

Sifat Fisikokimia dan Komposisi Nutrisi Gula Cair yang Diproses dengan Metode Vakum

Physicochemical Properties and Nutrient Composition of Liquid Sugar Processed by Vacuum Method

Hasbi Ashshiddiqi Wijaya Kusuma*, Nia Agus Lestari, Chitra Dewi Yulia Christie

Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Kahuripan Kediri

*Email: hasbiashshiddiqi@kpu.ac.id

Diterima: 7 April 2022; Disetujui: 27 Juli 2022

ABSTRAK

Faktor utama masalah diabetes adalah tingginya konsumsi gula yang menggunakan sukrosa murni sebagai pemanis. Sukrosa murni, seperti gula tebu memiliki nilai indeks glikemik cukup tinggi (58-82) sehingga dibutuhkan pengembangan produk gula yang lebih sehat. Nira memiliki nilai indeks glikemik lebih rendah jika dibandingkan dengan tebu, yaitu sebesar 35, sehingga dapat dijadikan sebagai pemanis yang lebih sehat. Kandungannya kaya akan zat besi, seng, kalsium, polifenol, flavonoid dan antosianidin. Salah satu pengembangan produk gula yaitu Gula cair dari nira yang aman dan memiliki nilai indeks glikemik rendah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan tahap awal membuat gula cair dari berbagai varietas palma di Kecamatan Nglegok Kab. Blitar seperti kelapa dalam (I), kelapa genjah (II), dan Aren (III). Analisa yang dilakukan diantaranya adalah sifat fisikokimia, viskositas, pH, total padatan terlarut, total keasaman, salinitas, intensitas pencoklatan dan kandungan antioksidan dari Gula cair. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Viskositas tertinggi diamati pada gula cair yang diperoleh dari varietas I (536 cp), Nilai pH tertinggi diamati pada gula cair yang dikumpulkan dari varietas III. Gula cair yang dikumpulkan dari varietas I mengandung kandungan karbohidrat paling tinggi (93,2%), total fenol tertinggi ditemukan pada Gula cair yang dipanen dari varietas II (42,3 mg GE/100 g), sedangkan Untuk total flavonoid nilai tertinggi ditemukan pada Gula cair yang diperoleh dari varietas I (25,2 mg RE/100 g). Hasil tersebut menunjukkan variasi sifat fisikokimia dan komposisi nutrisi Gula cair. Secara keseluruhan, gula cair dapat dikatakan sebagai pemanis alternatif untuk aplikasi dalam formulasi pangan fungsional.

Kata kunci: diabetes; gula cair; nira

ABSTRACT

The main factor in the problem of diabetes is the high consumption of sugar that uses pure sucrose as a sweetener. Pure sucrose, such as cane sugar, has a fairly high glycemic index value (58-82) so it is necessary to develop healthier sugar products. Neera has a lower glycemic index value when compared to sugar cane, which is 35, so it can be used as a healthier sweetener. It is rich in iron, zinc, calcium, polyphenols, flavonoids and anthocyanidins. One of the developments of sugar products is liquid sugar from sap which is safe and has a low glycemic index value. The method used in this research is experimental with the initial stage of making liquid sugar from various palm varieties in Nglegok District, Blitar Regency such as dalam coconut in (I), genjah coconut (II), and palm sugar (III). The analysis carried out includes physicochemical properties, viscosity, pH, total dissolved solids, total acidity, salinity, browning intensity and antioxidant content of liquid sugar. The results of this study indicate that the highest viscosity was observed in liquid sugar obtained from variety I (536 cp), the highest pH value was observed in liquid sugar collected from variety III. Liquid sugar collected from variety I contained the highest carbohydrate content (93.2%), the highest total phenolic content was found in liquid sugar harvested from variety II (42.3 mg GE/100 g), while for total flavonoid content the highest value was found in liquid sugar obtained from variety I (25.2 mg RE/100 g). These results indicate variations in the physicochemical properties and nutritional composition of liquid sugar. Overall, liquid sugar can be regarded as an alternative sweetener for applications in functional food formulations.

