

PENGARUH PEMANASAN TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DALAM PEMBUATAN GULA AREN

Klaudi Pelealu, Julius Pontoh dan Edi Suryanto

*Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sam Ratulangi Manado*

ABSTRAK

Pelealu *dkk.*, 2011. Pengaruh pemanasan terhadap aktivitas antioksidan dalam pembuatan gula aren

Gula aren dihasilkan dari bahan sadapan pohon aren. Gula aren dikenal oleh masyarakat memiliki sifat medis. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari aktivitas antioksidan selama proses pembuatan gula aren dan stabilitasnya terhadap berbagai macam kondisi seperti radiasi cahaya, pH dan pemanasan. Bahan mentah yaitu nira segar dimasak untuk diuapkan airnya. Sementara dimasak, sampel diambil setelah kandungan gula cairan mencapai 20, 50, 80 and 100 % atau setelah menjadi gula aren. Aktivitas antioksidan ditentukan berdasarkan kemampuan mereduksi. Stabilitas antioksidan ditentukan setelah sari di beri perlakuan dicahaya selama 0, 2, 4, 6 dan 8 jam; pada pH 4, 5, 6, 7; dan pemanasan selama 15, 30, 45, 60 dan 120 menit. Hasil yang diperoleh menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh gula aren (100°Brix). Tetapi aktivitas menurun setelah sejumlah senyawa meningkat selama proses penguapan. Stabilitas antioksidan terhadap radiasi selama 4 jam masih stabil, tetapi menurun setelah 6-8 jam. Pada pH 7, aktivitas antioksidan stabil, tetapi penurunan pH menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan. Pemanasan gula selama 60 menit meningkatkan aktivitas antioksidan, tetapi setelah 120 menit mengalami penurunan.

Kata kunci : heating, brown sugar, antioxidant, aren

Pelealu *et al.*, 2011. The effect of heating on antioxidant activity during the brown sugar processing.

ABSTRACT

Aren brown sugar produced from the tapping material of sugar palm trees. The brown sugar has been known for Indonesian society for its medical properties. This research is aimed to study the antioxidant during the brown sugar processing and its stability to various conditions including light radiation, pH and heating. The raw material, fresh sap is cooking to evaporate the water, and during the cooking samples were taken after the juice reach its sugar content of 20, 50, 80 and 100 % or after became brown sugar. The antioxidant activity was measured based on the reducing ability. The antioxidant stability was measured after treatment the juice with exposing to the light for 0, 2, 4, 6 and 8 hours; the pH at 4, 5, 6, 7; and heating for 15, 30, 45, 60 and 120 minutes. The results showed that the highest antioxidant activity was found at the brown sugar (100°Brix). But the activity after corrected with the amount of substances which is increased during evaporation was decreased. The stability of antioxidant to radiation for 4 hour is still stable but it decrease after radiation for 6-8 hour. At pH 7 the antioxidant is stabile but by decreasing the pH, the stability of antioxidant is decreased. Heating the sugar for 60 minute increase the activity of antioxidant but 120 minute it is decreased.

Keywords : heating, brown sugar, antioxidant, aren

PENDAHULUAN

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia pada saat ini, hal ini disebabkan karena gula mempunyai berbagai fungsi baik dalam makanan maupun dalam berbagai industri yang bukan makanan seperti industri obat-obatan, bahan baku industri fermentasi dan sebagai sumber energi terbarukan.

Gula aren merupakan gula yang dibuat dari hasil deresan pohon aren. Gula aren ternyata sudah dibuat bahkan digunakan selama berabad-abad oleh bangsa Indonesia dan di beberapa daerah di Indonesia, menjadikan gula aren ini sebagai usaha/bisnis yang pemasarannya bukan hanya di dalam negeri bahkan

telah mencapai pasaran internasional (Kutacane, 2009). Gula aren memiliki banyak manfaat seperti memiliki kandungan kalori yang tinggi, sebagai pewarna alami pada makanan, kandungan serat yang tinggi, sehingga baik untuk pencernaan dan menghambat penyerapan kolesterol oleh tubuh (Hidayati, 2008).

