

Artikel Penelitian

Upaya Memperbaiki Warna Gula Semut dengan Pemberian Na-Metabisulfit (Efforts to Improve the Color of Palm Sugar Powder with Addition of Na-metabisulphite)

I Nengah Kencana Putra

Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi Pangan, Program Pascasarjana, Universitas Udayana, Denpasar

Korespondensi dengan penulis (nengahkencanap@yahoo.co.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 10 Oktober 2015 dan dinyatakan diterima tanggal 3 Desember 2015. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.jatp.ift.or.id. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2016

Abstrak

Gula semut merupakan gula merah dalam bentuk serbuk yang terbuat dari nira yang dihasilkan dari pohon enau, lontar, dan kelapa secara tradisional. Salah satu masalah dalam produksi gula semut, adalah terjadinya perubahan warna menjadi semakin coklat selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pemberian Na-metabisulfit pada pembuatan terhadap warna gula semut yang dihasilkan, dan juga mengetahui pengaruhnya terhadap stabilitas warna gula semut selama penyimpanan. Penelitian dirancang dengan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan konsentrasi pemberian Na-metabisulfit yaitu 0, 100, 200, dan 300 ppm. Untuk mengetahui perubahan warna gula semut selama penyimpanan, dilakukan pengamatan terhadap kecoklatan gula semut setiap 15 hari selama 6 bulan. Hasil penelitian menunjukkan penambahan Na-metabisulfit berpengaruh pada warna, rasa, dan kadar sukrosa gula semut, namun tidak berpengaruh pada aroma, tekstur, kadar air, dan gula pereduksi gula semut. Pemberian Na-metabisulfit dapat memperbaiki warna, dan rasa gula semut. Konsentrasi pemberian Na-metabisulfit optimal pada pembuatan gula semut adalah 200 ppm. Selama penyimpanan terjadi peningkatan intensitas kecoklatan gula semut, dan pemberian Na-metabisulfit dapat mengurangi intensitas kecoklatan sampai 6 bulan penyimpanan.

Kata kunci: gula semut, Na-metabisulfit, kecoklatan, warna.

Abstract

Palm sugar powder are the sugar that was made from sap of arenga palm, palmyra palm, or coconut. One of the problems in the palm sugar powder production is the change of its color to become increasingly brown during storage. This research was aimed at finding out the effect of Na-metabisulphite addition concentration to the color of palm sugar powder, and also to know its influence on the stability of palm sugar powder color during storage. The research was done by randomized block design (RBD) with 4 treatments of Na-metabisulphite concentration i.e., 0, 100, 200, and 300 ppm. For knowing the stability of palm sugar powder color during storage, the observations of browning intensity was conducted every 15 days during 6 months. The result showed that Na-metabisulphite addition affected the color, flavor, and sucrose content of the palm sugar powder, but did not affect its aroma, texture, moisture content, and reducing sugar. The addition of Na-metabisulphite could improve the color and flavor of palm sugar powder. There were increase of browning intensity of palm sugar powder during storage, and the addition of Na-metabisulphite reduced the browning intensity up to 6 months of storage.

Keywords: palm sugar powder, Na-metabisulphite, browning, color.

Pendahuluan

Gula semut atau sering disebut sebagai *palm sugar* adalah gula kelapa atau gula aren yang berbentuk kristal atau bubuk, sehingga kadang-kadang gula ini juga disebut gula merah bubuk atau kristal ([Rahmadiani, 2012](#)). Penggunaannya lebih praktis dibandingkan dengan gula merah cetak karena lebih mudah larut. Gula ini bisa ditambahkan ke dalam jamu atau minuman hangat, adonan roti, kue, atau makanan lainnya. Bisa juga dijadikan taburan pada berbagai jenis hidangan sebagai pengganti gula pasir. Dewasa ini perhatian masyarakat terhadap gula semut semakin meningkat, sejalan dengan kecenderungan masyarakat untuk mengkonsumsi produk pangan alami. Gula semut dianggap lebih alami ketimbang gula pasir dan mempunyai dampak positif bagi kesehatan.

Salah satu permasalahan dalam memproduksi gula semut adalah warnanya yang kurang seragam dan sering terlalu gelap sehingga kurang disukai konsumen.

Warna gula semut yang terlalu gelap disebabkan karena reaksi pencoklatan yang berlangsung saat pembuatannya terlalu intensif. Untuk mengendalikan warna gula semut perlu dilakukan upaya penghambatan reaksi pencoklatan pada proses pembuatannya. Menurut [Putra \(1990\)](#), reaksi pencoklatan yang terjadi pada pembuatan gula semut adalah reaksi karamelisasi dan Maillard.

