

Pengaruh Perbedaan Jenis Varietas dan Waktu Tunda Giling Terhadap Komponen Fisikokimia dan Karakteristik Sensori dari Produk Gula Merah Tebu

Effect of Sugarcane Varieties and Cut-to-Crush Delay Time on Physicochemical Properties and Sensory Characteristics of Brown Cane Sugar

Opal Priya Wening¹⁾, Risvan Kuswurdjanto¹⁾, Perwira Budi Atmaja²⁾, Roihan Syafiq Mufadhol²⁾

1) Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), Kota Pasuruan, Jawa Timur, Indonesia

2) Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gajah Mada, Daerah Istimewah Yogyakarta, Jawa Tengah, Indonesia

Email: opalpriyawening@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas tebu berpengaruh terhadap kualitas gula merah tebu. Penelitian ini mempelajari pengaruh jenis varietas dan waktu tunda giling terhadap kualitas gula merah tebu yang dihasilkan. Tebu berasal dari Kebun Percobaan P3GI Pasuruan, yang terdiri dari empat jenis varietas yaitu PS 094, PS 881, BL, PS 862 dengan umur panen 12 bulan. Perlakuan waktu tunda giling dilakukan selama 7 hari. Penelitian dianalisis dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktorial dan 2 kali ulangan. Parameter uji untuk produk gula merah tebu yang dihasilkan adalah sifat fisikokimia (brix, pol, sukrosa, warna) dan karakteristik sensori (rasa, aroma, warna, tekstur, keseluruhan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu tunda giling berdampak signifikan terhadap penurunan nilai kadar brix, pol, dan sukrosa serta peningkatan terhadap parameter warna. Penurunan tertinggi pada parameter brix = PS 094 (-4,09 %); pol dan sukrosa = BL (-31,24 % dan -29,53 %); sedangkan kenaikan tertinggi pada parameter warna = BL (9,89 %). Produk dengan keberterimaan sensori tertinggi pada tebu segar varietas PS 862 dengan nilai 4,13. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis varietas dan waktu tunda giling mempengaruhi kualitas gula merah tebu yang dihasilkan.

Kata kunci: varietas tebu, gula merah tebu, mutu, waktu tunda giling

ABSTRACT

Quality of sugarcane effect the quality of brown cane sugar. This research studied the effect of variety type and cut-to-crush delay time on the quality of brown cane sugar produced. Sugarcane from P3GI Pasuruan Experimental Station, which consists of four varieties namely PS 094, PS 881, BL, PS 862 with a harvest age 12 months. Cut-to-crush delay time treatment was carried out for 7 days. This research was analyzed by Rancangan Acak Kelompok (RAK) with 2 factorials and 2 replications. Parameters test used were physicochemical properties (brix, pol, sucrose, colour) and sensory characteristics (taste, aroma, colour, texture, overall). The results showed that the cut-to-crush delay time had a significant impact on the levels decreased of brix, pol, and sucrose; while increased in colour parameter. Highest decrease in brix parameter = PS 094 (-4,09 %); pol and sucrose = BL (-31,24 % and 29,53 %); while highest increase in colour parameter = BL (9,89 %). Product with the highest sensory acceptability was fresh sugarcane variety PS 862 with a value score 4,13. Results showed that the type of variety and cut-to-crush delay time affected the quality of brown cane sugar produced.

Keywords: sugarcane, brown cane sugar, quality, varieties, cut-to-crush delay time

PENDAHULUAN

Gula merah merupakan produk olahan yang dapat dihasilkan dari bahan baku tanaman pemanis, salah satunya berasal dari tebu. Produk ini dikenal memiliki banyak variasi nama di berbagai negara, seperti *non-centrifugal sugar* (NCS), *jaggery*, *brown cane sugar*, *panela*, *muscovado*, dan *kokuto*. Namun di Indonesia umumnya dikenal sebagai gula merah tebu. Secara sederhana, gula merah tebu diperoleh dari proses penguapan, pemasakan, dan pemekatan nira mentah (NM) hingga terjadinya titik kristalisasi sukrosa (Jaffé, 2015). Berbeda dengan gula kristal putih yang komponen utamanya sukrosa, pada gula merah tebu terdiri dari gula kristal (sukrosa), tetes (*stroop*), mineral, dan polifenol. Kandungan mineral dari produk ini lebih baik, karena tidak melalui proses klarifikasi (Durán *et al.*, 2012). Sedangkan senyawa polifenol dapat berfungsi sebagai bioaktif yang mempunyai aktivitas anti-arteosklerotik, anti-kariogenik, antitoksik-sitoprotektif, anti-karsinogenik, dan efek anti-oksidan (Payet *et al.*, 2005; Jaffé, 2012; Okabe *et al.*, 2009).

Untuk menghasilkan produk gula merah tebu yang berkualitas, memiliki berbagai tantangan karena produknya dipengaruhi oleh berbagai faktor dan komponen yang kompleks. Parameter utama penentu mutu gula merah tebu antara lain kadar sukrosa, kadar gula reduksi, kadar mineral, dan kadar air (Jaffé, 2015). Permasalahan kemudian muncul ketika membutuhkan produksi gula merah tebu yang stabil dan terstandar dalam menghasilkan produk dengan mutu yang seragam dan berkualitas (Silva *et al.*, 2014). Diketahui bahwa masih sedikitnya laporan terkait bagaimana menjaga stabilitas kualitas bahan baku dalam memproduksi gula merah tebu dari penggunaan variasi varietas dan keterlambatan giling tebu (waktu tunda giling). Penelitian ini dilakukan untuk

mengukur, menganalisa, dan mengevaluasi kualitas gula merah tebu yang dihasilkan dari varietas berbeda dan perbedaan dalam kesegaran tebu.

METODE

Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, yaitu bulan Januari – Maret 2023. Lokasi penelitian di Laboratorium *Experimental Plant* (*Explant*); Laboratorium Pengujian Tetes & Gula, Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) Pasuruan.

