkan Indonesia memiliki tanaman aren yang sangat melimpah dimana sebagian besar tumbuh sebagai hutan campuran. Tanaman aren memproduksi gula yang sebagian besar diolah menjadi gula merah. Namun demikian, proses produksi ini masih sangat tradisional sehingga mempunyai mutu yang sangat beragam.

Yayasan Masarang di Tomohon telah mulai mengembangkan pengolahan nira menjadi gula aren dengan membangun pabrik gula aren. Pabrik ini memproduksi gula aren pada umumnya dalam bentuk gula merah serbuk atau yang dikenal sebagai gula semut. Sebagai pabrik yang baru, Pabrik Gula Aren Masarang menghadapi berbagai persoalan terutama untuk menghasilkan produk dengan mutu yang standard dan meningkatkan efisiensi proses pengolahan.

*Corresponding author: Jurusan Kimia FMIPA UNSRAT, Jl. Kampus Unsrat, Manado, Indonesia 95115; Email address: pontohjulius@yahoo.com

Pada saat ini Pabrik Gula Aren Masarang menghadapi efisiensi produksi yang rendah dengan terbentuknya gelondong (bongkahan gula) setelah kristalisasi. Pembentukan gelondong gula ini mencapai sekitar 30 persen dari total produksi gula. Sebagai alternatif untuk mengatasi sisa produk ini maka gelondong gula tersebut diolah kembali. Hal ini tidak saja menambah biaya produksi tetapi masih menyisahkan sekitar 10 persen dari total produksi.

Berbagai peralatan penghancur (gilingan) tersedia untuk memperkecil ukuran partikel dapat dibedakan atas penghancur (*crusher*), penggiling (*grinder*) dan pemotong (*cutting*) (McCabe, Smith dan Harriot, 2001). Lebih lanjut, Fellows (1990) mendeskripsikan berbagai peralatan untuk memperkecil ukuran bahan makanan kering meliputi gilingan bola (*ball mill*), gilingan piringan (*disc mill*), gilingan martil (*hammer mill*) dan gilingan tabung (*roller mill*). Dari berbagai tipe peralatan giling ini maka yang memungkinkan untuk digunakan guna menghancurkan gelondong gula adalah tipe peralatan disc dan hammer. Namun demikian tipe hammer lebih baik oleh karena sifat gelondong yang masih cukup tinggi kadar airnya (2-4 persent) sehingga bersifat mudah melekat pada peralatan seperti pada disc yang bekerja berdasarkan pada tenaga pukulan (*impact*) dan menggesek (*shear*).

Karakteristik produk gula semut belum banyak mendapat perhatian, terutama sifat isoterm sorpsi air. Dipihak lain, informasi ini sangat dibutuhkan untuk proses pengeringan, pengepakan dan penyimpanan produk. Kusnandar (2010) telah mendeskripsikan proses penentuan kurva isoterm dari produk makanan. Selanjutnya dari kurva isoterm ini dapat ditentukan umur simpan dari produk makanan tersebut..

2. Metode

2.1. Material penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gula semut yang diproses di Pabrik Gula Aren Masarang. Bahan kimia yang digunakan berkualifikasi pro analisis seperti NaOH, K₂CO₃,

NaBr, KI, NaCl dan BaCl₂ yang diperoleh dari Merck Darmstad Germany, dan bahan pembuatan peralatan penghancur gelondong berupa pelat besi dengan ketebalan 10, 5 dan 3 mm.

Alat yang digunakan meliputi timbangan analitik Ohaus, oven Mehmet, kontainer plastik yang dijadikan sebagai desikator untuk penyimpanan sampel pada berbagai tingkat kelembapan, desikator gelas standard, peralatan gelas dan cawan aluminium, peralatan las listrik dan gas dan mesin penggerak berbahan bakar premium.