Reaksi karamelisasi merupakan reaksi yang terjadi karena adanya interaksi gula – gula pada suhu yang tinggi (80°C). Reaksi ini merupakan serangkaian reaksi yang kompleks dan menghasilkan senyawa intermediate dan produk yang beberapa diantaranya mirip dengan reaksi Maillard ([Davies and Labuza, 2003](#)). Reaksi Maillard merupakan reaksi pencoklatan non-enzimatis antara gula pereduksi dengan asam amino yang berlangsung pada pengolahan makanan secara thermal ([Carabasa-Giribet and Ibarz-Ribas, 2000](#)). Reaksi ini menghasilkan berbagai senyawa

kompleks yang disebut sebagai *Maillard reaction products* (MRPs) ([Mastrocola and Munari, 2000](#)). Reaksi Maillard secara umum dapat dibagi menjadi 3 tahap reaksi yaitu reaksi tahap awal, reaksi lanjutan dan reaksi akhir ([VanBoekel, 1998](#)). Pada reaksi tahap awal, gula pereduksi seperti glukosa mengalami reaksi kondensasi dengan senyawa yang memiliki gugus amino (seperti protein dan asam amino) menghasilkan produk kondensasi *N-substitute glycosylamine* melalui pembentukan basa Schiff dan pengaturan Amadori. Produk kondensasi tersebut juga sering disebut sebagai produk Amadori. Produk Amadori mengalami degradasi dan dehidrasi menjadi senyawa karbonil. Selanjutnya, senyawa karbonil bereaksi dengan gugus amino dari senyawa lainnya, lalu diikuti reaksi rearrangement membentuk produk akhir glikosilasi. Kelanjutan dari degradasi produk Amadori tergantung pada pH sistem ([Martin and VanBoekel, 2003](#)). Pada pH di bawah 7, terjadi 1,2-enolisasi yang membentuk furfural atau hidroksimetil furfural (HMF). Pada pH di atas 7, degradasi produk Amadori melibatkan 2,3-enolisasi, di mana reduktion, termasuk asetol, piruvaldehid dan diasetil terbentuk. Semua senyawa ini sangat reaktif dan terlibat pada reaksi-reaksi selanjutnya. Senyawa dikarbonil akan bereaksi dengan asam amino membentuk aldehid dan α -aminoketon. Reaksi ini dikenal dengan degradasi Strecker. Pada tahap akhir berlangsung serangkaian reaksi seperti siklisasi, dehidrasi, retroaldisasi, *rearrangement*, isomerisasi, dan kondensasi, mengarah ke pembentukan polimer coklat yang mengandung nitrogen yang disebut melanoidin.

Na-metabisulfit merupakan senyawa sulfit yang banyak digunakan untuk memperbaiki kualitas warna pangan akibat reaksi pencoklatan pada saat pengolahan maupun penyimpanan. Sulfit dapat menghambat baik reaksi pencoklatan enzimatis maupun non-enzimatis. Sulfit digunakan untuk menghambat reaksi pencoklatan yang terjadi pada pembuatan buah dan sayur kering ([Hardiman et al., 1973](#)); tepung singkong ([Dewarsi dan Haryadi, 2011](#)), tepung pisang ([Suprpto, 2006](#)). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pemberian Na-metabisulfit pada nira kelapa terhadap warna gula semut yang dihasilkan, dan juga mengetahui pengaruhnya terhadap stabilitas warna gula semut selama penyimpanan.

Materi dan Metode

Materi

Nira yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira yang berasal dari pohon kelapa yang diperoleh langsung dari petani penyadap nira di Kabupaten Klungkung, Bali. Sebelum dibawa ke Laboratorium (Denpasar), untuk mencegah kerusakan, nira dipanaskan pada suhu 80 °C selama 15 menit, selanjutnya dimasukkan ke dalam jerigen. Bahan kimia yang digunakan meliputi Pb-asetat, Na₂CO₃, reagen Luff-Schoorl, KI, H₂SO₄, Na-thiosulfat, HCl, NaOH, Pb-asetat, dan Na-metabisulfit, yang semuanya berkualitas pro analisis.