Gula aren dibuat dengan cara memanaskan nira sehingga menjadi cairan kental yang kemudian setelah didinginkan terbentuk kristal halus (gula semut) atau dicetak menjadi gula balok (Soeseno, 1993). Nira aren diketahui mengandung sukrosa, gula pereduksi dan protein (Pontoh, 2007). Terbentuknya warna cokelat

pada gula merah hasil pemasakan, merupakan reaksi Maillard. Reaksi Maillard dapat menghasilkan senyawa yang bersifat sebagai antioksidan (Yoshimura dkk., 1997).

Antioksidan merupakan senyawa penting dalam menjaga kesehatan tubuh karena berfungsi sebagai penangkap radikal bebas yang banyak terbentuk dalam tubuh. Radikal bebas adalah molekul atau senyawa yang keadaannya bebas dan mempunyai satu atau lebih elektron bebas yang tidak berpasangan. Elektron dari radikal bebas yang tidak berpasangan, sangat mudah menarik elektron dari molekul lainnya sehingga radikal bebas tersebut menjadi lebih stabil. Akibatnya radikal bebas sangat mudah menyerang sel-sel sehat didalam tubuh. Didalam tubuh, senyawa antioksidan dapat membantu kinerja enzim superoksida dismutase (SOD) yang berfungsi sebagai penangkap radikal bebas (Kumalaningsih, 2006).

Salah satu metode yang banyak digunakan adalah metode uji daya reduksi untuk mengukur aktivitas antioksidan. Semakin tinggi nilai absorbansi yang diperoleh maka makin meningkat aktivitas antioksidan.

Pengaruh pemanasan selama pembuatan gula aren mungkin akan menghasilkan senyawa yang bersifat antioksidan dan sampai saat ini belum diketahui. Disatu pihak reaksi Maillard dapat meningkatkan senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan, akan tetapi dilain pihak akan merusak senyawa-senyawa antioksidan alami dan protein (deMan, 1999).

Potensi antioksidan ini tidak lepas dari peranan media gula aren yang mengandung senyawa-senyawa yang bermanfaat. Proses pembuatan gula aren melalui pemanasan, pada setiap °Brix akan memberikan hasil yang berbeda. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui perubahan dan stabilitas aktivitas antioksidan selama proses pemanasan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari perubahan dan stabilitas aktivitas antioksidan selama pembuatan gula aren.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu peralatan masak gula aren, tabung reaksi, labu takar, gelas kimia, batang pengaduk, corong, pipet tetes, pipet mikro, timbangan analitik, penumbuk, batang pengaduk, gelas ukur, evaporator, konfor gas, spektrofotometer UV-Vis Milton Roy 501, *sentrifuge*, dan inkubator, kotak cahaya dan lampu flouresen. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu nira segar, air deionisasi, buffer fosfat 0.2 M pH

6,6, pH 4, 5, 6 dan pH 7, kalium ferisianida 1%, asam trikloroasetat, besi (III) klorida 0,1%, dan aquades.

Persiapan Bahan

Sampel nira yang baru disadap dari para petani aren di kota Tomohon diukur nilai brix-nya. Sebanyak 20 L dipanaskan dengan menggunakan konfor gas untuk menguapkan airnya. Sampel diambil dari air nira yang sedang dimasak tersebut masing masing ketika nilai brix-nya menjadi 20, 50, 80 dan terakhir ketika tealah menjadi menjadi gula. Pengukuran brix dilakukan dengan menggunakan Refraktometer merek Atago PAL-3. Sampel yang akan dianalisis dalam penelitian ini yaitu sampel nira dengan hasil 13,4, 20, 50, 80, 100 brix pemanasan. Sampel dengan kandungan gula 13,4 brix adalah nira segar sebelum dimasak, sedangkan dengan 100 brix adalah sudah berbentuk gula aren.

Penentuan Aktivitas Antioksidan dengan Metode Daya Reduksi

Menurut Yen & Chen (1995), sampel nira % brix (Nira segar, 20, 50, 80 dan 100) dengan konsentrasi 100 ppm sebanyak 1 mL, dicampur dengan buffer fosfat 1 mL, 0,2 M, pH 6,6 dan 1 mL kalium ferisianida 1%, campuran diinkubasi pada 50 °C selama 20 menit. Setelah selesai diinkubasi campuran 1 mL trikloroasetat ditambahkan dan divortex selama 5 menit, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Sebanyak 1 mL lapisan atas dari larutan tersebut ditambahkan dengan 1 mL air deionisasi dan 0,5 ml besi (III) klorida 0,1%. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 700 nm dengan spektrofotometer. Daya reduksi terkoreksi dinyatakan sebagai absorbansi sampel dikurangi dengan absorbansi blanko. Penelitian daya reduksi telah dilakukan dengan cara mengoreksi daya reduksi (absorbansi) dimana kandungan senyawa awal (brix nira segar) dibagi dengan kenaikan brix.