Keywords: diabetes; liquid sugar; neera

PENDAHULUAN

Konsumsi gula sederhana yang tinggi kalori menjadi salah satu faktor risiko utama pada peningkatan sejumlah penyakit yang cukup serius seperti obesitas, diabetes mellitus, sindrom metabolik, dan penyakit kardiovaskular (Hu, 2013; Wiener et al. 2017). Untuk mengurangi prevalensi diabetes mellitus dan kelainan metabolisme yang dikaitkan dengan gula, pengembangan pemanis alternatif, baik alami maupun buatan, telah dipelajari secara intensif (Malik and Hu, 2015). Pemanis ini masih menjadi sebuah kontroversi, karena diduga bersifat karsinogenik, menyebabkan kegagalan janin, toksisitas hati dan kandung kemih. Penelitian terkait pemanis telah banyak dilakukan

dan hasilnya menunjukkan bahwa pemanis aman untuk dikonsumsi. Namun ada beberapa konsumen yang masih tidak percaya dan menganggap bahwa pemanis merupakan salah satu sumber penyakit. Ada sebuah fakta bahwa beberapa pemanis tidak diizinkan untuk digunakan di beberapa negara (Mooradian et al. 2017).

Berdasarkan beberapa permasalahan diatas, perlu adanya pengembangan pemanis alternatif dengan bahan alami (Carocho et al. 2015). Salah satu pengembangan tersebut dapat berupa gula cair alami yang diakui aman dan lebih sehat (Srikao et al. 2019). Di antara pemanis alami, gula cair yang berasal dari nira kelapa (*Cocos nucifera*), Siwalan (*Borassus flabellifer*), Aren (*Arenga pinnata*), dan Nipah (*Nypa fructicans*) merupakan bahan alami yang

potensial untuk dikembangkan (Kurniawan et al. 2018; Bouhlali et al. 2020; Phetrit et al. 2020). Gula cair dari nira palma umumnya memiliki nilai indeks glikemik yang lebih rendah yaitu sebesar 35 daripada tebu (58-82) sehingga aman dikonsumsi oleh penderita penyakit diabetes (Kongkaew et al. 2014, Ebana et al. 2015, Naknean and Meenune, 2015).

Nira adalah getah floem yang dikumpulkan dengan cara menyadap bagian bunga kelapa yang belum dibuka, kaya akan berbagai nutrisi dan dilaporkan sebagai agen pencernaan yang baik (Hebbar et al., 2015). Kandungannya kaya akan zat besi, seng, kalsium, natrium, kalium, serat makanan dan inulin. Kandungan lain yang dimilikinya adalah fitonutrien seperti polifenol, flavonoid dan antosianidin (Barh dan Mazumdar 2008). Selain kandungan diatas, nira juga merupakan sumber potasium yang dapat digunakan untuk mengobati anemia dengan cara meningkatkan kadar zat besi dalam tubuh manusia dan juga membantu menyembuhkan tekanan darah rendah (Nakkaen and Meenune, 2015). Selain itu, nira juga memiliki sifat antibakteri, antijamur, antivirus, antioksidan dan antikanker (Banerjee, 2014).

Biasanya nira segar yang diperoleh dari perbungaan tanaman palma disadap dan diproses dengan metode konvensional dengan memanaskan nira segar dalam panci terbuka di atas tungku berbahan bakar kayu dengan suhu $>100^{\circ}\text{C}$ dengan pengadukan secara terus menerus sampai diperoleh cairan manis pekat berwarna coklat kental dengan total padatan terlarut 65°Brix (Phetrit et al. 2020). Selama pemanasan yang panjang, banyak reaksi kimia terutama reaksi pencoklatan non-enzimatis (misalnya Maillard dan karamelisasi) umumnya terjadi dan mempengaruhi nilai gizi dan karakteristik sensorik gula cair tersebut.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kualitas nutrisi dan profil gula cair nira ditentukan oleh cara pengolahan (Naknean and Meenune, 2015; Phaichamnan et al. 2010; Francisco and Zona, 2013). Waktu pemanasan disesuaikan dengan standar produk akhir untuk mencapai target kandungan total padatan dan tergantung pada komposisi bahan baku yang diamati dari berbagai varietas kelapa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisikokimia dan nilai gizi gula cair kelapa yang dikumpulkan dari tiga varietas berbeda di Kecamatan Nglegok Kabupaten Blitar.