Pembuatan Gula Semut

Proses pembuatan gula semut dilakukan berdasarkan metode yang diberikan oleh Sarjono (1986). Mula-mula nira yang digunakan sebagai bahan dasar gula semut disaring menggunakan kain saring untuk memisahkan kotoran yang berupa potongan ranting, bangkai serangga dan lain-lain dari nira. Nira ini selanjutnya diberi Na-metabisulfit dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan yakni 0, 100, 200, dan 300 ppm. Kemudian nira dipanaskan dalam wajan menggunakan kompor. Pada awal pemanasan akan timbul buih pada permukaan nira, buih ini dibuang menggunakan saringan. Pada pemanasan lebih lanjut nira akan semakin pekat, warnanya semakin coklat dan mulai meluap. Pada saat ini ditambahkan minyak kelapa dengan takaran 0,4 ml per liter nira mentah. Pemanasan dilanjutkan sampai nira telah menjadi cukup pekat. Untuk menguji apakah kepekannya sudah cukup dapat dilakukan pengujian dengan meneteskan pekatan nira tersebut pada air dingin. Bila pekatan yang menetes pada air dingin ini sudah cukup kental dirasakan dengan tangan, maka kepekatan nira sudah cukup dan pemanasan dihentikan. Selanjutnya pekatan nira diaduk dan sampai terbentuk kristal butiran-butiran. Untuk memisahkan butiran-butiran gula yang sudah halus dan yang masih besar dilakukan pengayakan. Butiran-butiran yang masih cukup besar ini kembali dihancurkan dan diayak kembali. Butiran halus yang didapatkan setelah pengayakan ini sudah merupakan gula semut.

Analisis Kimia

Analisis kimia dilakukan terhadap kadar air, sukrosa dan gula pereduksi gula semut. Kadar air gula semut ditetapkan menggunakan metode oven ([AOAC, 2006](#)), kadar sukrosa dan gula pereduksi menggunakan metode Luff Schoorl ([Egan et al., 1981](#)).

Uji Organoleptik

Sifat organoleptik gula semut yang diuji meliputi warna, aroma, tekstur dan citarasa. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji mutu hedonik dengan 5 skala numerik yaitu, sangat jelek (1) jelek (2), cukup (3), baik (4), sangat baik (5) ([Soekarto, 1985](#)). Penilaian dilakukan oleh 15 orang panelis agak terlatih.

Pengukuran Intensitas Kecoklatan

Pengukuran intensitas kecoklatan dilakukan berdasarkan absorbansi larutan contoh pada panjang gelombang 420 nm. Contoh dilarutkan dengan aquades sampai mencapai 12,5°Brix, kemudian absorbansinya diukur pada panjang gelombang 420 nm dengan blanko aquades menggunakan spektrofotometer (Toribio dan Lozano, 1984)

Penyimpanan Gula Semut

Gula semut dikemas menggunakan plastik polietilen dengan ketebalan 0,03 mm, selanjutnya disimpan dalam suhu ruang selama 60 hari. Selama penyimpanan, dilakukan pengamatan terhadap

intensitas keoklatan gula semut pada hari penyimpanan ke- 0, 15, 45, dan 60.

Analisis Statistik

Data dari semua variabel pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam, dan bila ditemukan adanya pengaruh nyata pada perlakuan, maka dilanjutkan uji perbedaan antar nilai rata-rata menggunakan uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Hasil dan Pembahasan

Kadar Air

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian Na-metabisulfit tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kadar air gula semut. Kadar air gula semut pada penelitian ini berkisar dari 4,55–4,94 % (Tabel 1). Kadar air gula semut dari hasil penelitian ini sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air gula semut yang dipersyaratkan oleh SII 0268-85 yaitu maksimal 3 % (Dewan Standarisasi Nasional, 1995), namun lebih rendah dibandingkan dengan kadar air gula kelapa dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Naufalin *et al.*, 2013 yaitu 7.50–8.03%. Kadar air gula semut berkaitan dengan mutu gula semut. Kadar air gula semut lebih rendah menunjukkan kualitas yang lebih baik karena lebih awet bila disimpan.

Kadar Gula Pereduksi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa

pemberian Na-metabisulfit tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kadar gula pereduksi gula semut. Kadar gula pereduksi gula semut pada penelitian ini berkisar dari 3,03–4,00 % (Tabel 1). Kadar gula pereduksi gula semut dari hasil penelitian ini sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kadar gula pereduksi gula semut yang dipersyaratkan oleh SII 0268-85 yaitu maksimal 6% (Dewan Standarisasi Nasional, 1995). Kadar gula pereduksi gula semut berkaitan dengan mutu gula semut. Kadar gula pereduksi gula semut lebih rendah menunjukkan kualitas yang lebih baik karena lebih awet bila disimpan. Kadar gula reduksi yang tinggi menyebabkan gula menjadi lebih higroskopis (mudah menyerap air) sehingga mudah meleleh dalam penyimpanan.