Bahan dan Alat

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan utama, pembantu proses, dan pembantu analisa. Bahan utama yang digunakan adalah tebu dengan menggunakan empat (4) varietas, yaitu PS 094, PS 881, BL, dan PS 862 umur 12 bulan yang diperoleh dari Kebun Percobaan (KP) Pasuruan P3GI. Bahan pembantu proses yaitu susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) konsentrasi 8,0 °Be. Sedangkan bahan pembantu analisa yaitu bahan reagen penjernih gula/nira FORM A dan FORM B (Produk P3GI), akuades, *kieselguhr*, HCl, serta bahan kimia lainnya.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah untuk proses dan analisa. Alat yang digunakan untuk proses yaitu gilingan 3 *roll* (*motor* diesel), pisau pemotong, wadah ember plastik, *pan* terbuka, kayu pengaduk, saringan, cetakan (bambu) D x L; 15 x 10 cm, kompor *burner*, LPG, serta regulator. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisa yaitu timbangan, neraca analitik, pengukur baume (baometer; °Be), kertas saring merang merang, whatman no. 40, termohigrometer, *bulb*, pH meter digital, lampu duduk, termometer, corong plastik,

refraktometer, sakaromat atau polarimeter, *hot plate*, spektrofotometer, tabung pol 2,00 dm, serta gelas kaca yang terdiri dari erlenmeyer, *beaker glass*, pipet mikro, dan gelas kaca lainnya.

Prosedur Penelitian

Preparasi

Tebu diambil dari KP Pasuruan, P3GI masing – masing varietas diambil sebanyak 10 – 15 batang. Selanjutnya tebu dibersihkan bagian batangnya dari serasah, daun, pucukan, dan pengotor lainnya. Kemudian tebu dilakukan dua (2) buah perlakuan berdasarkan waktu tunda gilingnya yaitu 0 Hari (H-0) dan 7 Hari (H-7). Tebu H-0 disebut sebagai tebu segar, sedangkan tebu H-7 disebut sebagai tebu lasahan.

Pemerahan

Sebelum dilakukan pemerahan, tebu yang akan digunakan ditimbang (kira – kira 6 – 8 kg). Kemudian, tebu diperah menggunakan gilingan 3 *roll* dengan *motor* diesel (tingkat *pressing* > 60 %). Pemerahan dilakukan 3 kali ulangan untuk memaksimalkan pemerahan nira. Hasil nira yang didapatkan selanjutnya disebut sebagai nira mentah (NM). Hasil nira mentah hasil nira mentah (NM) ditampung pada wadah bak, lalu ditimbang bobotnya.

Pemanasan

Nira mentah (NM) dipindahkan ke wajan untuk dilakukan pemasakan hingga suhu mencapai 70 °C selama \pm 15 menit. Selama proses pemasakan, tetap dilakukan pengadukan secara perlahan – lahan.

Penetralan

Setelah mencapai suhu 70 °C, suhu distabilkan dan susu kapur ditambahkan pada konsentrasi 8,0 °Be ke dalam nira mentah (NM) suhu 70 °C bersamaan dengan pengadukan secara merata dan perlahan – lahan. Penambahan susu kapur

dihentikan ketika pH bahan telah mencapai kondisi netral (pH 7,0).

Pemekatan

Pemanasan dilanjutkan hingga nira pekat atau ketika nira mentah (NM) telah berubah menjadi nira kental (NK) dan siap dicetak. Selama proses pemekatan, proses harus diaduk – aduk secara merata dan dilakukan pemisahan. Nira kental (NK) yang terbentuk dan sudah siap untuk dicetak, dilakukan analisa brix, dimana nilainya berkisar antara 75,0 – 95,0 %. Setelah itu, api dimatikan dan diaduk dengan cepat hingga terbentuk nira kental (NK) yang siap dicetak.

Pencetakan

Pencetakan dilakukan pada wadah cetakan bambu berbentuk bulat dengan dimensi D x T; 15 x 10 cm. Nira kental (NK) siap cetak diletakkan pada cetakan bambu, kemudian ditunggu selama 5 – 10 menit hingga dingin dan mengeras. Setelah mengeras, gula merah sudah dapat dipisahkan dari cetakkannya dan menjadi produk gula merah tebu.

Analisa dan Evaluasi

Analisa pH

Analisa pH dilakukan pada pH nira mentah (NM) sebelum proses. Selanjutnya nira dikondisikan menjadi pH \pm 7,00 menggunakan susu kapur konsentrasi 8,0 °Be pada suhu 70 °C. Kemudian nira diuapkan hingga brix 75,0 – 85,0 %.

Analisa Mutu Gula Merah Tebu

Analisa mutu gula merah tebu dilakukan dengan menghubungkan antara nira mentah (NM) sebelum dilakukan proses produksi dengan gula merah tebu dari produk akhir. Parameter analisa yang digunakan yaitu metode analisa kimia (brix (%; refraktometer), pol (%; sakaromat atau polariometer), sukrosa (%; hidrolisis asam), warna (IU; spektrofotometer)), serta uji sensori. Metode analisa kimia

menggunakan prosedur analisa P3GI yang dilakukan di Laboratorium Pengujian Tetes & Gula, P3GI Pasuruan. Analisa secara sensori dilakukan dengan pengujian organoleptik dengan uji hedonik sebanyak 5 orang (laki – laki dan perempuan) dengan rentang usia 20 – 25 tahun dari semi panelis yang mengetahui sifat dasar sensori melalui penilaian secara subjektif terkait parameter rasa, aroma, warna, tekstur, dan keseluruhan. Skor yang digunakan adalah dari angka 1 – 5.

Rancangan Percobaan

Menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktorial (dua perlakuan; varietas dan waktu tunda giling) dan 2 kali ulangan yang dilakukan pada analisis kimia parameter umum (brix, pol, sukrosa, dan warna). Rumus model statistik yang digunakan yaitu berdasarkan persamaan No. 1.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Dimana,

Y_{ij} = nilai respon pengamatan ke-I, kelompok ke-j

$\bar{\mu}$ = rerataan umum dari pengamatan

$\bar{\beta}_i$ = pengaruh perlakuan ke-i

$\bar{\tau}_j$ = pengaruh kelompok ke-j

ε_{ij} = galat dari perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

Pengolahan Data

Data diolah secara statistik menggunakan analisa ANOVA dengan *software* RStudio 1.4.1717. Apabila diperoleh data yang berbeda nyata secara statistik maka perlu dilakukan uji *Duncan* 5,0 % (Steel & Torrie, 1993).

