

Penjernihan Nira Tebu Dan Nira Sorghum Menggunakan Proses Sentrifugasi Dengan Penambahan Adsorben

Deگو Yusa Ali¹⁾, Sudarminto S. Yuwono¹⁾, Nur Istianah¹⁾

1) Jurusan Teknologi hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

ABSTRAK

Produksi gula kristal maupun gula cair yang ada saat ini sangat rumit, membutuhkan energi yang besar dan juga biaya yang mahal. Penelitian ini bertujuan untuk menyederhanakan proses pembuatan bahan pemanis bentuk sirup dengan mengoptimalkan penguapan sebagai proses akhir sehingga akan memberikan efisiensi yang lebih baik. Nira didapatkan dengan cara ekstraksi mekanis dan diolah dengan adsorpsi dan sentrifugasi. Kombinasi bentonit dan karbon aktif digunakan sebagai adsorben dan diikuti dengan sentrifugasi untuk menghilangkan kotoran. Metode Ini bisa mengurangi kekeruhan jus gula dari 0,87 menjadi 0,188. Di sisi lain, sari gula yang diolah dengan adsorpsi memiliki brix yang lebih tinggi (19,13) dibandingkan dengan sentrifugasi tunggal (17,90).

Kata Kunci : pemurnian, nira, sentrifugasi, adsorben

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki industri kuliner cukup besar. Perkembangan kuliner cepat saji tersebut akan meningkatkan kebutuhan gula, khususnya untuk bahan baku pemanis untuk makanan dan minuman. Saat ini, penggunaan gula cair dirasa lebih efektif dan praktis karena mudah diaplikasikan (dicampurkan) dengan bahan makanan lainnya. Gula cair yang tersedia saat ini biasanya merupakan hasil pelarutan gula pasir menggunakan air. Pencairan gula pasir yang saat ini banyak dilakukan memiliki beberapa kelemahan diantaranya membutuhkan waktu yang relatif lama, biaya lebih mahal untuk air dan energi panas yang diperlukan.

Tanaman sumber gula saat ini yang dikembangkan di Indonesia sebagian besar adalah Tebu. Selain tebu, tanaman lain yang potensial dikembangkan sebagai tanaman sumber gula adalah sorgum manis (*Sorghum bicolor* L.) karena mempunyai daerah adaptasi yang luas. Tanaman sorgum toleran terhadap kekeringan dan genangan air, dapat berproduksi pada lahan marginal, serta relatif tahan terhadap gangguan hama/penyakit. Budidaya sorgum terbesar di Indonesia terdapat di Jawa Tengah, disusul oleh Jawa Timur (Lamongan, Bojonegoro, Tuban, Probolinggo), DI Yogyakarta, serta NTB dan NTT (Sirappa, 2003). Sorgum manis sangat potensial untuk digunakan sebagai tanaman penghasil gulakarena memiliki banyak kandungan air dan gula. Kandungan gula pada nira sorgum (16.8 °Brix, total gula 142 g/L) tidak jauh berbeda bahkan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan dengan nira tebu (15.7°Brix, total gula 131 g/L) (Andrzejewski, 2013).

Nira sorgum didapatkan dari hasil ekstraksi mekanis terlebih dahulu kemudian dilakukan pemisahan partikel padat tersuspensi agar diperoleh nira yang lebih jernih. Andrzejewski (2013) menyatakan bahwa klarifikasi atau penjernihan nira sorgum yang dilakukan menggunakan tangki klarifikasi yang dilengkapi dengan pengadukan dan penambahan flokulan mampu menurunkan tingkat kekeruhan sebesar 95-98%. Proses ini sangat efektif dalam menjernihkan nira sorgum yang akan digunakan untuk fermentasi bioetanol. Sebagai perbandingan, di India menurut Ratnavathi (2016), sorgum manis dapat ditanam pada lahan kritis dengan modal terbatas. Lahan dengan luas 1-3 hektar dapat menghasilkan 1120-1680kg sirup sorgum dengan biaya produksi (jika dilakukan konversi ke mata uang rupiah) Rp. 3600 per kg serta harga jual Rp 140.000 per kg. Di Indonesia, gula yang tersedia di pasaran harganya sekitar Rp. 15,000 per kg (gula pasir) dan Rp. 30,000 per kg (gula cair). Jika merujuk pada biaya produksi sirup (gula) sorgum di India dengan biaya produksi Rp 3600 per kg, maka gula sorgum berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia serta dapat bersaing dengan gula yang saat ini ada di pasaran.