Kadar Sukrosa

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian Na-metabisulfit berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kadar sukrosa gula semut. Kadar sukrosa gula semut pada penelitian ini berkisar dari 68,81–72,53 % (Tabel 1). Kadar sukrosa gula semut dari hasil penelitian ini sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kadar sukrosa gula semut yang dipersyaratkan oleh SII 0268-85 yaitu 75% (Dewan Standarisasi Nasional, 1995). Kadar sukrosa gula semut berkaitan dengan mutu gula semut. Kadar sukrosa gula semut lebih tinggi menunjukkan kualitas yang lebih baik karena lebih awet bila disimpan (Indahyanti *et al.*, 2012). Gula

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi Na-metabisulfit terhadap Kadar Air, Gula Pereduksi dan Sukrosa Gula Semut

Konsentrasi Na-metabisulfit (ppm)	Kandungan (%)		
	Air	Gula pereduksi	Sukrosa
0	4,55 ±1,30 ^a	3,64 ±1,95 ^a	72,53 ±6,89 ^a
100	5,53 ±0,22 ^a	4,00 ±2,38 ^a	74,89 ±5,51 ^a
200	5,37 ±0,55 ^a	2,55 ±1,41 ^a	68,81 ±7,58 ^b
300	4,94 ±0,34 ^a	3,03 ±2,07 ^a	72,28 ±6,05 ^a

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

Tabel 2. Intensitas keoklatan gula semut pada berbagai konsentrasi penambahan Na-metabisulfit.

Konsentrasi Na-metabisulfit (ppm)	Intensitas Keoklatan (OD420/g bahan kering)
0	84,42 ±5,29 ^a
100	36,68 ±5,23 ^b
200	37,60 ±9,14 ^b
300	42,54 ±5,51 ^b

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi Penambahan Na-metabisulfit terhadap Mutu Warna, Aroma, Tekstur dan Rasa Gula Semut

Konsentrasi Na-metabisulfit (ppm)	Sifat organoleptik			
	Warna	Aroma	Tekstur	Citarasa
0	4,533 ±0,81 ^b	4,27 ±0,46 ^a	4,60 ±0,69 ^a	4,73 ±0,42 ^b
100	4,867 ±0,95 ^b	4,67 ±0,31 ^a	4,67 ±0,92 ^a	5,00 ±0,35 ^a
200	5,533 ±0,64 ^a	4,40 ±0,20 ^a	4,80 ±0,60 ^a	4,93 ±0,42 ^a
300	5,733 ±0,46 ^a	4,87 ±0,31 ^a	4,87 ±0,42 ^a	4,93 ±0,42 ^a

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

semut yang kadar sukrosanya rendah biasanya kadar gula pereduksinya tinggi. Hal ini menyebabkan gula menjadi cepat meleleh pada saat penyimpanan.

Intensitas Kecoklatan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan Na-metabisulfit berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap intensitas kecoklatan gula semut. Intensitas kecoklatan tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa penambahan Na-metabisulfit, yang berarti gula semut tersebut memiliki warna paling gelap (Tabel 2). Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan Na-metabisulfit dapat menurunkan intensitas kecoklatan gula semut yang dihasilkan. Namun demikian tampak tidak ada perbedaan yang nyata antara intensitas kecoklatan gula semut yang diperoleh dari perlakuan konsentrasi penambahan Na-metabisulfit 100 ppm dengan konsentrasi 200 dan 300 ppm.

Hasil penelitian ini mengindikasikan Na-metabisulfit dapat menghambat reaksi pencoklatan pada proses pembuatan gula semut. Menurut Putra (1990), reaksi pencoklatan yang terjadi pada pembuatan gula semut adalah reaksi Maillard dan karamelisasi. Sulfit merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi pencoklatan baik reaksi Maillard maupun karamelisasi. Sulfit digunakan untuk menghambat reaksi pencoklatan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas warna pangan olahan seperti buah kering, sayur kering (Hardiman *et al.* 1973) dan gula merah (Sarjono, 1986). Mekanisme penghambatan reaksi Maillard oleh sulfit dibahas oleh Whistler dan Daniel (1985) dan Mc Weeny *et al.* (1969). Sulfit dapat bereaksi dengan *intermediate* (senyawa antara) yang terbentuk dalam rangkaian reaksi Maillard menghasilkan senyawa yang stabil, sehingga reaksi Maillard tidak dapat berlanjut. Menurut Mc Weeny *et al.* (1969) senyawa tersebut adalah aldimin. Mekanisme penghambatan reaksi karamelisasi oleh sulfit telah dibahas oleh Eskin *et al.* (1971) dan Shalenberger dan Birch (1975). Sulfit dapat menghambat konversi glukosa menjadi 5-hidroksimetil-2-furaldehid, sehingga menghambat reaksi karamelisasi.