$$\text{Daya Reduksi Terkoreksi} = \frac{\text{Brix awal (nira segar)}}{\text{Brix akhir sampel}} \times \text{Abs}$$

Pengaruh Perlakuan Cahaya pada Gula Aren

Perlakuan cahaya pada gula aren yang dibuat larutan dengan konsentrasi 100 ppm kemudian dikenakan cahaya flouresen (5000 Lux) dengan variasi waktu 0, 2, 4, 6 dan 8 jam. Untuk selanjutnya diuji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode uji daya reduksi.

Pengaruh pH pada Gula Aren

Pengaruh nilai pH terhadap aktivitas antioksidan, dengan cara gula aren dilarutkan pada larutan bufer dengan pH masing masing 4, 5, 6 dan 7 menjadi konsentrasi 100 ppm. Untuk selanjutnya sampel dengan variasi nilai pH dievaluasi aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode uji daya reduksi.

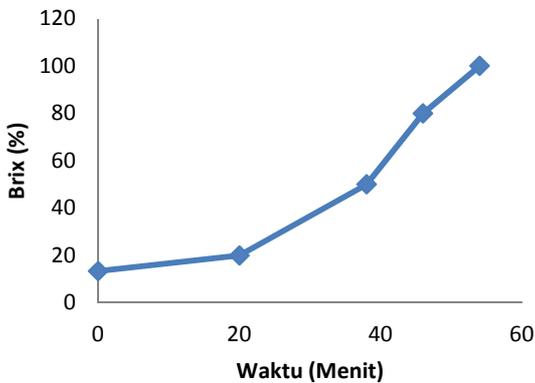
Pengaruh Pemanasan pada Gula Aren

Gula aren sebanyak 1 g ditempatkan pada tabung reaksi untuk selanjutnya diinkubasi dalam oven pada 100 °C dengan variasi waktu pemanasan 15, 30, 45, 60 dan 120 menit. Untuk selanjutnya dievaluasi aktivitas antioksidan dengan metode uji daya reduksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

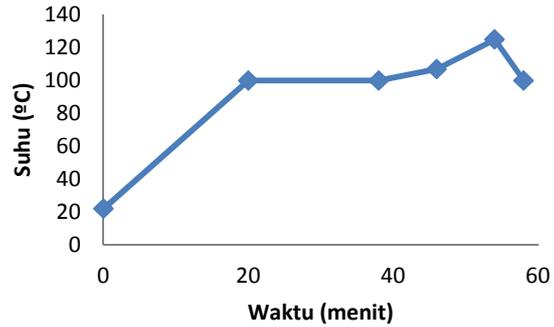
Preparasi Sampel

Sampel nira yang baru disadap diukur nilai brix-nya dan diambil sampel untuk nira segar (13,4°brix). Sebanyak 20 L nira tersebut dipanaskan dengan menggunakan kompor gas. Hasil pengukuran peningkatan brix sirup selama pembuatan sampel, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Hasil pengukuran brix sampel. Titik-titik pada grafik menunjukkan waktu pengambilan sampel pada brix 20, 50, 80 dan 100.

Pola suhu selama proses pemanasan (penguapan/pendidihan) dan pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola suhu selama pemanasan. Titik titik pada grafik menunjukkan suhu pada saat pengambilan sampel dengan brix 20, 50, 80 dan 100

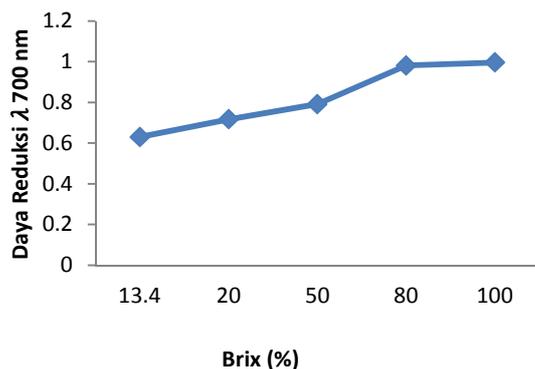
Dari kedua gambar di atas terlihat bahwa sampel nira dengan kandungan gula 20°Brix telah dipanaskan selama kurang lebih 20 menit dengan suhu mencapai 98 °C, selanjutnya untuk 50°Brix telah dipanaskan pada suhu 98 °C selama 38 menit. Pemanasan pada 80°Brix suhu telah meningkat sampai diatas titik didih (110 °C) sedangkan suhu sebelum menjadi gula (100°Brix) telah sampai pada 125 °C dengan total waktu pemanasan sampai 60 menit.