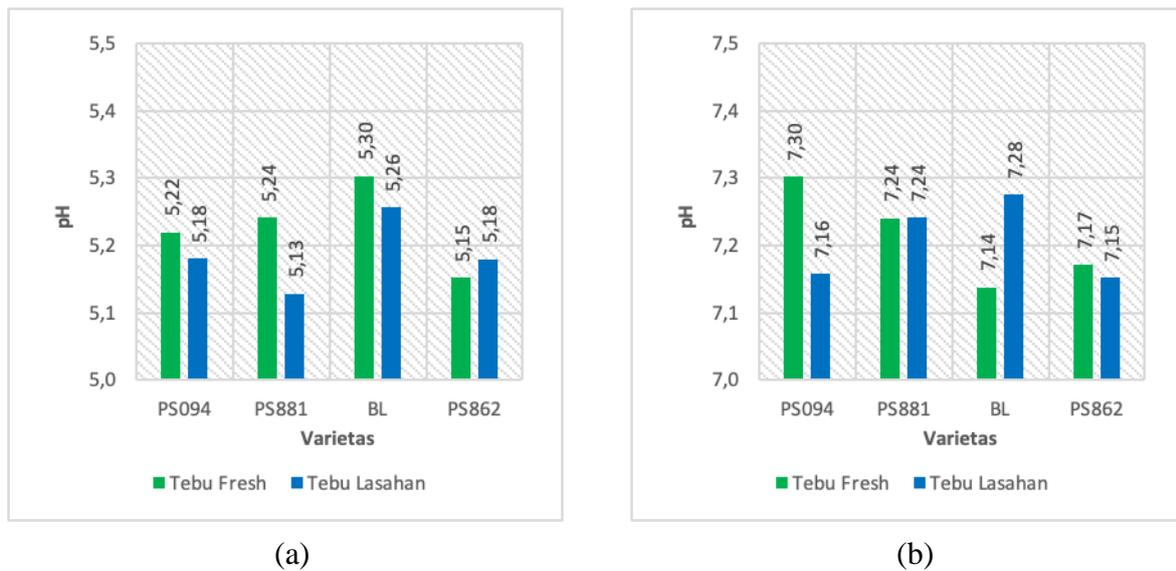
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Produksi Gula Merah Tebu

Pembuatan gula merah tebu yang dicetak membutuhkan titik kondisi yang tepat untuk memperoleh produk dengan kadar air seminimal mungkin. Kondisi yang kurang tepat dapat menyebabkan gagalnya pencetakan (terlalu kental, tidak mengeras). Gula merah tebu diproduksi menggunakan pemasakan sistem *pan* terbuka (*open pans*) tanpa vakum dengan nilai brix $\bar{\pm}86,64$ % dan kadar air $\bar{\pm}6,29$ % (Yustiningsih, 2006).

Pengaruh pH

pH diukur untuk nira mentah (NM) tebu awal dan nira mentah (NM) pada saat suhu 70 °C sesudah ditambahkan dengan susu kapur (netralisasi). Gambar 1 menunjukkan pH nira mentah (NM) yang berasal dari tebu lasahan memiliki nilai pH yang lebih rendah dibandingkan dengan yang berasal dari tebu segar. Rata – rata penurunan pH dari nira tebu segar ke nira tunda giling penurunan nilai pH berkisar 0,04 poin, Sedangkan pada pH netralisasi nira mentah (NM) terjadi nilai yang fluktuatif pada keseluruhan perlakuan, berkisar 7,17 – 7,30.



Gambar 1. pH nira dari setiap varietas tebu pada saat segar dan setelah waktu tunda giling (a) nira mentah (NM) tebu, dan (b) netralisasi nira mentah (NM) tebu

Figure 1. pH of juice from each sugarcane variety when fresh and after cut-to-crush delay on (a) raw juice sugarcane, and (b) neutralization of raw juice sugarcane

Fluktuatifnya nilai pH dari hasil netralisasi nira mentah (NM) tebu karena faktor penggunaan jumlah susu kapur yang ditambahkan, pengadukan, serta tingkat keakuratan pengukuran. Penetralkan nira mentah (NM) tebu dari kondisi awal yang berbeda – beda (semakin asam) mengakibatkan penambahan dan dosis susu kapur juga menjadi berbeda – beda (semakin tinggi). Susu kapur akan terionisasi dan terbentuk ion OH^- bebas yang dapat menjadikan medium alkalis (Nubatonis, 2004; Rahman *et al.*, 2004). Nira mentah (NM) dengan pH rendah maka akan berkolerasi dengan banyaknya penambahan susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) untuk melakukan netralisasi dan konsentrasi OH^- yang semakin tinggi.

Pengaruh Komponen Kimia Terhadap Mutu Gula Merah Tebu

Brix

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 1), brix dipengaruhi secara signifikan ($P > 0,05$) oleh jenis varietas dan waktu

tunda giling tebu. Brix nira mentah (NM) dari varietas tebu yang digunakan termasuk dalam kategori tinggi dan rendah, dimana yang kategori tinggi ketika brix $\geq 17,0$ % (Vera-Gutiérrez *et al.*, 2019). Kategori brix tinggi didapatkan pada nira mentah (NM) tebu dengan rerata di atas $18,01 \pm 2,21$ % dan gula merah tebu dengan rerata di atas $89,51 \pm 3,03$ %. Pada nira mentah (NM) tebu, varietas dengan jenis tebu segar kategori brix tinggi yaitu PS 881, BL, dan PS 862; jenis tebu lasahan yaitu PS 881 dan BL. Untuk gula merah tebu, varietas dengan jenis tebu segar kategori brix tinggi yaitu PS881, BL, dan PS862; sedangkan untuk jenis tebu lasahan tidak ada yang masuk kategori. Brix tertinggi terdapat pada nira mentah (NM) tebu jenis tebu segar – BL ($20,62 \pm 0,87$ %); gula merah tebu jenis tebu segar – PS 881 ($96,39 \pm 0,87$ %). Penurunan brix tertinggi selama tebu lasahan sebesar $-4,09$ % terjadi pada tebu varietas PS 094.