METODOLOGI

Bahan-Bahan dan Metode-Metode

Nira yang digunakan untuk pembuatan Gula cair dikumpulkan dari tiga varietas yang berbeda yaitu kelapa dalam (I), kelapa genjah (II), dan Aren (III). Tiga pohon dipilih secara acak yang diambil di Kecamatan Nglegok Kabupaten Blitar. Nira yang baru disadap dari potongan tangkai bunga dikumpulkan dalam wadah bambu dengan pengawet serbuk kulit manggis. Pengawet diperoleh dari sumber yang sama dan beratnya juga ditentukan untuk mencapai perlakuan yang homogen untuk semua sampel. PH awal nira segar yang dipanen dari varietas I, II, dan III berturut-turut adalah $5,2 \pm 0,0$, $5,2 \pm 0,0$, dan $5,5 \pm 0,0$, sedangkan total padatan terlarut (TSS) masing-masing adalah 14 ± 0 , 19 ± 0 , dan $20 \pm 0^{\circ}\text{Brix}$. Nira (5 L) dari tiga varietas dikemas dalam botol polietilen dan diangkut di atas es dalam kotak busa polistiren (4°C) ke laboratorium dalam waktu 1,5 jam. Mengenai umur tanaman, pohon berumur sekitar 15–16 tahun.

Tahapan Percobaan

Pada proses pembuatan gula cair, nira dipanaskan menggunakan evaporator vakum skala laboratorium pada suhu 70°C dengan pengadukan secara terus menerus (500 rpm) hingga TSS mencapai 70°Brix untuk Gula cair (TISI, 2018). Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan TSS yang diinginkan adalah 210 ± 5 , 180 ± 7 , dan 170 ± 3 menit berturut-turut untuk Gula cair dari varietas I, II, dan III. Gula cair didinginkan hingga suhu kamar ($25-30^{\circ}\text{C}$) dan disimpan pada suhu $4-10^{\circ}\text{C}$ sampai digunakan. Tiga lot berbeda dari Gula cair diproduksi pada setiap varietas untuk mendapatkan tiga kali ulangan pada semua analisis ($n = 3$).

Pengamatan

Penentuan sifat fisikokimia

TSS diukur menggunakan *hand refraktometer* (Atago). Produk pencoklatan antara (IBP) dan intensitas pencoklatan (BI) diamati masing-masing pada 285 nm dan 420 nm, menggunakan spektrofotometer Shimadzu UV-2100 (Shimadzu Scientific Instruments Inc) (Kongkaew et al, 2014). Viskositas diukur menggunakan Brookfield Viscometer Model RV-DV II Pro (Brookfield Engineering Inc) yang dilengkapi dengan spindel silinder UL (ULA-15E). pH ditentukan dengan menggunakan pH meter (Cyberscan 500). Salinitas diukur dengan salinometer tangan (Atago). Keasaman total ditentukan dengan metode titrasi dan dilaporkan sebagai persentase asam asetat (AOAC, 2000). Semua analisis dilakukan pada suhu kamar.

Penentuan Komposisi Proksimat

Kandungan air (metode AOAC nomor 950,46), protein kasar (metode AOAC nomor 928,08, faktor Kjeldahl 6,25), lemak (metode AOAC nomor 963,15), dan abu (metode AOAC nomor 920,153) dari Gula cair dianalisis menurut AOAC (2000). Kandungan karbohidrat diperoleh dengan selisih. Nilai energi Gula cair diukur dalam kalorimeter bomb (AOAC, 2000).

Penentuan kadar total fenol dan Total Flavonoid

Total fenol ditentukan dengan metode Folin-Ciocalteu seperti yang dijelaskan oleh Kahkonen et al. (Kahkonen et al, 1999). Gula cair (0,3 mL) dicampur dengan pereaksi Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich) (1:9 dengan air), diikuti dengan penambahan 1,2 mL larutan natrium karbonat 7,5% (Sigma-Aldrich). Campuran disimpan di tempat gelap selama 30 menit dan kemudian diukur absorbansinya pada 725 nm menggunakan spektrofotometer Shimadzu UV-2100. Total fenol dinyatakan sebagai mg setara asam galat (GE)/g berat kering (dw) sampel.