Data ini menunjukkan betapa tingginya suhu pemanasan dalam pembuatan gula aren. Dengan demikian berbagai senyawa reaksi *browning* telah berlangsung.

Daya Reduksi

Pengujian antioksidan dengan metode daya reduksi Yen & Chen (1995), dilakukan untuk melihat pengaruh pemanasan pada setiap derajat brix gula aren. Menurut Yen & Duh (1998) bahwa daya reduksi bioaktif berhubungan dengan aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan dengan daya reduksi menunjukkan korelasi positif yang tinggi. Menurut Lai dkk. (2001), dalam uji daya reduksi, reduktor (antioksidan) dalam sampel akan mereduksi Fe^{3+} (kompleks kalium ferisianida $[K_3Fe(CN)_6]$) menjadi Fe^{2+} (bentuk ferro) (Chen dkk., 1996).

Hasil pengujian daya reduksi dari gula aren dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Daya reduksi gula aren pada beberapa brix.

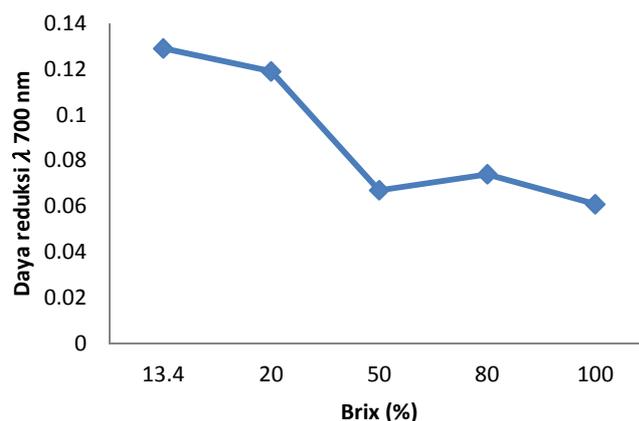
Dari Gambar 3, menunjukkan pada setiap derajat brix gula aren, terjadi peningkatan absorbansi yang terbaca pada spektrofotometer. Pada waktu pemanasan sampai suhu 100 °C kandungan air dalam nira aren akan menguap sehingga konsentrasi-konsentrasi senyawa dalam larutan gula akan meningkat. Peningkatan brix terjadi karena evaporasi oleh adanya pemanasan. Pemanasan mungkin akan menyebabkan terjadinya reaksi-reaksi kimia seperti reaksi Maillard (browning), hal ini mungkin disebabkan oleh: meningkatnya konsentrasi senyawa pereduksi, karena evaporasi, Terbentuknya produk reaksi browning, atau Bahkan kedua-duanya.

Perubahan kadar padatan terlarut dapat terjadi selama proses pemanasan. Hasil menunjukkan untuk masing-masing brix nilai absorbansinya berbeda. Pada awal pemanasan mulai ada penurunan aktivitas antioksidan. Penurunan kandungan antioksidan selama proses pemanasan gula aren, yang paling menonjol pada brix 50. Pada saat ini terjadi perubahan terhadap senyawa antioksidan alami oleh pemanasan. Seperti terlihat dalam Gambar 4, pemanasan lebih lanjut tidak akan menurunkan daya reduksi terkoreksi. Terhentinya penurunan daya reduksi terkoreksi mungkin disebabkan terbentuknya lebih banyak antioksidan sebagai hasil reaksi Maillard yang mulai mendominasi reaksi kimia dalam pembuatan gula aren. Hal ini terlihat dari suhu proses pembuatan gula aren yang terus meningkat pada saat sirup telah mencapai 80° Brix (Gambar 2).