Tabel 1. Hasil analisa brix nira mentah (NM) dan gula merah tebu dari jenis tebu segar dan lasahan pada setiap varietas

Table 1. Brix of raw juice and brown cane sugar from fresh and delay sugarcane for each variety

Varietas Variety	Brix dari setiap jenis tebu (%) Brix from each type of sugarcane			Rerata Mean
	Segar Fresh	Lasahan Cut-to-crush delay	Δ (%)	
Nira mentah				
PS 094	14,72 _{±1,92}	14,15 _{±0,10}	-4,09	14,44 _{±0,29} a
PS 881	19,30 _{±0,70}	18,90 _{±0,05}	-2,11	19,10 _{±0,20} a
BL	20,62 _{±0,87}	20,09 _{±0,15}	-2,61	20,36 _{±0,26} a
PS 862	18,52 _{±1,82}	17,80 _{±0,05}	-4,07	18,16 _{±0,36} ab
Mean				18,01 _{±2,21}
SE				0,88
CV				0,12
Gula merah tebu				
PS 094	87,80 _{±0,73}	80,98 _{±0,05}	-8,42	83,39 _{±3,41} b
PS 881	96,39 _{±0,87}	86,88 _{±0,57}	-10,95	91,64 _{±4,76} a
BL	95,77 _{±0,26}	88,03 _{±0,28}	-8,79	91,90 _{±3,87} a
PS 862	94,70 _{±0,73}	85,52 _{±0,76}	-10,75	90,11 _{±4,59} ab
Mean				89,51 _{±3,03}
SE				1,21
CV				0,03

Keterangan: Huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,05$) secara statistika.

Note: Different letters in the same column indicate highly significant differences ($P < 0,05$) statistically.

Pol

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 2), jenis varietas dan tunda waktu giling sangat berpengaruh signifikan ($P > 0,05$) terhadap nilai % pol. Berdasarkan data, kategori pol tinggi dengan rata-rata nira mentah (NM) tebu diatas rerata 13,84_{±2,45} % dan gula merah tebu diatas rerata 74,06_{±5,11} %. Pada nira mentah (NM) tebu, varietas dengan kategori pol tinggi yaitu BL dan PS 862; sedangkan pada gula merah tebu, varietas dengan kategori pol tinggi yaitu PS 881. Pol tertinggi terdapat pada nira mentah (NM) tebu dengan jenis tebu segar – BL (18,70_{±1,76} %) dan untuk gula merah tebu terdapat pada jenis tebu segar – varietas PS

881 (86,63_{±3,65} %). Penurunan nilai pol tertinggi selama tebu dilasah sebesar -31,24 % terjadi pada tebu varietas BL.

Setiap varietas tebu dan jenis kemasakan tebu mempunyai pol yang berbeda, maka akan berpengaruh pada rendemen gula merah tebu yang dihasilkan juga berbeda. Semakin masak tebu maka akan semakin tinggi kandungan sukrosa (pol) dan rendemennya; sebaliknya, semakin belum masak tebu maka akan semakin rendah pol dan mutu akhir produk tersebut (Tischler *et al.*, 2021). Sehingga, rendahnya kadar pol dapat diakibatkan oleh varietas, tipe kemasakan, dan waktu tunda giling.

Tabel 2. Hasil analisa pol nira mentah (NM) dan gula merah tebu dari jenis tebu segar dan lasahan pada setiap varietas

Tabel 2. Pol of raw juice and brown cane sugar from fresh and delay sugarcane for each variety

Varietas Variety	Pol dari setiap jenis tebu (%) Pol from each type of sugarcane			Rerata Mean	
	Segar Fresh	Lasahan Cut-to-crush delay	Δ (%)		
Nira mentah					
PS 094	10,65 _{±1,87}	9,64 _{±0,07}	-10,50	10,14 _{±0,51}	b
PS 881	13,78 _{±0,47}	12,63 _{±0,09}	-9,17	13,21 _{±0,58}	ab
BL	18,70 _{±1,76}	14,25 _{±0,17}	-31,24	16,48 _{±2,23}	a
PS 862	16,04 _{±2,12}	15,06 _{±0,03}	-6,53	15,55 _{±0,49}	a
Mean				13,84 _{±2,45}	
SE				0,98	
CV				0,18	
Gula merah tebu					
PS 094	70,60 _{±3,51}	62,50 _{±0,23}	-12,95	65,55 _{±4,05}	b
PS 881	86,63 _{±3,65}	74,09 _{±0,09}	-16,92	80,36 _{±6,27}	a
BL	81,31 _{±4,36}	71,93 _{±0,14}	-13,04	76,62 _{±4,69}	ab
PS 862	77,02 _{±4,74}	68,36 _{±0,19}	-12,66	72,69 _{±4,33}	ab
Mean				74,06 _{±5,11}	
SE				2,04	
CV				0,07	

Keterangan: Huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,05$) secara statistika.

Note: Different letters in the same column indicate highly significant differences ($P < 0,05$) statistically.

Sukrosa

Sukrosa merupakan parameter penentu mutu gula merah tebu. Hasil analisa sukrosa nira mentah (NM) dan gula merah tebu dari jenis tebu segar dan lasahan pada setiap varietas disajikan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan kadar sukrosa dipengaruhi oleh jenis varietas dan waktu tunda giling pada nira mentah (NM) tebu serta gula merah tebu. Pada nira mentah (NM) tebu, varietas dengan kadar sukrosa tinggi memiliki nilai rerata diatas 14,53_{±2,23} %, sedangkan gula merah tebu memiliki nilai rerata diatas 73,39_{±4,25} %. Kriteria gula merah yang baik memiliki sukrosa sebesar 72,20 – 81,72 % (Hussain *et al.*, 2007; Guddadamath *et al.*, 2014; Garusti *et al.*, 2019). Gula merah dari tebu

segar secara umum sudah termasuk dalam kategori sukrosa tinggi (PS 881, BL, dan PS 862), namun berbeda dengan gula merah dari tebu lasahan memiliki kadar sukrosa yang lebih rendah. sukrosa dalam tebu lasahan (tunda giling) telah terdegradasi sebagian sehingga secara nilai rerata termasuk dalam kategori sukrosa rendah. Kadar sukrosa tertinggi terdapat pada nira mentah (NM) tebu jenis tebu segar – BL (18,71_{±1,74} %); gula merah tebu jenis tebu segar – PS 881 (83,68_{±3,16} %). Penurunan sukrosa tertinggi selama tebu lasahan sebesar -29,53 % terjadi pada tebu varietas BL. Penurunan juga diduga terjadi selama proses pengolahan karena inversi sukrosa menjadi gula reduksi (fruktosa dan glukosa).

