

PERAN KIMIA ANALITIK DALAM PENGEMBANGAN KRITERIA MUTU GULA AREN

Julius Pontoh

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Sam Ratulangi,
Jl Kampus Unsrat, Kleak, Manado
email: pontohjulius@yahoo.com

Abstract

Palm sugar is one of the sugar palm tree products which have significant roles for local people income and as product that has beneficial function to human body. Significant roles of the sugar palm trees other than producing juice are their ability to produce the juice without cultivated the land so they kept protect the soil from environment degradation. As the same for all food processing, the quality of the raw materials and the quality of the product are important aspects. The chemical components in the juice will go under various changes as the result of chemical reactions during heating which determining the properties of the palm sugar. In both of the two quality determinations will need knowledge of analytical chemistry. The methods to measure most of the quality criteria always need to be developed based on the principles of analytical chemistry. Even though the industrial standard for palm sugar is already present, but the criteria used in that standard are still limited to provide the full description about the product. For example, the present of dextran that is very significant amount in the sugar but it does not included in the standard quality criteria. The sugar color which is one of the important criteria for the consumers is not included yet in the standard quality. The present methods for analysis are also needed to be reviewed. For example the method of sucrose analysis that based on the acid hydrolysis need to be corrected because the present of dextran in the sugar can influence the measurement due to dextran can be hydrolyzed at that step of analysis. Analytical results for dextran analysis showed that the "haze" method can be used with very high precision. Application of invertase for sucrose hydrolysis will reduce the effect of dextran contamination. Determination of sugar color can be done by using spectrophotometer at two wave length including 420 and 720 nm.

Keywords: Analytical Methods, Quality Standard, Palm Sugar

1. PENDAHULUAN

Gula aren merupakan salah satu produk tanaman aren. Gula aren dibuat dari nira yang disadap dari tangkai bunga aren. Nira dimasak dengan tujuan untuk menguapkan airnya sampai menjadi cairan kental yang kemudian didinginkan sambil dicetak menjadi gula cetak dalam berbagai bentuk atau didinginkan sambil diaduk untuk menjadi gula semut (kristal halus).

Pembuatan gula aren dari nira aren memberikan pendapatan bagi petani aren disamping tanaman aren memberikan dampak yang positif bagi pengawetan tanah. Tanaman aren diketahui mempunyai kemampuan untuk mengikat tanah dengan kuat karena sistem perakaran yang rapat. Tanaman aren dapat tumbuh panah tanah kritis bahkan dengan kemiringan yang sangat dalam sehingga menambah keunggulan tanaman ini sebagai pengawet tanah. Cara pemanenan produk utama tanaman aren yaitu nira

tidak harus menebang tanaman sehingga tanah tetap tertutup.

Gula aren digunakan oleh masyarakat sebagai pemanis dalam berbagai minuman, bahan pembuat kue dan berbagai ramuan obat-obatan. Gula aren diketahui mempunyai manfaat kesehatan yang tinggi. Hasil penelitian sementara menunjukkan bahwa konsumsi gula aren tidak meningkatkan kandungan gula darah pada tikus [1]. Hasil penelitian sebelumnya di Rusia menunjukkan bahwa konsumsi gula merah akan memperpanjang umur tikus dan memperbaiki profile lemak darah termasuk menurunkan kandungan kolesterol [2].

Mutu gula aren dipasaran yang sangat beragam. Hal ini disebabkan oleh karena pembuatan gula aren masih dilakukan dalam skala industri rumah tangga. Berbagai variasi dalam metode pembuatan dan mutu nira aren yang digunakan sangat bervariasi



menyebabkan perbedaan mutu gula aren yang dihasilkan.

Kimia analitik merupakan salah satu cabang ilmu kimia yang berhubungan dengan penetapan jenis dan kandungan kimia dalam sesuatu bahan. Berbagai prosedur untuk menghasilkan suatu pengukuran kandungan kimia yang tepat telah dikembangkan untuk setiap komponen kimia pada setiap bahan tertentu. Informasi kandungan kimia sangat dibutuhkan untuk setiap produk sehingga pengguna dapat mempunyai kepercayaan terhadap produk tersebut. Itulah sebabnya dalam semua proses pengolahan untuk menghasilkan sesuatu diperlukan informasi tentang kualitas bahan baku yang akan digunakan dan kualitas produk yang dihasilkan.