2.2. Penentuan Kadar Air

Cawan aluminium kosong yang dibersihkan dan dikeringanginkan dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105°C selama satu jam, kemudian dipindahkan kedalam desikator standard untuk didinginkan selama kurang lebih 15 menit dan ditimbang (W₁). Selanjutnya, kedalam cawan dimasukkan sampel sebanyak 2 gram (W₂) dan dipindahkan kedalam oven dengan suhu 105°C selama enam jam sampai berat konstan. Cawan yang berisi sampel kering didinginkan dalam desikator dan ditimbang (W₃). Kadar air dihitung dengan rumus (1) sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air} = \frac{(W_1 + W_2) - W_3}{W_2} \quad (1)$$

2.3. Penentuan Kadar Air Kritis

Kadar air kritis ditentukan berdasarkan pengamatan visual terhadap keadaan gula. Batas kandungan air yang mulai menunjukkan terjadinya perekatan antara partikel gula dinyatakan sebagai kadar air kritis. Sebagaimana telah dinyatakan dalam kriteria mutu gula palma bahwa kadar air maksimum untuk gula semut adalah maksimum 3 persen (Anonymous, 1995).

2.4. Pembuatan Larutan Jenuh

Perlakuan kelembapan relatif diatur sesuai dengan jenis bahan yang digunakan (Tabel 1). Masing masing bahan mempunyai tingkat kelarutan yang berbeda beda terhadap air.

Tabel 1. Kelarutan dan kelembapan relatif dari berbagai bahan

No	Jenis Bahan	Kelarutan (g/100 mL) ¹⁾	Kelembapan (%) ²⁾
1	NaOH (Natrium hidroksida)	111	6,9
2	K ₂ CO ₃ (Kalium karbonat)	112	43
3	NaBr (Natrium bromida)	90,5	57,5
4	KI (Kalium iodida)	140	69
5	NaCl (Natrium klorida)	35,9	75
6	KCl (Kalsium klorida)	33,4	84
7	BaCl (Barium klorida)	35,8	90,3
8	Air murni		100

¹⁾ O'Niel, Smith dan Heckelman (2001)

²⁾ Kusnandar (2010)

Volume air akhir diusahakan untuk menjadi 100 mL dengan sedikit demi sedikit menambahkan bahan tersebut kedalam air sampai melebihi jumlah batas kejenuhan dengan ditandai oleh sebagian bahan yang ditambahkan tidak larut lagi dalam air.

Larutan jenuh ini kemudian dimasukkan masing-masing ke dalam kontainer plastik sebagai desikator yang dilengkapi dengan peralatan untuk meletakkan piringan berisi sampel gula. Kontainer tertutup ini dibiarkan selama semalam sebelum sampel gula dimasukan.

2.5. Penentuan Kurva Isoterm Adsorpsi

Sampel gula yang akan diteliti dikeringkan didalam oven pada suhu 105 °C selama semalam. Selanjutnya sampel didinginkan dalam desikator sekitar 15 menit. Sampel gula yang telah dingin kemudian ditimbang dalam wadah aluminium seberat 2 gram. Wadah dengan sampel ditempatkan didalam kontainer plastik dan secepatnya wadah ditutup kembali.

Sampel dalam wadah ditimbang secara periodik sampai diperoleh berat yang konstan yang berarti kadar air dalam sampel telah mencapai keseimbangan dengan kelembapan udara dalam masing masing kontainer plastik. Data perubahan berat dan waktu pengamatan diplot dalam kurva untuk masing masing kelembapan. Dari kurva ini akan diperoleh kandungan air konstant untuk masing masing kadar air. Selanjutnya, data ini diplot dalam grafik hubungan antara kelembapan dengan kadar air yang merupakan kurva sorpsi isoterm.