Sifat Organoleptik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi penambahan Na-metabisulfit berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap warna dan citarasa gula semut, namun tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap aroma dan teksturnya. Hasil penelitian menunjukkan penambahan Na-metabisulfit dapat memperbaiki mutu warna gula semut. Mutu warna tertinggi diperoleh pada konsentrasi penambahan Na-metabisulfit 300 ppm, dan tidak berbeda nyata dengan yang diperoleh pada konsentrasi penambahan 200 ppm (Tabel 3). Hal ini disebabkan karena penambahan Na-metabisulfit dapat meningkatkan kecerahan warna gula semut, akibat penurunan laju reaksi pencoklatan.

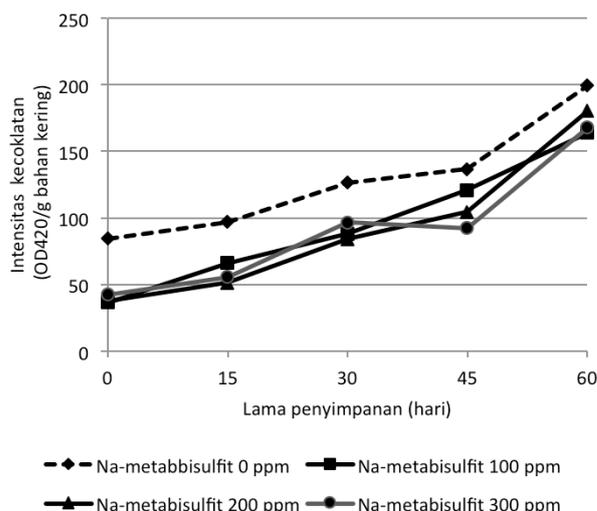
Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa penambahan Na-metabisulfit dapat meningkatkan mutu citarasa gula semut. Hal ini diduga disebabkan karena Na-metabisulfit dapat menghambat reaksi pencoklatan

sehingga mengurangi rasa pahit dari gula semut. Ditinjau dari segi organoleptik konsentrasi penambahan Na-metabisulfit 200 ppm merupakan konsentrasi optimal. Perlakuan ini menghasilkan gula semut dengan karakteristik warna sangat baik, dan aroma, tekstur serta citarasa baik.

Perubahan Intensitas Kecoklatan Penyimpanan

Perubahan intensitas kecoklatan gula semut selama penyimpanan 6 bulan adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Semakin lama masa penyimpanan, intensitas kecoklatan juga semakin tinggi. Hasil ini mengindikasikan bahwa selama penyimpanan reaksi pencoklatan masih terus berlangsung. Jenis reaksi pencoklatan yang diduga berlangsung selama masa penyimpanan adalah reaksi Maillard. Hal terjadi karena gula semut mengandung protein dan gula pereduksi. Protein dan gula pereduksi mudah sekali mengalami reaksi Maillard sekalipun pada suhu ruang.

Pada hari ke-0 tampak perbedaan intensitas kecoklatan antara gula semut yang tidak diberi dan tidak diberi Na-metabisulfit cukup tinggi. Perbedaan ini semakin kecil dengan semakin lamanya masa penyimpanan. Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,005$) antara intensitas kecoklatan gula semut yang tanpa dan yang diberi perlakuan Na-metabisulfit pada penyimpanan hari ke-0 sampai hari ke-45, namun pada penyimpanan hari ke-60 perbedaannya tidak nyata ($P > 0,05$). Berkurangnya pengaruh Na-metabisulfit selama penyimpanan diduga disebabkan karena lepasnya sulfit dari kompleks amino ketose – sulfit. Sulfit akan terurai membentuk SO_2 dan menguap, sedangkan amino ketose melalui reaksi kondensasi membentuk melanoidin yang berwarna coklat.