Metode Woisky dan Salatino (Woisky et al, 1998) digunakan untuk menentukan total flavonoid. Metode ini dimulai dengan 0,5 mL gula cair dicampur dengan etanol 95% (Sigma-Aldrich). Setelah itu, 0,1 mL 10% aluminium klorida (Sigma-Aldrich), 0,1 mL kalium asetat 1 M (Sigma-Aldrich), dan 2,8 mL air suling ditambahkan, dicampur secara menyeluruh, dan disimpan pada suhu kamar selama 30 menit. Selanjutnya, absorbansi dibaca pada 415 nm menggunakan spektrofotometer Shimadzu UV-2100. Total flavonoid dinyatakan sebagai mg rutin setara (RE)/100 g, dw.

Analisis Statistik

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga kali ulangan pada semua analisis ($n = 3$). Data secara statistik dilakukan dengan analisis varians satu arah. Untuk mengidentifikasi perbedaan yang signifikan, dilakukan dengan uji jarak-ganda Duncan ($p < 0,05$) diantara perlakuan (Steel dan Torrie, 1980).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisikokimia

Karakteristik fisikokimia Gula cair yang diperoleh dari tiga varietas yang berbeda meliputi TSS, indeks pencoklatan, viskositas, pH, keasaman total, dan salinitas ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa karakteristik fisikokimia gula cair yang diperoleh dari varietas yang berbeda.

Parameter	Varietas I	Varietas II	Varietas III
Total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix)	70 $\pm$ 1	70 $\pm$ 0	70 $\pm$ 1
indeks kecoklatan:			
- IBP (A285)	160 $\pm$ 2	125 $\pm$ 5	75 $\pm$ 1
- BI (A420)	10 $\pm$ 0	5 $\pm$ 0	8 $\pm$ 0
Viskositas (cp)	536 $\pm$ 3	247 $\pm$ 1	362 $\pm$ 2
pH	5.2 $\pm$ 0.0	5.2 $\pm$ 0.0	5.5 $\pm$ 0.0
Keasaman total (%)	0.6 $\pm$ 0.0	0.5 $\pm$ 0.0	0.4 $\pm$ 0.0
Salinitas (%)	66 $\pm$ 1	70 $\pm$ 1	76 $\pm$ 2

Perbedaan tersebut mungkin disebabkan oleh perbedaan waktu pemanasan untuk mendapatkan target TSS 70 $^{\circ}$ Brix yang dibutuhkan oleh TISI. Waktu pemanasan terpanjang terlihat pada Gula cair yang diperoleh dari varietas I (210 menit), diikuti oleh varietas II (180 menit) dan varietas III (170 menit). Nira yang disadap dari varietas I memiliki kandungan TSS terendah yaitu 14 $^{\circ}$ Brix, diikuti oleh varietas II (19 $^{\circ}$ Brix), dan varietas III (20 $^{\circ}$ Brix). Umumnya, gula merupakan bahan kering utama dari nira, diikuti abu dan protein (Phetrit et al, 2020).

Selama evaporasi termal, umumnya terjadi reaksi pencoklatan non-enzimatik khususnya reaksi Maillard dan karamelisasi (Ajandouz dan puigserver, 1999; Benjakul, et al, 2005), menghasilkan perubahan kompleks dalam warna, rasa, dan penampilan akhir gula cair. Hasilnya sesuai dengan IBP dan BI Gula cair (Tabel 1), di mana nilai tertinggi ditemukan pada gula cair dari varietas I, diikuti oleh

varietas II, dan varietas III ($p < 0,05$). Menurut Starowicz dan Zielinski (2019); Brudzynski dan Miotto (2019), Melanoidin yang terbentuk pada tahap akhir reaksi pencoklatan non-enzimatik dihubungkan dengan pembentukan warna gula cair. Selain itu, aktivitas polifenol oksidase dalam getah segar dapat menyebabkan pencoklatan getah yang dipanaskan sampai tingkat tertentu. Tidak ada perbedaan yang signifikan berdasarkan pengamatan pada semua gula cair ($p > 0,05$). Viskositas tertinggi diamati pada gula cair yang diperoleh dari varietas I (536 cp), diikuti oleh varietas III (362 cp), dan varietas II (247 cp) (Tabel 1).