2.6. Penentuan Umur Simpan

Umur simpan gula ditentukan berdasarkan pada rumus (2) yang dikembangkan oleh Labuza (1982).

$$ts = \frac{\ln \left[\frac{Me - Mi}{Me - Mc} \right]}{\left[\frac{k}{X} \right] \left[\frac{A}{Ws} \right] \left[\frac{Po}{b} \right]} \quad (2)$$

di mana:

ts = umur simpan

Me = kadar air keseimbangan (% bk)

Mi = kadar air awal (%bk)

Mc = kadar air kritis (%bk)

Ws = berat bahan (g)

Po = tekanan uap air jenuh pada ruang penyimpanan (mmHg)

k/x = permeabilitas kemasan (gH₂O/m².hari.mmHg)

A = luas kemasan

b = kemiringan kurva sorpsi isoterm (g H₂O/g bk)

2.7. Pembuatan Gilingan Penghancur Gelondongan

Pembuatan gilingan penghancur gelondong dimulai dengan pemilihan tipe gilingan yang disesuaikan dengan keadaan gelondong. Selanjutnya dilakukan pembuatan gambar design gilingan. Pembuatan dilakukan bersama dengan pemilik Bengkel Peralatan Pertanian di Tataaran, Tondano.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kadar Air

Hasil pengamatan kandungan air dari berbagai tahap pengolahan gula aren dapat dilihat dalam Tabel 2. Dari Tabel ini terlihat bahwa kandungan air sesudah disaring hanya berkisar pada 1,91. Nilai ini jauh lebih rendah dari sebelum disaring (2,14) Hal ini disebabkan oleh karena kebanyakan air berada dalam gelondong dan selama pengayakan terjadi penguapan yang cukup signifikan dari kristal yang cukup halus. Penguapan ini terjadi oleh karena pada saat pengayakan, suhu gula masih relatif tinggi (sekitar 45 °C).

Tabel 2. Kandungan air gula pada berbagai tahap pengolahan

Tahap Pengolahan	Kadar Air (%)
Akhir Kristalisasi	4,35
Sebelum Disaring	2,14
Sesudah Disaring	1,91
Gelondong Sesudah Disaring	2,27
Sesudah Digiling	2,49
Sesudah Dikeringkan	1,76

Kadar air gula sesudah penggilingan justru meningkat yaitu dari 2,27 (gelondong) menjadi 2,49. Hal ini mungkin disebabkan terjadinya penyerapan air oleh partikel kristal yang relatif sangat kecil. Hal ini menunjukkan perlu perhatian yang lebih besar terhadap gula hasil penggilingan. Misalnya dengan segera menampung gula tersebut dalam kantong plastik yang kedap air dan dikeringkan secepatnya.

3.2. Kecepatan Absorpsi Air

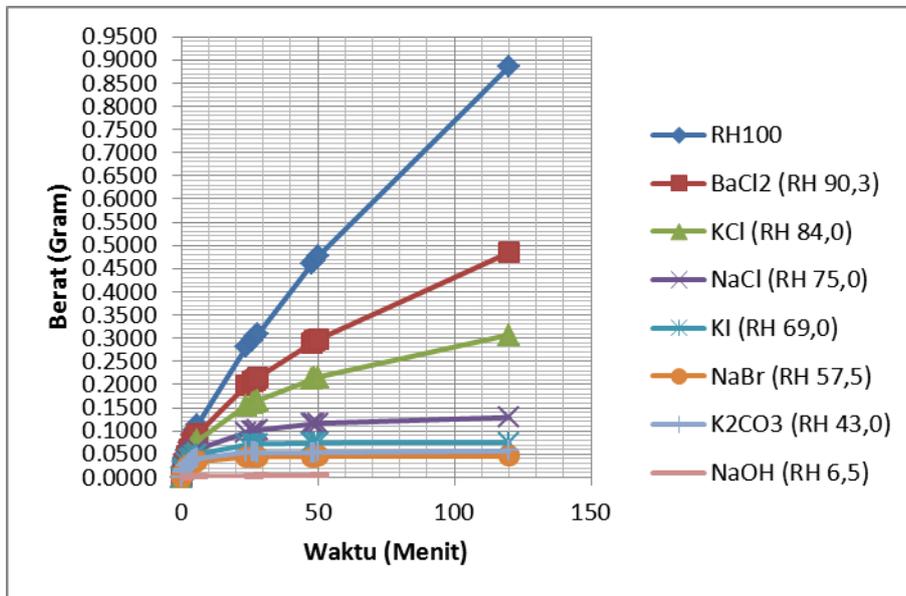
Kecepatan absorpsi air oleh gula pada berbagai tingkat kelembapan dapat dilihat dalam Gambar 1. Terlihat bahwa kecepatan penyerapan air oleh gula terus meningkat pada kelembapan tinggi.