Tabel 3. Hasil analisa sukrosa nira mentah (NM) dan gula merah tebu dari jenis tebu segar dan lasahan pada setiap varietas

Table 3. Sucrose of raw juice and brown cane sugar from fresh and cut-to-crush delay sugarcane for each variety

Varietas Variety	Sukrosa dari setiap jenis tebu (%) Sucrose from each type of sugarcane			Rerata Mean
	Segar Fresh	Lasahan Cut-to-crush delay	Δ (%)	
Nira mentah				
PS 094	11,29 \pm 1,36	10,29 \pm 0,14	-9,68	10,79 \pm 0,50 b
PS 881	15,72 \pm 2,06	14,23 \pm 0,08	-10,47	14,97 \pm 0,74 ab
BL	18,71 \pm 1,74	14,45 \pm 0,04	-29,53	16,58 \pm 2,13 a
PS 862	16,05 \pm 1,87	15,50 \pm 0,02	-3,52	15,78 \pm 0,27 a
Mean				14,53 \pm 2,23
SE				0,89
CV				0,15
Gula merah tebu				
PS 094	68,33 \pm 4,82	66,39 \pm 0,07	-2,93	67,36 \pm 0,97 a
PS 881	83,68 \pm 3,16	74,98 \pm 0,11	-11,60	79,33 \pm 4,35 a
BL	78,25 \pm 3,47	69,74 \pm 0,24	-12,20	73,99 \pm 4,26 a
PS 862	75,80 \pm 4,96	70,00 \pm 0,09	-8,28	72,90 \pm 2,90 a
Mean				73,39 \pm 4,25
SE				1,70
CV				0,06

Keterangan: Huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,05$) secara statistika.

Note: Different letters in the same column indicate highly significant differences ($P < 0,05$) statistically.

Kadar sukrosa menurut SNI 01-6237-2000 untuk Mutu I sebesar min. 65,0 % dan Mutu II sebesar min. 60,0 %. Sehingga, rerata keseluruhan gula merah tebu yang dihasilkan memiliki Mutu I. Kadar gula memiliki hubungan langsung dengan tekstur. Kadar gula terutama sukrosa dan gula reduksi memiliki hubungan yang sangat erat, dimana apabila kadar sukrosa semakin rendah maka kadar gula reduksi (glukosa dan fruktosa) akan semakin tinggi, terjadi pada nira tebu maupun gula merah tebu (Erwinda & Susanto, 2014). Hal ini dapat berdampak pada tekstur produk akhir yang menjadi lebih lembek, kenyal/gulali dan higroskopis (Maharani *et al.*, 2015).

Warna

Tingkat warna pada produk gula merah tebu merupakan variabel yang sangat sulit dikontrol dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya kualitas bahan baku (varietas, tingkat kemasakan, kondisi dan teknis budidaya), teknologi dan kondisi proses (jenis pemanas, suhu, waktu tinggal, penggunaan bahan pembantu proses, efisiensi dan proses klarifikasi), serta komponen kimianya (*polifenol*, jenis gula dan asam organik) (Manuel *et al.*, 2015; Forero *et al.*, 2016; Asikin *et al.*, 2016; Lara & Clavijo, 2016; Alarcón *et al.*, 2016; Gutiérrez-Mosquera *et al.*, 2018).

Hasil analisa warna nira mentah (NM) dan gula merah tebu dari jenis tebu segar dan lasahan pada setiap varietas

disajikan pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan warna nira mentah dan gula merah dipengaruhi oleh jenis varietas dan waktu tunda giling. Pada nira mentah tebu, varietas tebu yang memiliki warna dibawah rerata (41.082 ± 5.366 IU) adalah tebu segar serta tebu lasahan varietas BL dan PS 862. Sedangkan pada gula merah tebu, varietas tebu yang memiliki warna dibawah rerata (34.325 ± 5.554 IU) adalah tebu segar varietas PS 881, BL, dan PS 862; serta tebu lasahan varietas PS 862. Peningkatan warna tertinggi sebesar 9,89 % selama tebu dilasah terjadi pada varietas BL.

Menurut Gutiérrez *et al.*, (2019), warna gula merah tebu dipengaruhi oleh varietas lebih dominan dibandingkan teknologi proses. Semakin lama waktu tunda gilingnya, maka warna gula merah tebu yang dihasilkan akan semakin gelap-merah. Warna berhubungan langsung dengan komponen kimia pada setiap varietas tebu dan selama proses akan menimbulkan reaksi *maillard* serta karamelisasi. Terdapatnya komponen kimia seperti fenolik pada gula merah tebu akan cenderung menghasilkan warna yang lebih gelap akibat reaksi oksidasi, sedangkan komponen akrilamida dan gula reduksi yang tinggi akan cenderung menghasilkan warna yang lebih gelap akibat reaksi *maillard* (Mesias *et al.*, 2020). Selain itu, tipe sistem pan terbuka (*open pans*) cenderung lebih berkontribusi pada warna terutama reaksi karamelisasi dibandingkan dengan tipe sistem pan uap tertutup (*closed pans*) karena panas yang tidak merata dan berfokus pada satu titik bagian bawah (Gutiérrez *et al.*, 2019). Nilai warna yang tinggi pada tebu lasahan dapat diakibatkan oleh kenaikan jumlah

gula reduksi yang berdampak pada reaksi *maillard*.

Analisa Sensori

Penampakan fisik produk gula merah tebu yang dihasilkan dari berbagai varietas dan jenis tebu segar dan lasahan dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil analisa sensori pada produk gula merah ini dengan menggunakan uji organoleptik – hedonik kepada panelis ditampilkan pada Gambar 4.

Rasa gula merah tebu yang berasal dari nira mentah (NM) – tebu segar memiliki tingkat kesukaan yang lebih besar (rerata skor = 3,13) dibandingkan dengan tebu lasahan. Parameter yang digunakan yaitu skor 1 – 5 (sangat tidak suka hingga sangat suka), dimana didefinisikan sebagai rasa pahit, manis-pahit, manis, manis-asam, dan manis-karamel-gurih *umami*. Secara umum, panelis menyukai gula merah tebu dengan rasa manis (sedikit asam dan karamel lemah), yaitu tebu segar – varietas PS 881 (skor = 3,75). Semakin tebu mengalami waktu tunda giling, maka rasa pahit juga semakin kuat dan meningkat. Rasa pahit, asin, dan *astringent* ditimbulkan dari hasil reaksi *non-enzimatis – maillard* dan ion logam (DeMan, 1997). Inversi sukrosa menjadi gula reduksi serta terdapatnya asam amino bebas mampu meningkatkan reaksi tersebut. Senyawa volatil *furan (furfural)* berkontribusi pada reaksi *maillard* dalam memberikan rasa serta aroma manis, pahit, gosong/hangus, *pungent*, dan karamel (Matsakidou *et al.*, 2010). Rasa pahit dapat disebabkan oleh mineral seperti Ca (didapatkan dari penambahan susu kapur; Ca(OH)_2), Fe, dan Mg (Hara *et al.*, 2019).