Sekalipun standard mutu gula aren telah tersedia [3], tetapi standard tersebut masih sangat terbatas dan metode analisisnya yang masih kurang akurat. Sebagai contoh, kandungan dextran dalam gula aren cukup signifikan, tetapi dalam standard mutu gula aren, kandungan dextran belum dimasukkan. Selain itu, warna gula yang sangat bermanfaat bagi pengguna gula tersebut belum ditetapkan secara objektif kedalam kriteria standard mutu gula aren.

Metode analisa sukrosa yang dimintakan dalam standard kualitas gula aren adalah dengan hidrolisa asam kemudian kandungan gugus peduksinya ditentukan. Adanya dextran yang merupakan polisakarida dari glukosa dapat ikut terhidrolisa dengan menggunakan asam. Hal ini tentunya akan mengurangi keakurasian dari hasil analisa tersebut. Untuk itu perlu dikembangkan suatu metode hidrolisa yang lain yang dapat menjamin tidak akan menghidrolisa dextran.

2. METODOLOGI

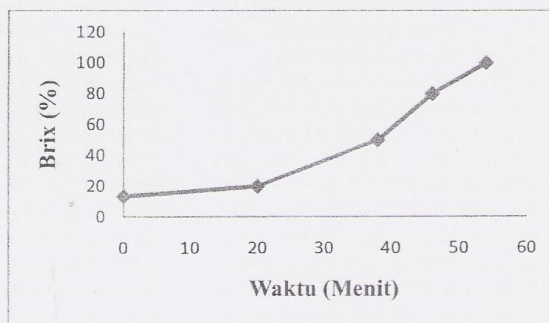
Pembuatan Gula Aren Bahan baku untuk pembuatan gula aren adalah nira aren. Nira aren disadap dari

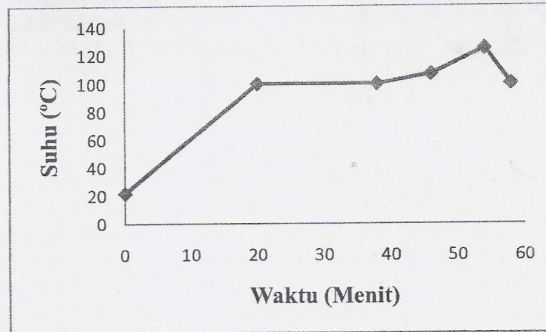
tanaman aren dengan cara membuat jaringan pembuluh dalam tangkai bunga jantan tanaman aren menjadi terbuka sehingga transportasi nira menjadi lancar. Setelah tangkai bunga dipotong, nira akan mengalir keluar yang kemudian ditampung untuk diolah menjadi gula.

Nira yang dikumpul dari hasil penyadapan dimasak dalam wajan dengan kapasitas sekitar 30 liter. Pemanasan ini bertujuan untuk menguapkan air disamping untuk menghasilkan berbagai reaksi kimia yang dikehendaki dalam produk akhir gula [4]. Pemasakan akan meningkatkan kandungan padatan terutama gula dari sekitar 12 persent menjadi sekitar 90 persent sebelum dikeringkan menjadi gula semut (kristal coklat) atau dicetak dalam bentuk gelondongan.

Suhu selama pemasakan pada mulanya akan berkisar pada suhu titik didih yaitu sekitar 98°C sampai kandungan gula yang diukur dengan satuan brix mencapai sekitar 70. Pada pemanasan selanjutnya suhu akan turut meningkat sebagaimana dapat dilihat dalam Gambar 1 [5].

Selama pemasakan terjadi berbagai reaksi kimia antara berbagai komponen kimia yang dikandung dalam nira aren. Reaksi yang paling utama adalah reaksi Maillard dengan prekursor gugus karbonil pada gula dan gugus amina pada asam amino/protein. Reaksi Maillard akan menghasilkan berbagai senyawa yang sangat menentukan warna, bau dan rasa gula semut yang dihasilkan. Oleh karena pada akhir periode pembuatan gula aren suhu meningkat sampai sekitar 120 – 125 °C (Gambar 1) maka reaksi pembentukan melainodin dan karamelisasi dapat terjadi. Hal ini akan menambah berbagai senyawa baru dalam gula aren.