Gambar 1. Intensitas kecoklatan gula semut selama penyimpanan pada berbagai konsentrasi Na-metabisulfit

Kesimpulan

Konsentrasi Na-metabisulfit berpengaruh pada warna, rasa, dan kadar sukrosa gula semut, namun tidak berpengaruh pada aroma, tekstur, kadar air, dan gula pereduksi gula semut. Penambahan Na-

metabisulfit dapat memperbaiki warna, dan rasa gula semut. Konsentrasi pemberian Na-metabisulfit optimal pada pembuatan gula semut adalah 200 ppm. Selama penyimpanan terjadi peningkatan kecoklatan gula semut, dan pemberian Na-metabisulfit dapat mengurangi kecoklatan gula semut selama penyimpanan sampai 6 bulan.

Daftar Pustaka

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis Chemist. AOAC, Inc. Washington.
- Carabasa-Giribet, M. and Ibarz-Ribas. 2000. Kinetics of colour development in aqueous glucose systems at high temperatures. *J. Food Eng.* 44 (3): 181-189
- Davies, C.G.A. and T.P. Labuza. 2003. The Maillard reaction application to confectionary products. Departement of Food Science and Nutrition, University of Minesota.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1995. SNI: Gula Kelapa Kritis SII 0268-85. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Dewartsi, S. dan Haryadi. 2011. Pengaruh variasi tingkat penambahan sodium metabisulfit dan waktu inkubasi pada hancuran singkong terhadap residu sianida, residu sulfit, dan warna tepung singkong. Prosiding, Seminar Nasional Membangun Daya saing Produk Pangan Berbasis Bahan Baku Lokal, Surakarta, 8 Juni 2011
- Egan, H., R.S. Kirk, and R. Sawyer. 1981. *Pearson's Chemical Analysis of Food*. Churchill Livingstone, New York.
- Eskin, N.A.M., H.M. Handerson, and R.J. Tewnsend. 1971. *Biochemistry of Foods*. Academic Press, New York.
- Hardiman, Muljoharjo, M. Tranggono dan K. Rahayu. 1973. Cara pengeringan Hasil-hasil Pertanian. Sekretariat Pengabdian pada Masyarakat UGM, Yogyakarta
- Indahyanti, E., B. Kamulyan, B. Ismuyanto. 2014. Optimasi konsentrasi garam bisulfit pada pengendalian kualitas nira kelapa jurnal penelitian. *Saintek*. 19(1): 1-8.
- Martins, S.I.F.S. and M.A.J.S. vanBoekel. 2003. Melanoidins extinction coefficient in the glucose/glycine Maillard reaction. *Food Chem.* 83: 135-142
- Mastrocola, D. and M. Munari. 2000. Progress of the Maillard reaction and antioxidant action of Maillard reaction products in preheated model systems during storage. *J. Agr. Food Chem.* 48 (8): 3555 – 3559
- McWeeny, D.J., D.O. Biltcliffe, R.C.T. Powel and A.A. Sprak. 1969. The Maillard Reactions and its inhibition by Sulphite. *J. Food Sci.* 34: 641 – 643.
- Naufalin, R., T. Yanto dan A. Sulistyaningrum. 2013. Pengaruh jenis dan konsentrasi pengawet alami terhadap mutu gula kelapa. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 14 (3): 165-174
- Putra, I N.K. 1990. Kajian Reaksi Pencoklatan Thermal pada Proses Pembuatan Gula Merah dari Nira Aren. Tesis. Fakultas Pascasarjana IPB, Bogor
- Rahmadiani, F. 2012. Kenali Jenis – Jenis Si Gula Merah. <http://food.detik.com>. Tanggal akses: 4 Desember 2014.
- Sarjono. 1986. Pengembangan Peralatan untuk Pengembangan Serbuk Gula Merah. Balai Besar Penelitian Pengembangan Industri Hasil Pertanian, Bogor.
- Shallenberger, R.S. and G.G. Birch. 1975. *Sugar Chemistry*. Avi Publishing Company, Inc., Connecticut.
- Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Penerbit PT. Bhatara Karya Aksara, Jakarta.
- Suprpto, H. 2006. Pengaruh perendaman pisang kepok (*Musa acuminax* balbisiana calla) dalam larutan garam terhadap mutu tepung yang dihasilkan. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 1(2): 74 – 80.
- Toribio, J. L. and J. E. Lozano 1984. Influence of water activity on the nonenzymatic browning of apple juice concentrate during storage. *J. Food Sci.* 49: 1630 - 1631.
- Van Boeckel, M.A.J.S. 1998. Effect of heating on Maillard reactions in milk. *Food Chem.* 62: 403-410