pH asam tercatat pada semua gula cair mulai dari 5,2-5,5 (Tabel 1). Nilai pH tertinggi diamati pada gula cair yang dikumpulkan dari varietas III ($p < 0,05$). Artinya tidak ada perbedaan pH yang signifikan dalam gula cair yang diperoleh dari varietas I, II, maupun III ($p > 0,05$). Hasil ini sesuai dengan keasaman total yang terdeteksi dalam gula cair, yang berada di kisaran 0,4-0,6% (Tabel 1). pH gula cair dalam penelitian ini lebih tinggi dari gula cair rafia (pH 3,8) dan gula cair kelapa (pH 3,5) yang dilaporkan oleh Oboh et al. (2016). Variasi pH mungkin disebabkan oleh perbedaan jenis dan kandungan zat asam. Sejumlah asam organik seperti asam suksinat, asam tartarat, asam malat, asam sitrat, dan asam laktat sebelumnya terdeteksi dalam nira palma ini (Tomokatsu et al, 1996).

Naknean dan Meenune (2011) menyebutkan bahwa asam organik terkonsentrasi selama persiapan pembuatan gula cair, mengakibatkan penurunan pH gula cair akhir. Asam organik tertentu juga dapat dihasilkan melalui reaksi Maillard (Ho et al, 2008; Lertittikul et al, 2007), yang dapat mempengaruhi keasaman gula cair akhir. Namun, sistem penyangga alami dalam nira dapat mengontrol laju penurunan pH pada persiapan pembuatan gula cair. Salinitas gula cair berkisar antara 66 hingga 76% (Tabel 1). Salinitas tertinggi ditemukan pada gula cair yang diperoleh dari varietas III ($p < 0,05$), diikuti oleh yang dari varietas II, dan varietas I.

Tabel 2. Komposisi proksimat, kandungan total fenol, dan kandungan flavonoid total gula cair yang diperoleh dari varietas yang berbeda

Komposisi	Varietas I	Varietas II	Varietas III	SNI
Komposisi Proksimat				
Kadar Air (g/100 g, fw)	27,9 $\pm$ 0,0	32,5 $\pm$ 0,1	29,0 $\pm$ 0,0	Maks 20 (%b/b)
Protein (g/100 g, dw)	2,2 $\pm$ 0,0	2,7 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,1	
Abu (g/100 g, dw)	3,6 $\pm$ 0,0	4,3 $\pm$ 0,0	3,7 $\pm$ 0,0	Maks 1 %
Lemak (g/100 g, dw)	ND	ND	ND	
Serat (g/100 g, dw)	ND	ND	ND	
Karbohidrat (g/100 g, dw)	93,2 $\pm$ 0,0	91,9 $\pm$ 0,1	92,7 $\pm$ 0,0	
Total phenolic content (mg GE/100 g, dw)	31,3 $\pm$ 0,2	42,3 $\pm$ 0,1	14,9 $\pm$ 0,2	
Total flavonoid content (mg RE/100 g, dw)	25,2 $\pm$ 0,3c	16,2 $\pm$ 0,5	14,3 $\pm$ 0,1	

Komposisi Proksimat

Komposisi proksimat gula cair yang diperoleh dari 3 varietas yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 2. Kadar air pada semua gula cair berada pada kisaran 27,9-32,5 % (Tabel 2), lebih rendah dari penelitian Phetrit et al. (2020) pada gula cair nipah (40,3%, fw). Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan TSS akhir gula cair. Pada penelitian ini, TSS akhir ditetapkan pada 70 $^{\circ}$ Brix sedangkan nilai 65 $^{\circ}$ Brix dilaporkan oleh Phetrit et al. (2020). Karbohidrat merupakan komponen yang paling banyak terdapat pada semua gula cair, yaitu berkisar antara 91,9-93,2 % (dw). Gula cair yang dikumpulkan dari varietas I mengandung kandungan karbohidrat yang lebih tinggi (93,2%) daripada varietas III (92,7%) dan varietas II (91,9 %) ($p < 0,05$). Kandungan protein pada semua sampel berada pada kisaran 2,2-2,7% (dw). Kandungan protein

gula cair yang diperoleh dari varietas II (2,7%) sedikit lebih tinggi dari varietas III (2,3%) dan varietas I (2,2%) ($p < 0,05$).