Gambar 1. Perubahan brix dan suhu selama pembuatan gula aren

Kualitas Gula Aren.

Kualitas gula aren telah ditetapkan dalam Standard Nasional Indonesia (SNI 01-3743-1995; Badan Standardisasi Nasional, 1995) [3].

Dari Tabel ini terlihat bahwa kriteria yang ada masih terbatas, misalnya belum dicantumkannya kandungan dextran dalam gula aren. Kandungan dextran dapat dijadikan parameter tentang tingkat kerusakan nira aren sebelum diolah menjadi gula. Semakin tinggi kandungan dextran semakin tinggi

kerusakan nira aren oleh mikroorganisme. Selanjutnya kandungan dextran akan mempengaruhi viskositas dari cairan gula aren. Semakin tinggi kandungan dextran, semakin tinggi viskositas cairan gula aren. Hal ini akan mempengaruhi fungsionalitas gula aren dalam penggunaannya bagi konsumen. Demikian juga dengan kriteria warna yang masih didasarkan pada penilaian secara visual dengan mata telanjang, dan belum adanya metode pengukuran yang lebih objektif dengan menggunakan peralatan analisa.

Tabel 1. Standard Mutu Gula Aren menurut Standard Nasional Indonesia (SNI 01-3743-1995)

| No. | Kriteria uji | Satuan | Persyaratan | |
|-----|---------------------------------|--------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | | Cetak | Butiran/granula |
| 1. | Keadaan | | | |
| 1.1 | Bentuk | | Normal | Normal |
| 1.2 | Rasa dan aroma | | Normal, khas | Normal, khas |
| 1.3 | Warna | | Kuning kecoklatan sampai coklat | Kuning kecoklatan sampai coklat |
| 2. | Bagian yang tak larut dalam air | % b/b | Maks. 1,0 | Maks. 0,2 |
| 3. | Air | % b/b | Maks. 10,0 | Maks. 3,0 |
| 4. | Abu | % b/b | Maks. 2,0 | Maks. 2,0 |
| 5. | Gula pereduksi | % b/b | Maks. 10,0 | Min. 6,0 |
| 6. | Jumlah gula sebagai sakarosa | % b/b | Maks. 77 | Min. 90,0 |
| 7. | Cemaran logam | | | |
| 7.1 | Seng (Zn) | mg/kg | Maks. 40,0 | Maks. 40,0 |
| 7.2 | Timbal (Pb) | mg/kg | Maks. 2,0 | Maks. 2,0 |
| 7.3 | Tembaga (Cu) | mg/kg | Maks. 10,0 | Maks. 10,0 |
| 7.4 | Raksa (Hg) | mg/kg | Maks. 0,03 | Maks. 0,03 |
| 7.5 | Timah (Sn) | mg/kg | Maks. 40,0 | Maks. 40,0 |
| 8. | Arsen | mg/kg | Maks. 1,0 | Maks. 1,0 |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode analisa komponen kimia dari berbagai kriteria yang disyaratkan dalam Satndard Nasional Indonesia untuk gula palma mengikuti prosedur uji makanan dan minuman (SNI 01-2891-1992) dan prosedur uji gula (SNI 01-2896-1992) [6]. Pada prinsipnya prosedur uji gula didasarkan pada kemampuan gula mereduksi Cu^{2+} menjadi Cu^+ . Dua metode titrasi yang umum digunakan adalah Luff Schoorl dan Lane Eynon. Pada metode Luff Schoorl kandungan gula reduksi dihitung dengan mentitrasi sisa Cu^{2+} dengan natrium tio sulfat setelah ditambahkan larutan KI. Pada metode Lane Eynon, larutan Soxhlet yang mengandung Cu^{+2} langsung dititrasi dengan larutan gula yang akan dianalisa. Sekalipun kedua analisa ini dapat dianggap setara tetapi metode Lane Eynon membutuhkan senyawa yang lebih sedikit sehingga relatif lebih murah. Kelemahan metode yang terakhir ini adalah dibutuhkan keahlian yang lebih tinggi dalam menetapkan titik akhir titrasi [7].