Selanjutnya wadah kemasan haruslah memiliki porositas terhadap molekul air yang rendah. Kemampuan penyerapan air oleh gula semut disebabkan oleh karena, pertama, kandungan gula pereduksi yang relatif tinggi dan kedua, karena luas permukaan yang besar. Pontoh (2012) melaporkan bahwa kandungan gula pereduksi dalam gula aren bervariasi dari 8 sampai 10 persent. Gula pereduksi merupakan senyawa yang sangat higrokopis karena gugus fungsi karbonilnya. Kenyataan ini menyebabkan perlakuan perlindungan gula

terhadap udara terbuka adalah sangat penting. Untuk itu, gula semut haruslah dimasukkan ke dalam kantong pengepakan sesegera mungkin.

Hasil pengamatan kandungan air dari berbagai tahap pengolahan gula aren dapat dilihat dalam Tabel 3. Dari Tabel ini terlihat bahwa kandungan air sesudah disaring hanya berkisar pada 1,91. Nilai ini

jauh lebih rendah dari sebelum disaring (2,14) Hal ini disebabkan oleh karena kebanyakan air berada dalam gelondong dan selama pengayakan terjadi penguapan yang cukup signifikan dari kristal yang cukup halus. Penguapan ini terjadi oleh karena pada saat pengayakan, suhu gula masih relatif tinggi (sekitar 45 °C).



Gambar 1. Pertambahan Berat Sampel Gula Aren Selama Penyimpanan Pada Berbagai Tingkat Kelembapan Udara

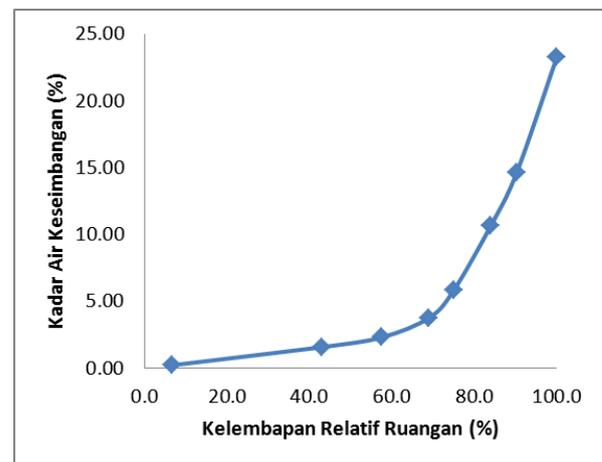
Tabel 3. Kandungan air gula pada berbagai tahap pengolahan

Tahap Pengolahan	Kadar Air (%)
Akhir Kristalisasi	4,35
Sebelum Disaring	2,14
Sesudah Disaring	1,91
Gelondong Sesudah Disaring	2,27
Sesudah Digiling	2,49
Sesudah Dikeringkan	1,76

Kadar air gula sesudah penggilingan justru meningkat yaitu dari 2,27 (gelondong) menjadi 2,49 persent. Hal ini mungkin disebabkan terjadinya penyerapan air oleh partikel kristal yang relatif sangat kecil. Hal ini menunjukkan perlu perhatian yang lebih besar terhadap gula hasil penggilingan. Misalnya dengan segera menampung gula tersebut dalam kantong plastik yang kedap air dan dikeringkan secepatnya.