Ion Fe^{3+} yang ditambahkan ke dalam produk reaksi Maillard, maka akan terjadi proses transfer elektron sehingga akan menjadi Fe^{2+} . Hal ini dimungkinkan untuk ion Fe^{2+} sehingga menghasilkan proton yang radikal atau proses redoks yang cocok dengan produk reaksi Maillard, seperti gula reduksi atau fenol yang melibatkan pengurangan ion Fe^{3+} menjadi ion Fe^{2+} .

Yoshimura dkk. (1997) dan Wagner dkk. (2002) melaporkan bahwa produk reaksi Maillard dari campuran asam amino dan glukosa memiliki

Bila kemungkinan pertama yang dominan maka hal ini tidak mungkin sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4, yaitu daya reduksi terkoreksi. Nilai daya reduksi dibagi dengan kenaikan total senyawa sebagai akibat evaporasi (brix meningkat) akan menghasilkan daya reduksi terkoreksi. Pada Gambar 4 terlihat bahwa semakin tinggi brix, semakin rendah daya reduksi untuk konsentrasi senyawa/total senyawa di dalamnya (perhitungan daya reduksi terkoreksi dilakukan dengan memperhitungkan berat bahan terlarut yang semakin meningkat dengan meningkatnya brix)



Gambar 4. Daya Reduksi Terkoreksi.

kemampuan untuk meningkatkan aktivitas antioksidan terutama pada waktu pemanasan meningkat. Senyawa melanodin kelompok produk reaksi Maillardlah yang memainkan peran dalam meningkatkan aktivitas antioksidan.

Gula aren dengan daya reduksi tinggi merupakan donor elektron yang bagus yang memiliki kemampuan untuk menghentikan reaksi berantai radikal dengan cara mengubah radikal bebas menjadi produk yang lebih stabil. Aktivitas antioksidan dari reduktan berdasarkan pada pemecahan rantai radikal akibat pemberian atom hidrogen (Yen & Duh, 1993).

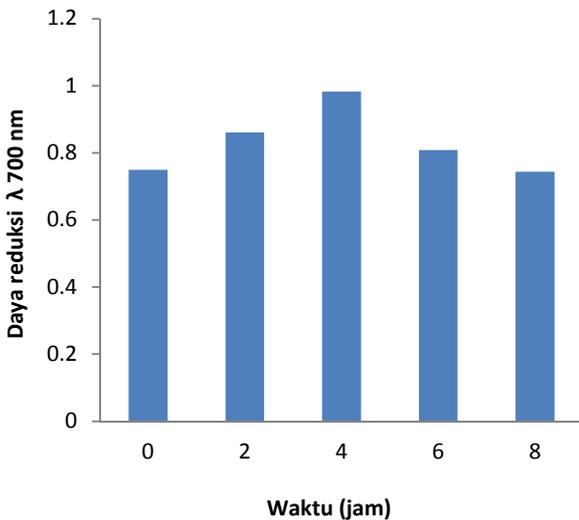
Pengaruh Cahaya pada Stabilitas Daya Reduksi Gula Aren

Ketahanan/stabilitas suatu bahan pangan dan kerusakan merupakan hal yang mutlak untuk diketahui, sehingga dilakukan percobaan dengan menggunakan cahaya fluoresen dan selanjutnya diuji daya reduksinya. Cahaya merupakan radiasi elektromagnetik, mempunyai energi yang besarnya berbanding terbalik dengan panjang gelombang.

Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak gula aren dengan cahaya fluoresen 5000 lux, dari Gambar 5 menunjukkan pada 0-4 jam aktivitas antioksidan mengalami peningkatan. Hal ini dapat dijelaskan bila seberkas cahaya jatuh pada sampel, maka sebagian

cahaya diserap oleh molekul sesuai dengan struktur molekulnya.

Terjadi peningkatan mungkin di dalam gula aren terdapat komponen-komponen yang mampu menyerap cahaya. Komponen-komponen yang terkena cahaya fluoresen dapat meningkatkan ketoseamin yang terbentuk pada kadar air maksimal 18% sehingga menjadi komponen aktif yang dapat berfungsi dalam pembentukan melanoidin yang berfungsi bukan hanya mengkasikan senyawa rasa dan aroma tetapi juga sebagai antioksidan. Akan tetapi pada 6-8 jam mulai terjadi penurunan. Penurunan aktivitas yang terjadi mungkin disebabkan cahaya yang merupakan panjang gelombang yang mampu menaikkan elektronik molekul, selanjutnya mengakibatkan melanoidin yang terkandung dalam ekstrak gula aren, menyerap energi besar sehingga mendegradasi komponen yang berperan sebagai antioksidan.