Analisa sukrosa

Analisa sukrosa dilakukan dengan dengan terlebih dahulu menghidrolisa sukrosa menjadi gula reduksi. Proses hidrolisa dilakukan dengan menggunakan asam ((HCl) pada suhu 70 °C selama 10 menit [6]. Sudarmadji dkk., [8] menetapkan hidrolisis untuk dilakukan pada suhu 60 °C selama 10 menit atau pada

suhu ruang selama 10 jam. Penggiling gula Australia menetapkan untuk menghidrolisa pada suhu 68 °C selama 10 menit [9].

Hasil hasil penelitian analisa kandungan sukrosa dengan berbagai metode hidrolisa memberikan hasil yang berbeda (Tabel 2). Prosedure analisa dapat dilihat dalam laporan yang telah dipublikasi [10].

Dari Tabel ini terlihat bahwa hidrolisis asam dengan pemanasan 60 °C memberikan nilai yang rendah sedangkan dengan pemanasan dengan suhu yang lebih tinggi (70 °C) memberikan nilai yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan kemungkinan telah terjadi intervensi glukosa dari hidrolisis dextran yang dikandung dalam gula aren pada suhu tinggi. Untuk mengatasi terjadinya intervensi dari dextran maka salah satu teknik hidrolisis yang tidak memungkinkan terikutsertanya dextran adalah dengan menggunakan enzim. Di pasaran terdapat enzim yang sangat spesifik menghidrolisis ikatan *O*-glikosida antara glukosa dan fruktosa pada sukrosa. Enzim ini dinamakan invertase (β -fructofuranoside). Adanya spesifikasi yang tinggi ini menyebabkan enzim ini tidak dapat menghidrolisis dextran yang didominasi oleh ikatan α -(1->6). Dari Tabel 2 terlihat bahwa dengan hidrolisis enzim memberikan nilai yang lebih baik. Nilai ini mendekati nilai yang diukur dengan menggunakan kromatografi [11].

Tabel 2. Kandungan sukrosa dalam gula aren dengan metode hidrolisis enzim, pemanasan 60°C, pemanasan 70°C dan tanpa pemanasan.

| Sampel/Ulangan | Metode Enzim | Metode Asam Pemanasan 60° C | Metode Asam Pemanasan 70° C | Metode Asam Tanpa Pemanasan |
|----------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 89,8 | 85,8 | 90,0 | 85,8 |
| 2 | 91,5 | 83,6 | 94,0 | 89,6 |
| 3 | 88,3 | 85,7 | 94,3 | 90,3 |
| Rata rata | 89,9 | 85,0 | 92,8 | 88,6 |

Analisa gula dengan kromatografi merupakan pengukuran yang paling ideal karena cepat, dapat langsung menganalisa semua kandungan gula dalam bahan dan akurasinya yang tinggi [12]. Namun demikian metode ini mempunyai kelemahan karena harga peralatan yang relatif sangat tinggi untuk laboratorium yang sederhana.

Pemilihan enzim invertase sebagai metode hidrolisis sukrosa menjadi gula reduksi memberikan beberapa keuntungan yaitu kekhususannya menghidrolisa hanya sukrosa, waktu hidrolisa yang relatif pendek (10 menit) pada suhu ruang dan harga enzim per analisa yang relatif murah [10].

Analisa Dextran

Dextran merupakan polisakarida dari monomer glukosa dengan ikatan pada rantai utama α (1->6) dan ikatan α (1->3) pada rantai cabang dan kadang kadang α (1->2) atau α (1->4). Sebagai polisakarida, dextran mempunyai berat molekul yang sangat bervariasi dari 9000 kDa sampai 500000 kDa [13 dan 14]. Sebagai molekul yang sangat besar dan berada dalam matriks dengan karbohidrat lainnya maka analisa kandungan dextran menjadi lebih kompleks [15, 16 dan 17].

Beberapa metode analisa kandungan dextran telah dikemukakan meliputi: (1) pembentukan kabut oleh penambahan alkohol, (2) penggunaan antibodi, (3)



pengukuran polarisasi sebelum dan sesudah perlakuan detranase dan (4) hidrolisa asam dan pengukuran gugus reduksi dengan metode fenol asam sulfat yang terakhir ini dikenal sebagai Metode Robert [15]. Keempat metode ini telah digunakan dalam industri gula tebu dan gula bit.