Tabel 4. Hasil analisa warna nira mentah (NM) dan gula merah tebu dari jenis tebu segar dan lasahan pada setiap varietas

Table 4. ICUMSA colour of raw juice and brown cane sugar from fresh and cut-to-crush delay sugarcane for each variety

Varietas Variety	Warna dari setiap jenis tebu (IU) ICUMSA colour from each type of sugarcane			Rerata Mean	
	Segar Fresh	Lasahan Cut-to-crush delay	Δ (%)		
Nira mentah					
PS 094	47.460 \pm 6.713	49.338 \pm 1.869	3,81	48.399 \pm 939	a
PS 881	41.310 \pm 1.591	45.600 \pm 1.788	9,41	43.455 \pm 2.145	ab
BL	36.369 \pm 1.192	40.360 \pm 585	9,89	38.365 \pm 1.996	bc
PS 862	33.033 \pm 2.109	35.185 \pm 2.433	6,12	34.109 \pm 1.076	c
<i>Mean</i>				41.082 \pm 5.366	
SE				2.146	
CV				0,13	
Gula merah tebu					
PS 094	39.239 \pm 931	44.248 \pm 1.543	11,32	41.744 \pm 2.504	b
PS 881	30.454 \pm 1.392	35.309 \pm 954	13,75	32.882 \pm 2.427	a
BL	31.982 \pm 1.706	40.532 \pm 2.087	21,10	36.257 \pm 4.275	ab
PS 862	25,363 \pm 1.289	27.472 \pm 1.772	7,68	26.418 \pm 1.054	ab
<i>Mean</i>				34.325 \pm 5.554	
SE				2.222	
CV				0,16	

Keterangan: Huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,05$) secara statistika.

Note: Different letters in the same column indicate highly significant differences ($P < 0,05$) statistically.

Aroma gula merah tebu yang diperoleh dari nira mentah (NM) – tebu segar memiliki tingkat kesukaan yang lebih besar (rerata skor = 3,09) dibandingkan dengan tebu lasahan. Parameter yang digunakan yaitu skor 1 – 5 (sangat tidak suka hingga sangat suka), dimana didefinisikan sebagai aroma kurang sedap-sedikit asam-hangus, sedikit sedap-manis, sedap-manis, *fruity*, dan *fruity*-karamel. Secara umum, panelis menyukai gula merah tebu dengan aroma dengan manis (sedikit *fruity* dan sedikit karamel), yaitu tebu segar – varietas PS 094 (skor = 3,50). Semakin lama waktu tunda giling, maka aroma gosong/hangus-asam akan muncul serta semakin kuat dan meningkat. Aroma yang ditimbulkan berasal dari reaksi karamelisasi, pH, dan reaksi *maillard*. Komponen kimia yang berkontribusi yaitu senyawa volatil seperti *pirazin* (2,5-dimetil

pirazin; 2-etil-5-metil *pirazin*; trimetil-*pirazin*), asam oksanoat, keton, dan *furfural alkohol* (2-*furanmetanol*; 5-metil-2-*furanmetanol*) (Hara *et al.*, 2019; García *et al.*, 2017).

Warna gula merah tebu yang didapat dari nira mentah (NM) – tebu segar memiliki tingkat kesukaan yang lebih besar (rata-rata skor = 2,41) dibandingkan dengan tebu lasahan. Parameter yang digunakan yaitu skor 1 – 5 (sangat tidak suka hingga sangat suka), dimana didefinisikan sebagai warna hitam-gelap, merah-gelap, coklat, coklat-merah, dan kuning-merah. Secara umum, panelis menyukai gula merah tebu dengan warna merah-gelap (sedikit coklat), yaitu tebu segar – varietas PS 862 (skor = 3,63). Panelis melihat bahwa warna tersebut menggambarkan rasa manis, serta kaya aroma dan citarasa. Semakin tebu mengalami tunda waktu giling, maka

warna akan cenderung gelap. Selama proses, warna gula merah tebu akan cenderung menjadi coklat lebih gelap karena kontribusinya dari senyawa klorofil, anthosianin, xanthofil, melanoidin, karamelisasi, gula pereduksi, dan senyawa

fenolik oksidatif-reaktif (Steel & Torrie, 1993). Reaksi enzimatis *polyphenol oxidase* (PPO) dan *peroxidase* juga akan berkontribusi pada warna (Bucheli & Robinson, 1994; Kaavya *et al.*, 2019).

Gula Merah Tebu dari Tebu Segar (H-0)



PS 094



PS 881



BL



PS 862

Gula Merah Tebu dari Tebu Lasahan (H-7)