Di Indonesia, Penelitian penjernihan nira tebu dan sorgum untuk bahan pangan termasuk gula cair dengan pemisahan sentrifugasi dan evaporasi vakum belum pernah dilakukan. Penggunaan nira tebu dan nira sorgum sebagai objek penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pembuatan gula cair dari sorgum dan tebu. Pada penelitian ini akan dilakukan kajian penjernihan nira tebu dan sorgum menggunakan sentrifugasi. Penjernihan menggunakan sentrifugasi diharapkan lebih efektif, efisien dan aman. Selain itu, pemekatan nira tebu dan sorgum menggunakan evaporator juga akan dikaji sehingga menghasilkan konsentrat tebu dan sorgum sebagai pengganti gula cair. Pemekatan menggunakan *Falling Film Vacuum Evaporator* sudah diaplikasikan dalam pemekatan susu dalam produksi susu kental manis. Akan tetapi, penggunaan dalam pemekatan nira sorgum belum dilakukan sehingga perlu dikaji agar didapatkan proses yang efisien. Kombinasi proses sentrifugasi dan evaporasi ini akan memotong atau mengurangi tahapan proses pembuatan gula cair konvensional sehingga diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses dan mengurangi biaya produksi.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah tebu lokal varietas BL (kulit merah kehitaman) dari Malang dan sorgum lokal varietas Numbu-1 hasil pengembangan dari Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen) Bogor yang diuji multi lokasi di beberapa daerah di Indonesia, salah satunya di daerah

Kendalpayak, Kab. Malang. Adsorben yang digunakan sebagai bahan penjernih antara lain karbon aktif, bentonit, Poli Aluminium Klorida (PAC), dan zeolit.

EKSTRAKSI (Ratnavathi et al., 2016)

Proses ekstraksi sari tebu dan sorgum dilakukan secara mekanis menggunakan rotarydrum mill atau mesin pres tebu yang biasa digunakan oleh pedagang sari tebu. Sebelum proses ekstraksi, tebu dan sorgum terlebih dahulu dibersihkan dari daun dan kotoran yang masih melekat kemudian dipotong-potong menjadi ukuran ± 30 cm. Tebu dan sorgum yang telah dipotong-potong kemudian ditimbang dan ditempatkan pada bagian umpan ekstraktor untuk diberikan tekanan (pres). Pada penelitian ini akan digunakan sebanyak 5 kg tebu dan sorgum untuk kemudian dihitung rendemen ekstraknya dalam satuan volume (mL).

FILTRASI (Ratnavathi et al., 2016)

Proses penyaringan nira dilakukan secara konvensional menggunakan kain penyaring (*filter clothes*) dengan ukuran ± 100 mesh. Nira tebu atau nira sorgum yang dihasilkan diukur volumenya terlebih dahulu menggunakan gelas ukur. Volume filtrasi yang akan digunakan tidak seragam setiap perlakuan tergantung dari rendemen pada ekstraksi. Ekstrak yang telah diukur kemudian disaring dengan mengalirkannya di atas kain penyaring.

SENTRIFUGASI (Ratnavathi et al., 2016)

Sebelum dilakukan sentrifugasi, nira yang telah disaring diambil sebagian terlebih dahulu untuk dilakukan karakterisasi meliputi total padatan tersuspensi, turbiditas, densitas, viskositas, volume, dan massa. Setelah itu sebanyak 500 mL nira sorgum dan tebu dituang ke dalam tabung sentrifugasi kemudian dilakukan sentrifugasi kontinyu pada kecepatan putar antara 1000 – 5000 rpm dengan durasi waktu antara 15-60 menit. Adapun laju alir nira dapat divariasikan dari 10-50 mL per detik. Perhitungan laju alir dilakukan dengan kalibrasi bukaan kran dan debit yang dihasilkan.

EVAPORASI (Ratnavathi et al., 2016)

Ekstrak sari tebu dan sorgum yang diperoleh kemudian dipekatkan menggunakan *Falling Film Evaporator* Vakum. Proses evaporasi dijalankan dengan menempatkan sari tebu dan sorgum pada bejana umpan kemudian dialirkan pada badan evaporator menggunakan pompa vakum. Laju alir umpan sari tebu dapat diatur secara manual menggunakan *control flow* (kran). Kalibrasi laju alir diperlukan dengan membuat kurva standar antara bukaan kran dengan laju alir yang dihasilkan. Pengaliran umpan sari tebu dilakukan bersamaan dengan mengalirkan uap panas dari boiler yang terintegrasi pada evaporator sesuai prosedur penggunaan alat.

Sari tebu dan sorgum pekat (konsentrat) secara otomatis ditampung pada bejana produk dan kemudian dilakukan analisa brix, pH, viskositas, warna dan densitas. Perhitungan neraca massa juga dilakukan dengan menggunakan data volume dan densitas yang diukur.