Untuk menghindari interfensi dengan molekul lainnya maka kebanyakan metode analisa dextran dilakukan dengan terlebih dahulu mengisolasi dextran dari senyawa lainnya tersebut.

Proses isolasi membutuhkan waktu dan bahan atau biaya bahkan kehilangan sebagian dari dextran yang akan dianalisa. Dengan demikian pemilihan metode analisa haruslah mempertimbangkan hal tersebut. Dalam hal nira aren telah diketahui bahwa bahan ini tidak mengandung pati [10] dengan demikian pada metode pengendapan dengan etanol hal ini tidak akan menyebabkan interfensi. Namun demikian, adanya protein dalam nira aren [18] mungkin dapat memberikan pengaruh. Metode kabut tampaknya dapat digunakan untuk analisa dextran dalam gula aren

karena metodenya yang sederhana, cepat dan peralatan yang banyak terdapat di berbagai Laboratorium [17]. Metode ini telah diterima oleh Penggilingan Gula Australia [9] dan ICUMSA [17].

Hasil penelitian kandungan dextran dalam gula aren telah dilakukan sebagaimana dalam Tabel 3. Prosedur analisa dapat dilihat dalam dalam laporan yang telah dipublikasi [19]. Dari tabel ini terlihat bahwa kandungan dextran bervariasi dari 0,19 sampai 1,68 persent dalam gula aren. Kandungan dextran ini relatif sangat tinggi dibandingkan dengan dextran yang terdapat dalam nira tebu atau nira bit yaitu dibawah 0.1 persent [7, 17 dan 20]. Tingginya kandungan dextran dalam gula aren disebabkan oleh karena sanitasi dalam pengumpulan nira yang relatif kurang diperhatikan. Berbagai pengalaman petani dilapangan menunjukan bahwa bila kualitas nira telah rendah maka sukar untuk terjadi kristalisasi pada pembuatan gula semut. Bahkan pada pembuatan gula gelondongan hanya akan menghasilkan gula yang lembek (tidak keras).

Tabel 2. Kandungan dextran (% b/b) dalam berbagai contoh gula aren

| Sampel | Ulangan I | Ulangan II | Ulangan III | Rataan | Standard Deviasi |
|---------------------|-----------|------------|-------------|--------|------------------|
| Kumelembuai 1 | 0.77 | 0.75 | 0.75 | 0.76 | 0.01 |
| Kumelembuai 2 | 0.16 | 0.20 | 0.20 | 0.19 | 0.02 |
| Wanga 1 | 0.58 | 0.71 | 0.62 | 0.64 | 0.07 |
| Wanga 2 | 1.78 | 1.64 | 1.62 | 1.68 | 0.09 |
| Lahendong 1 | 0.98 | 0.94 | 0.73 | 0.88 | 0.13 |
| Lahendong 2 | 0.48 | 0.47 | 0.46 | 0.47 | 0.01 |
| (Arenga Palm Sugar) | 0.48 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.01 |

Analisa Warna.

Warna gula aren merupakan salah satu faktor penting dalam penentuan kualitas gula tersebut. Sampai pada saat ini kualitas warna gula aren hanya ditentukan berdasarkan penampakan secara visual dengan mata. Penentuan tersebut tentunya mempunyai kelemahan oleh karena setiap orang dapat memberikan penilaian yang berbeda untuk satu produk yang sama. Dalam lingkungan industri gula kristal, penentuan warna gula telah dikembangkan [7]. Sebelum 1994, warna gula putih maupun gula kasar ditentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang 420 nm pada pH 7. Sesudah itu warna ditetapkan dengan absorbansi pada panjang gelombang 420 dan 720 nm dan pH diatur dengan bufer trihidroksietilamin pada pH 7. Namun pengaruh penggunaan bufer hampir tidak berarti. Lebih lanjut, untuk gula yang mengandung lebih banyak senyawa berwarna dianjurkan untuk

menggunakan bufer (3-(N-morfolino) asam propanesulfonat). Alasan utama penggunaan bufer adalah untuk mempercepat waktu analisa karena tidak harus mengatur pH untuk setiap pengukuran. Prosedur yang sama telah digunakan oleh industri penggilingan gula di Australia [9].