Kadar abu gula cair berada pada kisaran 3,6-4,3% (dw), di mana sampel dari varietas II memiliki kadar abu tertinggi ($p < 0,05$). Nilainya sekitar 2 kali lipat lebih besar dari kadar abu dalam gula cair kelapa sawit yang dilaporkan oleh Luis et al. (2012). Jika dibandingkan dengan penelitian Phetrit et al. (2020), ada beberapa variasi dalam komposisi proksimat gula cair, diantaranya yaitu kandungan karbohidrat, abu, dan protein yang ditemukan masing-masing 96,5, 3,0, dan 0,4% (Phetrit et al. 2020). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh variasi faktor intrinsik dan kondisi pengolahan, seperti luas tanam, musim panen, metode pembuatan gula cair, dan konsentrasi pembuatan gula cair.

Total Fenol dan Total Flavonoid

Total fenol gula cair yang diperoleh dari 3 varietas yang berbeda berada pada kisaran 14,9–42,3 mg GE/100 g, dw (Tabel 2). Nilai yang tertinggi ditemukan pada Gula cair yang dipanen dari varietas II (42,3 mg GE/100 g), diikuti oleh varietas I (31,3 mg GE/100 g) dan varietas III (14,9 mg GE/100 g) ($p < 0,05$). Untuk Total flavonoid (Tabel 2), nilai tertinggi ditemukan pada Gula cair yang diperoleh dari varietas I (25,2 mg RE/100 g), diikuti oleh varietas II (16,2 mg RE/100 g) dan varietas III (14,3 mg RE/100 g) ($p < 0,05$). Hasilnya sesuai dengan penelitian Willis et al. (2013) yang menemukan perbedaan signifikan dalam total fenol dan Total flavonoid di antara Gula cair sorgum manis (*Sorghum bicolor* L. Moench) yang dipanen dari lokasi berbeda di Kenya. Fenol dan flavonoid merupakan sumber antioksidan yang memiliki banyak manfaat seperti dapat menangkal radikal bebas. Selain itu, senyawa sederhana ini telah terbukti memiliki kemampuan untuk memerangi atau menurunkan kejadian beberapa kondisi patologis yang disebabkan oleh stres oksidatif seperti penyakit kardiovaskular, peradangan, penyakit neurodegeneratif. Quercetin yang tergolong flavonoid terbukti mampu menurunkan tekanan darah pada penderita hipertensi (Edwards et al., 2007; Tang et al., 2019). Sehingga gula cair berbahan dasar nira ini merupakan gula yang lebih sehat jika dibandingkan dengan gula tebu.

Telah dilaporkan bahwa total fenol dan Total flavonoid Gula cair yang dikumpulkan dari produsen lokal di Lembah Sungai Pak Phanang, Thailand Selatan pada tahun 2018, masing-masing ditemukan sebesar 190,1 mg GE/100 g (dw) dan 42,7 mg RE/100 g (dw), (Phetit et al. 2020). Perbedaan tersebut disebabkan oleh variasi geografis dan produk hasil metabolisme sekunder yang berhubungan dengan kondisi lingkungan setiap tahun. Sampaio et al. (2016) melaporkan bahwa kondisi lingkungan secara signifikan mempengaruhi produksi dan akumulasi metabolit primer dan sekunder. Distribusi metabolit seperti gula dan fenolat dalam perbungaan dan bagian akar *Tithonia diversifolia* diatur oleh variasi beberapa nutrisi tanah (Sampaio et al., 2016). Polifenol dan flavonoid endogen yang terakumulasi dalam perbungaan palma dapat dilepaskan ke nira selama panen. Polifenol eksogen dapat berasal dari ekstrak kulit manggis yang sengaja ditambahkan sebagai pengawet alami nira segar (Phetit et al. 2020; Theriault et al., 2006).

KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan variasi sifat fisikokimia dan komposisi kimia Gula cair yang dipanen dari Kecamatan Nglegok Kabupaten Blitar. Hasil menunjukkan bahwa fisikokimia (misalnya indeks kecoklatan, viskositas, salinitas, dan keasaman) dan komposisi kimia (misalnya total fenol dan flavonoid) dari Gula cair sangat bervariasi. Gula cair ini dapat dikatakan sebagai pemanis alternatif yang sehat karena memiliki nilai total fenol dan flavonoid yang cukup tinggi (42,3 mg GE/100 g) dan (25,2 mg RE/100 g) dan dapat diaplikasikan pada berbagai produk pangan sehingga menjadi pangan yang fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajandouz, E.H. dan A. Puigserver, Nonenzymatic browning reaction of essential amino acids: effect of pH on caramelization and Maillard reaction kinetics, J. Agric. Food Chem. 47 (1999) 1786–1793.
- AOAC, Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, 2000.
- Banerjee, P., M. Satapathy, A. Mukhopahayay and P. Das. 2014. Leaf Extract Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles From Widely Available Indian Plants: Synthesis, Characterization, Antimicrobial Property and Toxicity Analysis. *Bioresources Bioprocess*.1(3)
- Barh, D., and Mazumdar, B. 2008. Comparative nutritive values of palm saps before and after their partial fermentation and effective use of wild date (*Phoenix sylvestris* Roxb.) sap in treatment of anemia. *Research Journal of Medicine and Medical Sciences*, 3, 173–176.
- Benjakul, S., W. Visessanguan, V. Phongkanpai, M. Tanaka, Antioxidative activity of caramelization products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince, *Food Chem.* 90 (2005) 231–239.
- Bouhlali, E.T., M. Derouich, R. Meziani, B. Bourkhis, Y. Filali-Zegzouti, C. Alem, Nutritional, mineral and organic acid composition of syrups produced from six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties, *J. Food Compos. Anal.* 93 (2020) 1–9.
- Brudzynski, K. dan D. Miotto, Honey melanoidins: analysis of the compositions of the high molecular weight melanoidins exhibiting radical-scavenging activity, *Food Chem.* 127 (2011) 1023–1030.
- Carocho, M., P. Morales, I.C. Ferreira. 2015. Natural food additives: quo vadis? *Trends Food Sci. Technol.* 45: 284–295.
- Ebana, R.U.B., C.A. Etoc, U.O. Edet, Phytochemical screening and antimicrobial activity of *Nypa fruticans* harvested from Oporo River in the Niger Delta region of Nigeria, *J. Sci. Res.* 10 (2015) 1120–1124.
- Edwards, C., Heiblum, M., Tejeda, A., & Galindo, F. 2007. Experimental evaluation of attachment behaviors in owned cats. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 2(4), 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2007.06.004>.
- Francisco, J. -Ortega, S. Zona, Sweet sap from palms, a source of beverages, alcohol, vinegar, syrup and sugar, *Vieraea*. 41 (2013) 91–113.
- Hebbbar, K., Arivalagan, M., Manikantan, M., Mathew, A., Thamban, C., Thomas, G. V., & Chowdappa, P. 2015. Coconut inflorescence sap and its value addition as sugar—Collection techniques, yield, properties and market perspective. *Current Science*, 109, 1411–1417. <https://doi.org/10.18520/cs/v109/i8/1411-1417>
- Ho, C.W., W.M. Aida, M.Y. Maskat, H. Osman, Effect of thermal processing of palm sap on the physico-chemical composition of traditional palm sugar, *Pak. J. Biol. Sci.* 11 (2008) 989–995.
- Hu, F.B. 2013. Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases, *Obes. Rev.* 14: 606–619.
- Kahkonen, M.P., A.I. Hopia, H.J. Vuorela, J.P. Rauha, K. Pihlaja, T.S. Kujala, M. Heinonen, Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds, *J. Agric. Food Chem.* 47 (1999) 3954–3962.
- Kongkaew, S. M. Chaijan, S. Riebroy, Some characteristics and antioxidant activity of commercial sugars produced in Thailand, *Curr. Appl. Sci. Technol.* 14 (2014) 1–9.
- Kongkaew, S., M. Chaijan, S. Riebroy, Some characteristics and antioxidant activity of commercial sugars produced in Thailand, *Curr. Appl. Sci. Technol.* 14 (2014): 1–9.