ANALISIS FISIKOKIMIA NIRA

Total Padatan Terlarut (°brix). Pengukuran derajat kandungan padatan terlarut(gula) dilakukan secara sederhana menggunakan refraktometer. Adapun penggunaannya yaitu menempatkan sampel baik sari atau konsentrat tebu suhu ruangan pada kaca refractometersebanyak satu tetes. Selanjutnya menutup refractometer dan membaca kadar gula (°brix) yang tertera.

Warna. Pengukuran warna dilakukan menggunakan color reader dengan cara menempatkan sampel pada wadah putih berukuran diameter 5 cm dengan ketebalan \pm 2 cm. Dengan pencahayaan yang cukup, color reader kemudian didekatkan pada sampel untuk membaca derajat warna kecerahan (L), kemerahan (a) dan kekuningan (b).

Densitas. Pengukuran densitas dilakukan dengan menempatkan sampel pada piknometer secara penuh 5 mL. Piknometer berisi sampel kemudian ditimbang. Dalam hal ini, piknometer kosong terlebih dahulu ditimbang. Berikut perhitungan densitas:

$$\rho = \frac{m_0 - m_1}{5}$$

ρ = densitas (g/mL), m_0 = massa piknometer kosong, m_1 = massa piknometer berisi sampel penuh

Komponen Gula dan Turbiditas. Pengukuran Turbiditas dilakukan dengan menggunakan alat pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer (Shimadzu UV-1601) pada panjang gelombang 420 nm untuk indikasi warna dan pada 900 nm untuk turbiditas; Hasil pengukuran yang diambil adalah hasil dari rata-rata 3 kali pengukuran. Pengukuran Komponen gula (sukrosa, glukosa dan fruktosa) dilakukan dengan menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) (Laksameethanasana *et al.*, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Awal

Kualitas nira hasil ekstraksi dari tanaman tebu dan sorgum sangat bervariasi tergantung dari jenis tanaman, umur tanam, kondisi tanam dan waktu panen. Karakterisasi nira tebu dan nira sorgum dapat dilihat pada Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai total padatan terlarut nira sorgum lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan nira tebu

($P < 0.05$). Nilai total padatan terlarut (TPT) yang dinyatakan dalam satuan ($^{\circ}$ Brix) dari nila tebu dan sorgum hampir sama dengan nilai TPT dari sampel nira tebu dan nira sorgum dalam penelitian Cutz dan Santana (2014) dan Andrzejewski *et al.* (2013). Karakterisasi awal untuk nilai TPT dari nira sorgum memberikan hasil bahwa nilai TPT nira sorgum hampir sama dengan nilai TPT nira tebu. Hal ini berarti bahwa nira sorgum memiliki kandungan gula yang hampir sama dengan nira tebu walaupun sedikit lebih rendah dibandingkan nira tebu, sehingga nira sorgum berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber atau bahan pemanis alami selain tebu.

Tabel 1. Karakterisasi Awal Nira Tebu dan Nira Sorgum

Karakterisasi	Sampel	
	Nira Sorgum	Nira Tebu
TPT ($^{\circ}$ brix)	15.200 \pm 0.000 ^a	18.667 \pm 0.404 ^b
Densitas (g/mL)	1.051 \pm 0.012 ^a	1.076 \pm 0.017 ^a
Turbiditas (absorbansi)	1.770 \pm 0.005 ^a	0.873 \pm 0.003 ^b
Warna		
L	30.167 \pm 0.208 ^a	28.133 \pm 0.404 ^b
a	-3.700 \pm 0.173 ^a	0.200 \pm 0.100 ^b
b	9.133 \pm 0.493 ^a	6.367 \pm 0.252 ^b

Keterangan: notasi huruf (a, b, c) yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0.05$)

Densitas nira tebu dan nira sorgum tidak berbeda nyata ($P > 0.05$). Densitas atau lebih tepatnya disebut sebagai Densitas Massa Volumetrik merupakan satuan perbandingan antara massa (kg) dengan volume (L). Densitas dari suatu benda berbeda-beda tergantung dari tekanan dan suhu. Densitas dari suatu cairan atau larutan juga dipengaruhi oleh komponen penyusun larutan. Dalam suatu campuran bahan padat dan cair, maka densitas yang terukur merupakan densitas campuran antara padatan dan cairan. Densitas nira tebu merupakan densitas campuran karena di dalam nira (sebagian besar air) terkandung padatan terlarut (gula) dan dispersi dari mineral (Na, K, Ca). Perbedaan yang nyata untuk nilai TPT pada nira tebu dan nira sorgum ternyata tidak memberikan perbedaan yang nyata pada densitas keduanya. Pada penelitian yang dilakukan Ramos dan Ibarz (1998) dan Garza dan Ibarz (2010) dalam pengukuran densitas, didapatkan hasil bahwa peningkatan nilai TPT akan meningkatkan densitas dari jus (ekstrak) buah jeruk, buah persik, dan buah nanas. Hal ini disebabkan peningkatan TPT biasanya diiringi dengan penurunan jumlah air karena proses evaporasi. Penurunan jumlah fraksi air akan menyebabkan konsentrasi fraksi padatan (densitas lebih tinggi) meningkat, sehingga akan berdampak pada peningkatan densitas dari suatu larutan.