Hasil analisa warna beberapa gula aren dengan menggunakan metode yang ditetapkan oleh penggilingan gula di Australia dapat dilihat dalam Tabel 3. Prosedur analisa dapat dilihat dalam laporan yang telah dipublikasi [21]. Dari Tabel ini terlihat bahwa rata-rata indeks warna yang diukur dengan spektrofotometer mempunyai hubungan dengan warna gula. Semakin tinggi nilai indeks warna semakin coklat warna gula tersebut. Selanjutnya warna gula aren dapat dikelompokkan atas warna kuning tua dengan indeks warna kecil dari 20000 IU, coklat dengan indeks warna 30000 sampai 40000, coklat tua dengan indeks



warna 40000 sampai 45000 dan coklat hitam dari 45000 sampai 50000. Nilai indeks warna gula aren ini jauh lebih tinggi dari indeks warna gula "brown sugar" yaitu 3000 sampai 11000 ICU [22] atau gula Areado yaitu 1300 sampai 4080 ICU [23].

Tabel 3. Indeks warna (ICU) dari berbagai contoh gula aren

| Sampel | Ulangan I | Ulangan II | Ulangan III | Rataan | Penampakan |
|---------------|-----------|------------|-------------|--------|---------------|
| Kumelembuai 1 | 40922 | 34913 | 34538 | 36791 | Coklat |
| Kumelembuai 2 | 29853 | 30091 | 30390 | 30111 | Kuning Coklat |
| Wanga 1 | 33378 | 36298 | 35535 | 35207 | Coklat |
| Wanga 2 | 42273 | 46727 | 45700 | 44900 | Coklat Tua |
| Lahendong 1 | 49859 | 46922 | 47528 | 48103 | Hitam Coklat |
| Lahendong 2 | 39607 | 33513 | 32376 | 35166 | Coklat |
| Masarang 1 | 38249 | 38409 | 38181 | 38280 | Coklat |
| Masarang 2 | 33847 | 32619 | 33714 | 33393 | Kuning Coklat |
| Ratahan 1 | 16399 | 17114 | 16538 | 16684 | Kuning Tua |
| Gula Kelapa | 13708 | 12675 | 13537 | 13307 | Kuning Tua |

4. KESIMPULAN

Standard kualitas gula aren yang telah tersedia perlu dikembangkan lebih lanjut dengan adanya informasi yang lebih jelas tentang komponen kimia yang terdapat didalamnya. Adanya dextran dalam jumlah yang cukup signifikan dalam nira maupun gula aren akan dapat mempengaruhi keakuratan metode analisa yang digunakan pada saat ini. Itulah sebabnya, metode analisa kandungan sukrosa dalam gula aren perlu ditinjau kembali. Hidrolisa sukrosa dengan

enzim invertase kelihatannya merupakan salah satu pilihan yang terbaik.

Kandungan dextran dalam gula aren dapat dilakukan dengan metode pengkabutan. Metode ini cukup sederhana, cepat dan dapat dilakukan dalam banyak laboratorium dengan peralatan yang terbatas.

Warna gula aren dapat ditentukan dengan baik dengan menggunakan peralatan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 dan 720 nm. Indeks warna ini sesuai dengan penampakan dengan mata. Semakin tinggi indeks warnanya semakin gelap warna gula aren.