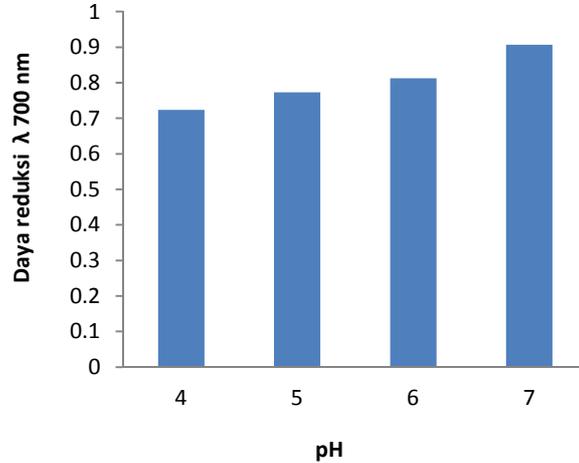


Gambar 5. Pengaruh cahaya terhadap daya reduksi gula aren.

Komponen melanoidin yang terbentuk mengarah pada pembentukan polimer yang awalnya berukuran kecil tetapi oleh karena efek lama pencahayaan bisa membentuk warna coklat melanoidin/polimer nitrogen yang dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dalam gula aren. Akan tetapi semakin lama pencahayaan, senyawa melanoidin yang berperan sebagai antioksidan akan terdegradasi dan menyebabkan kemampuan antioksidan berkurang. Semakin lama pencahayaan polimer nitrogen yang terbentuk hanya akan menghasilkan rasa dan aroma pada gula aren sehingga kemampuan senyawa antioksidan mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} berkurang atau elektron yang akan kembali ke keadaan dasar berangsur-angsur menjadi rusak (deMan, 1999).

Pengaruh pH pada Stabilitas Daya Reduksi Gula Aren

Efek nilai pH dalam aktivitas antioksidan dengan konsentrasi 100 ppm dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



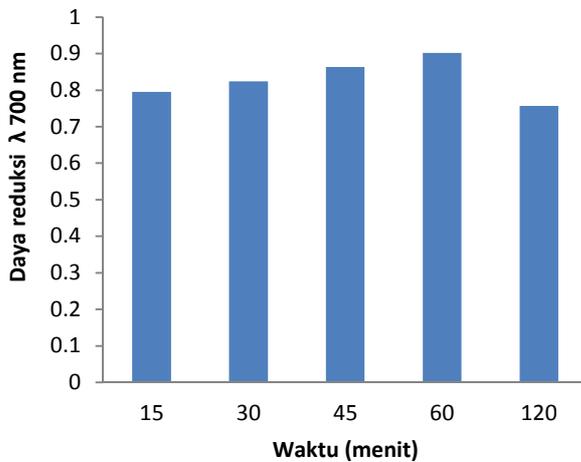
Gambar 6. Pengaruh pH terhadap daya reduksi gula aren

Gambar 6 menunjukkan gula aren mempunyai kemampuan aktivitas antioksidan pada pH 7. Semakin berada pada suasana asam, aktivitas antioksidan semakin menurun. Pada pH rendah kemampuan ion hidrogen dalam medium yang berfungsi sebagai donor elektron untuk menstabilkan radikal bebas, mulai berkurang. Dalam suasana yang semakin asam menunjukkan bahwa dalam proses pencoklatan atau pematangan, senyawa-senyawa melanoidin yang terbentuk berkurang oleh karena proses pematangan/pencoklatan sangat dominan mulai pada pH 6. Dengan berkurangnya pembentukan melanoidin (antioksidan) dapat terlihat pada pH 3, daya reduksinya menjadi rendah. Dengan variasi nilai pH menunjukkan perbedaan kemampuan mereduksi spesies besi Fe^{3+} (feri) menjadi Fe^{2+} (fero). Pada suasana semakin asam aktivitas antioksidan berkurang.