PS 094



PS 881



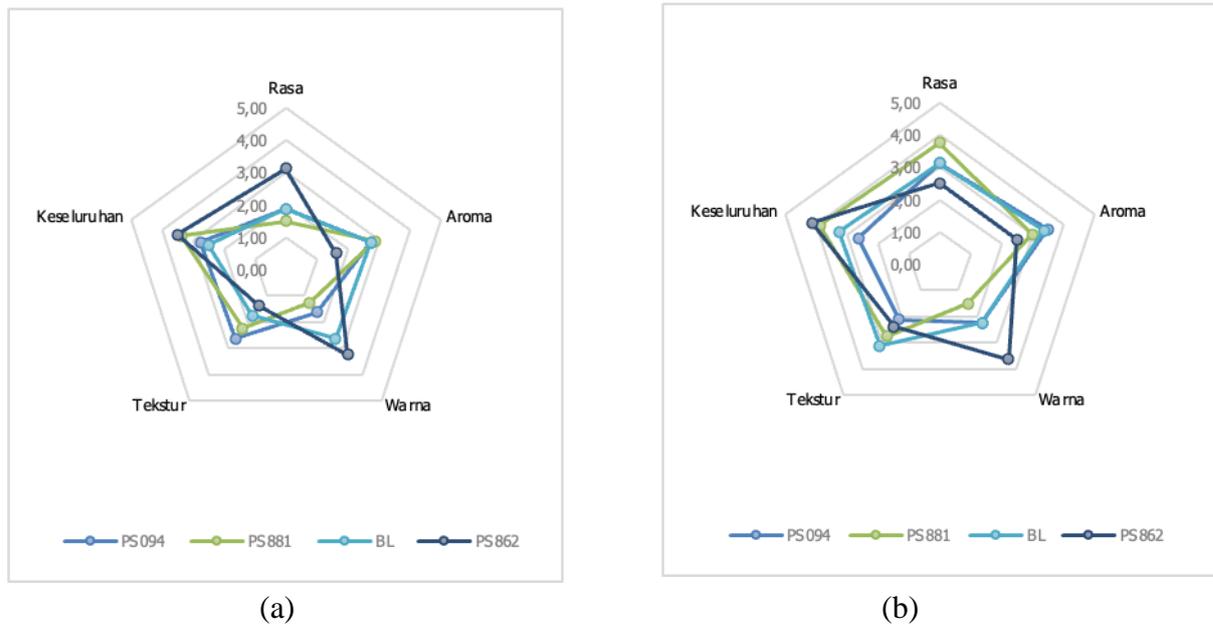
BL



PS 862

Gambar 3. Penampakan fisik-visual gula merah dari tebu segar dan lasahan pada setiap varietas

Figure 3. Physical-visual appearance of brown cane sugar from fresh and cut-to-crush delay sugarcane for each variety



Gambar 4. Hasil uji organoleptik – hedonik gula merah tebu dari nira mentah (NM): (a) tebu segar dan (b) tebu lasahan

Figure 4. Result of organoleptic test – hedonic of brown cane sugar form raw juice: (a) fresh sugarcane, and (b) cut-to-crush delay sugarcane

Tekstur gula merah tebu yang didapat dari nira mentah (NM) – tebu segar memiliki tingkat kesukaan yang lebih besar (rerata skor = 2,59) dibandingkan dengan tebu lasahan. Parameter yang digunakan yaitu skor 1 – 5 (sangat tidak suka hingga sangat suka), dimana didefinisikan sebagai tekstur gulali/kenyal/lembek, sedikit kompak-sedikit gulali, kompak-sedikit gulali-sedikit keras, kompak-sedikit keras, dan sangat kompak-keras. Secara umum, panelis menyukai gula merah tebu dengan tekstur kompak (tidak gulali) yaitu tebu segar – varietas BL (skor = 3,13). Menurut SNI 01-6237-2000, gula merah tebu dengan kualitas yang baik memiliki tekstur dan struktur yang kompak, berpasir lembut, serta tidak terlalu keras. Tekstur sangat dipengaruhi oleh sukrosa, gula reduksi, dan kadar air. Kadar air gula merah tebu yang tinggi berkorelasi dengan kadar gula reduksi yang tinggi, sehingga akan cenderung membuat tekstur gula merah tebu menjadi lebih lembek (Asikin *et al.*, 2014). Tekstur lengket dan menggumpal juga disebabkan kadar air

sehingga menimbulkan karakteristik seperti pasir basah (Bernardi *et al.*, 2007).

Secara keseluruhan, penerimaan berdasarkan hasil uji organoleptik – hedonik yang terbaik terdapat pada gula merah tebu – tebu segar varietas PS 862 dengan nilai 4,13. Panelis memilih produk tersebut berdasarkan warna yang memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan karakteristik mutu kimia, fisik serta organoleptik lainnya. Rasa pahit dan aroma gosong/hangus lebih cenderung dihindari karena memberikan kesan yang kurang baik kepada panelis.

KESIMPULAN

Keberagaman varietas dan waktu tunda giling berpengaruh positif (nyata) terhadap mutu gula merah tebu yang dihasilkan. waktu tunda giling yang semakin lama dapat menyebabkan komponen kimia seperti brix, pol, dan sukrosa menjadi menurun; sedangkan

warna menjadi meningkat. Pada parameter organoleptik, waktu tunda giling berdampak pada rasa, aroma, warna, dan tekstur yang cenderung mengalami penurunan mutu. Nira mentah (NM) tebu dengan kadar brix, pol, dan sukrosa tinggi akan menghasilkan gula merah tebu dengan tekstur yang semakin baik (kompak). Berdasarkan uji organoleptik, menunjukkan bahwa penerimaan terbaik pada varietas PS 862 dengan skor 4,13.

DAFTAR PUSTAKA

- Alarcón, A., Narváez, P., Orejuela, A., & C, O. (2016). Caracterización físicoquímica y perfil de azúcares y mieles de caña en la producción de panela. *Agron. Columb*, 34 (1Sulp), S1280–S1283.
- Asikin, Y., Hirose, N., Tamaki, H., Ito, S., Oku, H., & Wada, K. (2016). Effects of different drying-solidification processes on physical properties, volatile fraction, and antioxidant activity of non-centrifugal cane brown sugar. *Lwt*, 66, 340–347. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.039>
- Asikin, Y., Kamiya, A., Mizu, M., Takara, K., Tamaki, H., & Wada, K. (2014). Changes in the physicochemical characteristics, including flavour components and Maillard reaction products, of non-centrifugal cane brown sugar during storage. *Food Chemistry*, 149, 170–177. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.089>
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 01-6237-2000 Gula Merah Tebu, Jakarta (ID): BSN.
- Bucheli, C. S., & Robinson, S. P. (1994). Contribution of enzymic browning to color in sugarcane juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(2), 257–261. <https://doi.org/10.1021/jf00038a006>
- DeMan, J. (1997). *Kimia Makanan Edisi Kedua*. ITB Publisher.
- Durán, E., Perez, R., Cardoso, W., & Pérez, O. (2012). Análise colorimétrica de açúcar mascavo e sua aceitação no mercado de Viçosa-mg, Brasil. *Temas Agrarios*, 17(2), 30–42. <https://doi.org/10.21897/rta.v17i2.700>
- Erwinda, M. D., & Susanto, W. H. (2014). Pengaruh pH nira tebu (*Saccharum officinarum*) dan konsentrasi penambahan kapur terhadap kualitas gula merah. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(3), 54–64.
- García, J. M., Narváez, P. C., Heredia, F. J., Orjuela, Á., & Osorio, C. (2017). Physicochemical and sensory (aroma and colour) characterisation of a non-centrifugal cane sugar (“panela”) beverage. *Food Chemistry*, 228, 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.134>
- Garusti, G., Yogi, Y. A., & Nurindah, N. (2019). Analisis mutu Gula Tanjung dari tiga varietas tebu. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 25(2), 91. <https://doi.org/10.21082/jlittri.v25n2.2019.91-99>
- Guddadamath, S. G., Patil, S. B., Khadi, B. M., & Chandrashekar, C. P. (2014). Genetic enhancement of sugarcane for the production of organic jaggery. *Sugar Tech*, 16(1), 86–91. <https://doi.org/10.1007/s12355-013-0257-2>
- Gutiérrez-Mosquera, L. F., Arias-Giraldo, S., & Ceballos-Peñaloza, A. M. (2018). Actualidad del sistema productivo tradicional de panela en Colombia: análisis de mejoras y alternativas tecnológicas. *Ingeniería Y Competitividad*, 20(1), 107. <https://doi.org/10.25100/iyv.v20i1.6190>
- Hara, H., Aoyama, Y., Akuzawa, S., & Yokoi, T. (2019). Influence of delay