Daftar Referensi

- [1] Analisa kandungan gula dan lipid dalam darah tikus putih yang diberi pakan gula aren. Laporan pada Yayasan Masarang.
- [2] Brekham, I.I. dan I.F. Nesterenko. 1983. *Brown Sugar and Health*. Pergamon Press. Oxford. England.
- [3] Anonim. 1995. *Standard Nasional Indonesia (SNI) Gula Palma 01-3743-1995*. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [4] Ho, C.H., W.N. Wan Aida, M.Y. Maskat dan H. Osman. 2008. Effect of thermal processing of palm sap on the physico-chemical composition of tradisional pam sugar. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11 (7):989-995.
- [5] Pelealu, K., J. Pontoh dan Suryanto, E. 2011. Pengaruh pemanasan terhadap aktivitas antioksidan dalam pembuatan gula aren. *Chemistry Progress* 4:60-66.
- [6] Anonim. 1990. *Cara Uji Gula*. Standard Industri Indonesia. SII 2454-90.
- [7] Altenburg, W. 2000. *The analysis of Sugar and Molasses*. Dalam: Chou, C.C. *Handbook of Sugar Refining. A manual for the Design and Operation of Sugar Refining Facilities*. John Wiley & Sons, Inc. New York. Hal 661-685.
- [8] Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1981. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi Kedua. Liberty Yogyakarta.
- [9] Anonim. 1991. *Standard Laboratory Manual For Australian Sugar Mills*. Bureau of Sugar Experiment Stations. Brisbane Australia.
- [10] Pontoh, J., I.D. Marsilawati dan P. Karundeng. 2013. Penentuan kandungan sukrosa pada gula aren dengan metode enzimatik. Telah diterima untuk dipublikasi pada *Chemistry Progress*.
- [11] Pontoh, J. 2007. *Analisa Komponen Kimia dalam Gula dan Nira Aren*. Laporan pada Yayasan Masarang. Tomohon.
- [12] Low, N.H. 1994. *Carbohydrate Analysis*. Dalam: Nielsen, S.S. (Editor). *Introduction to the Chemical Analysis of Foods*. Jones and Bartlett Publisher. Boston. 137-167.



- [13] Belder, A.N. 2003. Dextran. Handbook from Amersham Biosciences. Uppsala. Sweden.
- [14] Naessens, M., A. Cerdobbel, W. Soetaert dan E.J. Vandame. 2005. Review: Leuconostoc Dextranase and Dextran: Production, Properties and Applications. J. Chem. Technol. and Biotechnol. 80:845-860.
- [15] Saska, M., M.A. Godshall dan D.F. Day. 2002. Dextran Analysis with Polarimetric, Immunological, Roberts' and Haze Methods. Proceedings of the Conference of Sugar Processing Research. New Orleans, March 2002.
- [16] Singleton, V., J. Horn, C. Bucke and M. Adlart. 2002. A New Polarimetric Method for the Analysis of Dextran and Sucrose. J. Am. Soc. Sugarcan Technol. 22:112-119.
- [17] Riffer, R. 2000. Nonsugar and Sugar Refining. Dalam: Chou, C.C. Handbook of Sugar Refining. A manual for the Design and Operation of Sugar Refining Facilities. John Wiley & Sons, Inc. New York. Hal. 627-660.
- [18] Pontoh, J., I. Gunawan dan F. Fatimah. 2011. Analisa kandungan protein dalam nira aren. Chemistry Progress. 4:75-79.
- [19] Pontoh, J. G. Mirah, P. Karundeng, V. Kamu. 2013. Pengembangan analisa warna dari gula aren. Dimasukan untuk publikasi pada Buletin Palma.
- [20] Day, D.F. 2000. Microbiological Control in Sugar Manufacturing and Refining. Dalam: Chou, C.C. Handbook of Sugar Refining. A manual for the Design and Operation of Sugar Refining Facilities. John Wiley & Sons, Inc. New York. Hal. 505-522.
- [21] Pontoh, J. 2013. Metode analisa dextran dalam nira dan gula aren. Dimasukan untuk dipublikasi pada Buletin Palma.
- [22] Thompson, J.C. 2000. Brown or soft sugar. Dalam: Chou, C.C. Handbook of Sugar Refining. A manual for the Design and Operation of Sugar Refining Facilities. John Wiley & Sons, Inc. New York. Hal. 567-578.
- [23] Bento, L.S.M. dan F.C. Bartolo. 2000. Areado soft sugar process. Dalam: Chou, C.C. Handbook of Sugar Refining. A manual for the Design and Operation of Sugar Refining Facilities. John Wiley & Sons, Inc. New York. Hal. 579-5

Volume 5

Prosiding

SEMINAR NASIONAL KIMIA TERAPAN INDONESIA

2013

Hotel Dana Solo, 23 Mei 2013



Riset Kimia Terapan untuk Mendukung Daya Saing Bangsa Melalui Pembangunan Berbasis Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Diterbitkan tanggal 26 Juli 2013 atas kerjasama:

ISSN : 2088 - 9828



9 772088 982004



LIPI



Himpunan
Kimia
Indonesia