Keseimbangan kadar air gula aren dapat dilihat dari kurva isoterm (Gambar 2). Kurva ini diturunkan dari hasil pengamatan absorpsi air oleh gula aren pada berbagai tingkat kelembapan udara di sekitarnya (Gambar 1). Data ini menunjukkan bahwa gula semut sangat mudah menyerap air dari lingkungannya yaitu sekitar 0,039 gram/1,98 gram per menit atau 1,99 persent (berat per berat) per menit pada kelembapan 100 persen. Penyerapan

air terus berlangsung sampai melebihi 69 persen air sesudah empat jam.



Gambar 2. Kurva Isoterm Gula Semut Aren

Pola penyerapan air oleh gula aren sesuai dengan yang dikemukakan oleh Fennema (1985) untuk produk makanan dengan bahan baku utama sukrosa. Kelembapan yang tinggi (lebih tinggi dari 70 persen memacu penyerapan air oleh produk.

Dari kurva isoterm ini dapat diduga umur simpan gula aren. Umur simpan gula aren selain ditentukan oleh pola kurva isotermis, ditentukan juga oleh keadaan bahan pengemas (permiabilitas dan ukuran) dan kelembapan tempat penyimpanan

yang ditetapkan pada 75 persen. Pola kurva adsorpsi isoterm mempunyai nilai $b=0,548$. Permiabilitas dari polipropilen yang digunakan sebagai bahan pengemas adalah $0,08 \text{ cc}/100 \text{ in}^2 \cdot \text{hari} \cdot \text{mmHg}$, sedangkan luas permukaan kemasan adalah $2(16 \times 12 \text{ cm}) = 384 \text{ cm}^2$. Selanjutnya, kadar air kritis ditentukan sebagai 3,5 persen yaitu lebih besar dari kadar air menurut kriteria kualitas kadar air (Anonim, 1995). Keseimbangan kadar air pada kelembapan udara 75 persen adalah 5,83 persen, sedangkan kadar air awal adalah 1,71 persen.

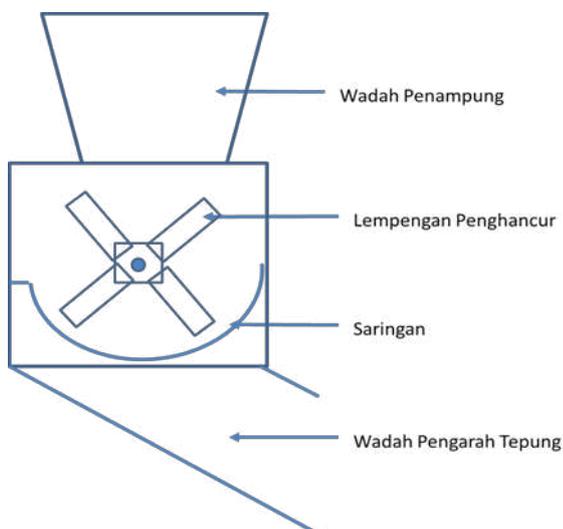
Dari hasil perhitungan dengan rumus Labuza (Persamaan 2) diperoleh waktu penyimpanan setara dengan 6,4 tahun. Dengan perkataan lain untuk meningkatkan kelembapan produk dari 1.76 menjadi 3,5 persen dibutuhkan waktu 6,4 tahun.

3.3. Gilingan Penghancur Gelondong

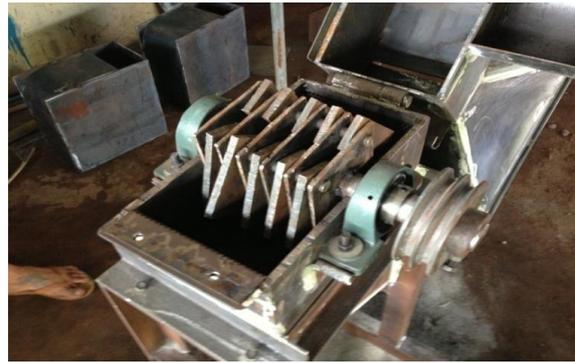
Gelondong gula dihasilkan setelah gula semut yang terbentuk diayak. Gelondong terbentuk karena kurang meratanya penguapan air dari kristal gula. Kandungan air yang masih tinggi pada kristal gula menyebabkan penggumpalan. Hasil pengamatan keadaan gelondong memperlihatkan ada dua jenis gelondong yaitu ada gelondong yang tidak terlalu padat dan ada gelondong yang sangat padat. Pembentukan gelondong dipengaruhi juga oleh kualitas aren.