- in processing time on the quality characteristics of brown sugar. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 66(1), 9–17. <https://doi.org/10.3136/nskkk.66.9>
- Hussain, F., Sarwar, M. A., & Chattha, A. A. (2007). Screening of some sugarcane genotypes for gur quality. *J. Anim. Pl. Sci.*, 17, 3–4. <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/screening-of-some-sugarcane-genotypes-for-gur-quality.pdf>
- Jaffé, W. R. (2012). Health effects of non-centrifugal sugar (NCS): a review. *Sugar Tech*, 14(2), 87–94. <https://doi.org/10.1007/s12355-012-0145-1>
- Jaffé, W. R. (2015). Nutritional and functional components of non centrifugal cane sugar: A compilation of the data from the analytical literature. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 194–202. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.06.007>
- Kaavya, R., Pandiselvam, R., Kothakota, A., Banuu Priya, E. P., & Arun Prasath, V. (2019). Sugarcane juice preservation: a critical review of the state of the art and way forward. *Sugar Tech*, 21(1), 9–19. <https://doi.org/10.1007/s12355-018-0622-2>
- Lara, N., & Clavijo, A. (2016). Sugarcane juice properties as control parameters during the procurement process of granulated panela, process in open system. *Agron. Columb*, 34 (1Sulp), S1363–S1366.
- Maharani, M. D., Yulianingsih, R., Rosalia Dewi, S., Sugiarto, Y., & Wahyu Indriani, D. (2015). Pengaruh penambahan natrium metabisulfit dan suhu pemasakan dengan menggunakan teknologi vakum terhadap kualitas gula merah tebu. *Jurnal Agritech*, 34(04), 365. <https://doi.org/10.22146/agritech.9430>
- Manuel, D. L. F., Marcelo, A. V. A., Carlos, M. P. J., Katerine, L. C. R., & Alcívar, D. C. C. (2015). *Clarificación del jugo de cana de azúcar (Saccharum officinarum L.) mediante el empleo de mucilagos naturales*. 23(36), 51–61.
- Matsakidou, A., Blekas, G., & Paraskevopoulou, A. (2010). Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. *Lwt*, 43(6), 949–957. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.02.002>
- Mesias, M., Delgado-Andrade, C., Gómez-Narváez, F., Contreras-Calderón, J., & Morales, F. J. (2020). Formation of acrylamide and other heat-induced compounds during panela production. *Foods*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/foods9040531>
- Nubatonis, L. (2004). *Kajian Reaksi Pencoklatan Termal pada Proses Pembuatan Gula Merah dari Aren*. Institut Pertanian Bogor.
- Okabe, T., Toda, T., Inafuku, M., Wada, K., Iwasaki, H., & Oku, H. (2009). Antiatherosclerotic function of Kokuto, Okinawan noncentrifugal cane sugar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(1), 69–75. <https://doi.org/10.1021/jf802796m>
- Payet, B., Sing, A. S. C., & Smadja, J. (2005). Assessment of antioxidant activity of cane brown sugars by ABTS and DPPH radical scavenging assays: Determination of their polyphenolic and volatile constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(26), 10074–10079. <https://doi.org/10.1021/jf0517703>
- Prada Forero, L. E., Chaves Guerrero, A., & García Bernal, H. R. (2016). Efectos de la presión de evaporación

- y la variedad de caña en la calidad de la miel y la panela. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 16(2), 153–165.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num2_art:364
- Rahman, S. M. M. M., . P. K., . M. F. H., . M. A. S. M., & . M. H. R. (2004). Purification and characterization of invertase enzyme from sugarcane. In *Pakistan Journal of Biological Sciences* (Vol. 7, Issue 3, pp. 340–345).
<https://doi.org/10.3923/pjbs.2004.340.345>
- Silva, M. de A., Arantes, M. T., Rhein, A. F. de L., Gava, G. J. C., & Kolln, O. T. (2014). Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(3), 241–249.
<https://doi.org/10.1590/s1415-43662014000300001>
- Steel, R., & Torrie, J. (1993). *Prinsip dan Prosedur Statistika (Pendekatan Biometrik)*. Cetakan ke-4. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta (Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri).
- Tischler, A. L., Jeronimo, E. M., Lúcio, A. D., Sari, B. G., de Melo, P. J., Boesso, F. F., Diel, M. I., & de Lima Tartaglia, F. (2021). Sugarcane harvest time for processing and technological quality of brown sugar. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 56, 1–10.
<https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02435>
- Vera-Gutiérrez, T., García-Muñoz, M. C., Otálvaro-Alvarez, A. M., & Mendieta-Menjura, O. (2019). Effect of processing technology and sugarcane varieties on the quality properties of unrefined non-centrifugal sugar. *Heliyon*, 5(10).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02667>
- Verruma-Bernardi, M., Borges, M., Lopes, C., Della-Modesta, R., & Ceccato-Antonin, S. (2007). Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial de açúcares mascavos comercializados na cidade de São Carlos-SP. *Brazilian Journal of Food Technology*, 10(3), 205–211.
- Yustiningsih, F. (2006). *Perbaikan Proses Penjernihan Nira Tebu Pada Industri Gula Merah Tebu (Studi Kasus Pada Industri Gula Merah Tebu di Kecamatan Kebunsari, Kabupaten Madiun)*. Institut Pertanian Bogor.