Pengaruh Panas pada Stabilitas Daya Reduksi Gula Aren

Aktivitas antioksidan dari gula aren, dapat dilihat pada Gambar 7. Gambar 7 menunjukkan gula aren dalam proses pemanasan mengalami peningkatan aktivitas antioksidan sampai pada waktu 60 menit, akan tetapi pada menit ke 120 daya reduksi gula aren semakin berkurang sehingga aktivitas antioksidan mulai terjadi penurunan. Peningkatan suhu dapat menghasilkan kematangan yang signifikan. Menurut deMan (1999), kematangan meningkat dua sampai tiga kali untuk setiap kenaikan suhu $10^{\circ}C$ bahkan pada makanan/bahan pangan yang

mengandung fruktosa, kematangan dapat meningkat lima sampai sepuluh kali untuk setiap kenaikan 10 °C.



Gambar 7. Pengaruh panas terhadap daya reduksi gula aren

Dari Gambar 7 dapat dijelaskan bahwa semakin lama pemanasan menyebabkan terjadi proses reaksi Maillard atau reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino (protein). Dengan hilangnya molekul air/kadar air dalam gula aren berkurang, reaksi pematangan/pencoklatan semakin meningkat sehingga terbentuknya ketoseamin yang selanjutnya melalui beberapa reaksi (Reaksi Maillard dan Strecker) sehingga membentuk warna cokelat melanoidin. Hal ini dikarenakan komponen-komponen dalam gula aren menerima energi yang besar, mengakibatkan elektron berubah dari keadaan dasar menjadi tereksitasi sehingga pada saat elektron akan melepaskan panas atau energi untuk kembali pada keadaan dasar mengalami tekanan dengan adanya panas yang diberikan pada saat inkubasi sehingga menyebabkan rusaknya komponen-komponen dalam gula aren yang berperan sebagai donor elektron.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa daya reduksi/aktivitas antioksidan dalam pengolahan nira aren menjadi gula aren terus meningkat selama pemanasan seiring dengan meningkatnya brix;

sekalipun aktivitas antioksidan terkoreksi semakin menurun. Stabilitas antioksidan gula aren stabil pada suhu 100 °C selama 60 menit, akan tetapi menurun setelah 120 menit. Stabilitas antioksidan gula aren menunjukkan stabilitas terhadap cahaya floresen selama 4 jam, akan tetapi mulai menurun pada 6 jam pencahayaan. Stabilitas antioksidan gula aren meningkat pada pH 4 sampai dengan 7.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, H. M., Muramoto, K., Yamauchi, F., & Nokihara, K. 1996. Antioxidant activity of designed peptides based on the antioxidative peptide isolated from digests of soybean protein. *J. Agric. Food Chem.* 44: 2619-2623
- deMan, J. M. 1999. *Principles of Foods Chemistry*. America: America Society Prefenteral and Nutritions.
- Hidayati, N. 2008. "Manfaat Pohon Aren". <http://niahidayati.net/manfaat-pohon-aren.html>. [10 januari 2011].
- Kumalaningsih. 2006. "Antioksidan Alami". Surabaya
- Kutacane. 2009. "Gula Aren Buket Tembus Pasar Internasional". <http://aceh.tribunnews.com/news/view/17253/gula-aren-buket-tembus-pasar-internasional.html>. [04 Mei 2011]
- Lai, L. S., Chou, S. T. & Chao, W. W. 2001. Studies on the Antioxidative Activities of Hsian-tsao (*Mesona Procumbens Hemsl*) Leaf Gum. *J. Agric. Food Chem.* 49: 963-968.
- Pontoh, J. 2007. Analisa Komponen Kimia dalam Gula Aren. Laporan Penelitian Yayasan Masarang.
- Soeseno, S. 1993. "Tumbuhan Aren". Jogjakarta.
- Wagner, K. K., Derkit, S., Herr, M., Scuch, W., & Elmadfa, I. 2002. Antioxidant Potential of Melanoidins Isolated from a Roasted Glucose-Glycine Model. *Food Chem.* 78:375-382.
- Yen, G.C. & Chen, H. Y. 1995. Antioxidants Activity of Various Tea Extracts in Relation to Their Antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.* 43: 383-386
- Yen, G. C. & Duh, P. D. 1998. Antioxidative Properties of Methalonic Extracts from Peanuts Hulls. *J. Agric. Oil Chem. Soc.* 70: 383-386
- Yoshimura, Y., Iijima, T., Watanabe, T. & Nakazawa, H. 1997. Antioxidative effect of Maillard reaction using glucose-glycine model system. *J Agric Food Chem.* 45: 4106-4109.