Kualitas nira aren yang mempunyai pH rendah menyebabkan lebih banyak gelondong yang terbentuk. Hal ini mungkin disebabkan oleh karena pH yang rendah mengindikasikan telah terjadi fermentasi yang signifikan oleh mikroorganisme. Fermentasi menyebabkan terbentuknya gula pereduksi (glukosa dan fruktosa) dan dextran. Bahan bahan ini lebih sukar untuk mengkristal sehingga akan mengikat lebih banyak air.

Design dan peralatan gilingan penghancur gelondong dapat dilihat dalam Gambar 3, 4 dan 5.



Gambar 3. Diagram gilingan penghancur gelondong gula



Gambar 4. Foto gilingan penghancur gelondong gula



Gambar 5. Foto percobaan pengoperasian gilingan penghancur gelondong gula

Hasil pengamatan produktivitas peralatan penghancur gelondong dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Produksi gula dan sisa gula (gelondong)

Tahapan Pembuatan Gula	Berat Awal (KG)	Berat Produk Akhir (KG)	Persentasi Sisa (Gelondong)
Penyaringan Sesudah Kristalisasi	50	34	32
Penyaringan Sesudah Rekrystalisasi	30	16	47
Penyaringan Sesudah Penggilingan	50	48	4

Dari Tabel 4 ini terlihat penurunan jumlah gelondong sangat besar yaitu dari 32 persent menjadi 4 persent. Dengan demikian sisa gelondong secara keseluruhan adalah 4 persent dikali 32 persent yaitu sama dengan 1,28 persent. Nilai ini menjadi sangat tidak signifikan ditinjau dari produktivitas pabrik.

4. Kesimpulan

1. Kurva isoterm gula semut aren mengikuti pola yang khas untuk produk makanan yang mengandung sukrosa tinggi.
2. Umur simpan gula aren berkisar pada 6,4 tahun.
3. Gilingan penghancur gelondong gula dalam pembuatan gula aren dengan tipe martil dapat mengurangi sisa produk sampai 1,28 persent saja.

5. Ucapan Terima Kasih

Tulisan ini merupakan bagian penelitian yang dibiayai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian Strategi Nasional Nomor: 100/SP2H/PL/Dit. Litabmas/V/2013, Tanggal 13 Mei 2013.

Daftar Pustaka

Anonim. 1995. *Standard Nasional Indonesia Gula Palma*. SNI 01-3743-1995. Badan Standarisasi Nasional.

Fellows, P.J. 1990. *Food Processing Technology. Principles and Practice*. Ellis Horwood. New York-USA.

Fennema, O.R. 1985. *Water and Ice*. Dalam: Fennema, O.R. *Food Chemistry*. Second Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker Inc. New York-USA. Hal: 23-67.

Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan: Komponen Makro*. Penerbit Dian Rakyat. Jakarta.

Labuza, T.P. 1982. *Shelf Life Dating of Foods*. Food and Nutrition Press. Inc. Westport Connecticut-USA.

McCabe, W.L., J.C. Smith dan P. Harriot. 2001. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Six Edition. McGraw Hill, Boston-USA.

O'Neil, M.J., A. Smith dan P.E. Heckelman. 2001. *The Merck Index*. 13th Edition. National Publishing Inc. Philadelphia, Pennsylvania-USA.

Pontoh, J. 2012. Metode Analisa dan Komponen Kimia dalam Nira Aren. *Prosiding Seminar Nasional Aren: Aren untuk Pangan dan Alternatif Energi Terbarukan*. Kementerian Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Balikpapan. 26-27 September 2012. Hal. 66-72.