- Kurniawan, T., I. Kustiningsih, M.A. Firdaus. 2018. Palm sap sources, characteristics, and utilization in Indonesia, *J. Food Nutr. Res.* 6: 590–596.
- Lertittikul, W., S. Benjakul, M. Tanaka, Characteristics and antioxidative activity of Maillard reaction products from a porcine plasma protein-glucose model system as influenced by pH, *Food Chem.* 100 (2007) 669–677.
- Luis, G., C. Rubio, A.J. Gutierrez, C. Hernandez, D. Gonzalez-Weller, C. Revert, A. Hardisson, Palm tree syrup; nutritional composition of a natural edulcorant, *Nutr. Hosp.* 27 (2012) 548–552.
- Malik, V.S. and F.B. Hu. 2015. Fructose and cardiometabolic health what the evidence from sugar-sweetened beverages tells us, *J. Am. Coll. Cardiol.* 66: 1615–1624.
- Mooradian, A.D., M. Smith, M. Tokuda. 2017. The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: a narrative review, *Clin. Nutr. ESPEN.* 18: 1–8.
- Naknean, P. dan M. Meenune, Characteristics and antioxidant activity of palm sugar syrup produced in Songkhla province, Southern Thailand, *Asian J. Food Agro-Ind.* 4 (2011) 204–212.
- Naknean, P., M. Meenune, Impact of clarification of palm sap and processing method on the quality of palm sugar syrup (*Borassus flabellifer* Linn.), *Sugar Tech.* 17 (2015) 195–203.
- Oboh, F.O., L. Iyare, M. Idemudia, S. Enabulele, Physico-chemical and nutritional characteristics, and antimicrobial activity of oil palm syrup, raffia palm syrup and honey, *IOSR J. Pharm. Biol. Sci.* 11 (2016) 73–78.
- Phaichamnan, M. W. Posri, M. Meenune. 2010. Quality profile of palm sugar concentrate produced in Songkhla province, Southern Thailand, *Int. Food Res. J.* 17: 425–432.
- Phetrit, R., M. Chaijan, S. Sorapukdee, W. Panpipat, Characterization of nipa palm's (*Nypa fruticans* Wurmb.) sap and syrup as functional food ingredients, *Sugar Tech.* 22 (2020) 191–201.
- Sampaio, B.L., R. Edrada-Ebel, F.B. Da Costa, Effect of the environment on the secondary metabolic profile of *Tithonia diversifolia*: a model for environmental metabolomics of plants, *Sci. Rep.* 6 (2016) 29265.
- Sriakao, K., J. Sangkhiaw, W. Likittrakulwong, Productions and functional properties of palm sugars, *Walailak J. Sci. Technol.* 16 (2019) 897–907.
- Starowicz, M. dan H. Zielinski, How Maillard reaction influences sensorial properties (color, flavor and texture) of food products? *Food Rev. Int.* 35 (2019) 707–725.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie, Principle and Procedure of Statistics, McGraw-Hill, New York, USA, 1980.
- Tang, G.Y.; Zhao, C.N.; Xu, X.Y.; Gan, R.Y.; Cao, S.Y.; Liu, Q.; Shang, A.; Mao, Q.Q.; Li, H.B. 2019. Phytochemical Composition and Antioxidant Capacity of 30 Chinese Teas. *Antioxidants* 8, 180
- Therault, M., S. Caillet, S. Kermasha, M. Lacroix, Antioxidant, antiradical and antimutagenic activities of phenolic compounds present in maple products, *Food Chem.* 98 (2006) 490–501.
- TISI (Thai Industrial Standards Institute), Thai Community Product Standard for Syrup (1500/2561), Ministry of Industry, Bangkok, Thailand, 2018.
- Tomokatsu, A., T. Itoh, C.H. Wijaya, Z. Nasution, J. Kumendong, A. Matsuyama, Chemical constituents of sugar-containing sap and brown sugar from palm in Indonesia, *Jpn. J. Trop. Agric.* 40 (1996) 175–181.
- Wiener, R.C. C., Shen, P.A. Findley, U. Sambamoorthi, X. Tan. 2017. The association between diabetes mellitus, sugar-sweetened beverages, and tooth loss in adults: evidence from 18 states, *J. Am. Dent. Assoc.* 148: 500–509.
- Woisky, R.G. dan A. Salatino, Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control, *J. Apic. Res.* 37 (1998) 99–105.

Halaman ini sengaja dikosongkan