Nilai turbiditas nira tebu dan nira sorgum memiliki perbedaan yang nyata ($P < 0.05$). Nilai turbiditas diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang

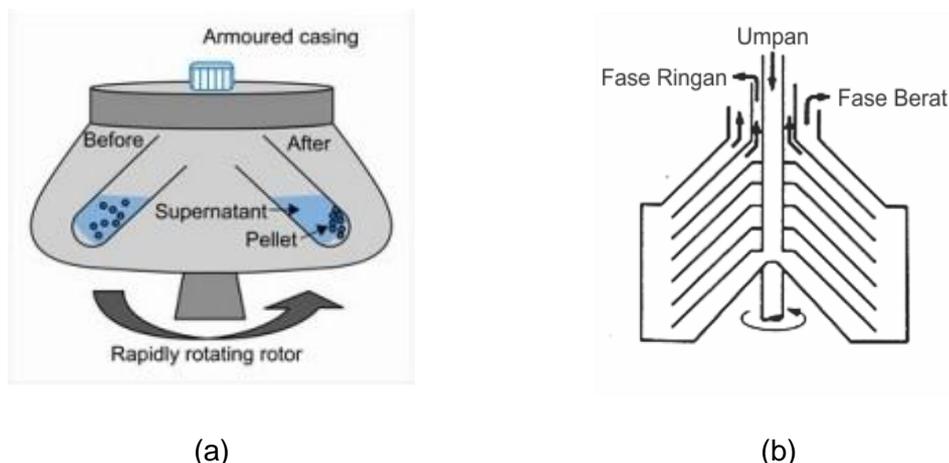
420 nm. Nira tebu memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan nira sorgum. Hal ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Andrzejewski et al. (2013) dimana nilai turbiditas nira sorgum untuk varietas M-81E lebih tinggi dibandingkan dengan turbiditas nira tebu. Perbedaan turbiditas ini mungkin dipengaruhi oleh cara penggilingan yang berbeda. Untuk mendapatkan nira tebu, batang tebu dilakukan pengupasan kulit, sedangkan untuk mendapatkan nira sorgum, batang sorgum tidak dilakukan pengupasan kulit karena batang sorgum yang lebih kecil dibandingkan batang tebu sehingga menyulitkan proses pengupasan. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi nilai turbiditas sorgum yang lebih tinggi (cenderung lebih keruh) adalah kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin, pati dan karbohidrat larut air lainnya yang sebagian besar terdapat pada kulit batang sorgum ikut terlarut pada nira sorgum. Hal ini didukung oleh penelitian Billa et al. (1997) yang menyatakan bahwa pada kulit batang sorgum terdapat 19.2% selulosa, 17.5% hemiselulosa dan 8.8% lignin.

Pengukuran perbandingan warna antara nira tebu dan nira sorgum memberikan perbedaan nyata ($P < 0.05$) untuk pengukuran nilai L (*lightness and darkness*), a (*red and green*), dan b (*yellow and blue*). Pengukuran nilai L dilakukan untuk mengetahui kecerahan sampel nira tebu dan nira sorgum. Dari hasil karakterisasi, didapatkan hasil bahwa sampel nira sorgum memiliki kecerahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan nira tebu. Pengukuran warna berdasarkan nilai a antara nira tebu dan nira sorgum memberikan hasil yang berbeda nyata ($P < 0.05$). Nilai a negatif (-) menunjukkan bahwa warna nira lebih cenderung ke arah warna kehijauan, dan nilai a positif (+) menunjukkan warna nira lebih cenderung ke arah kemerahan. Hal ini disebabkan karena varietas tebu yang digunakan adalah varietas BL yang memiliki kulit merah kehitaman. Berbeda dengan varietas tebu 862 (berwarna hijau), tebu varietas BL memiliki karakter nira yang lebih gelap. Dibandingkan dengan sorgum yang memiliki batang berwarna hijau, maka nira sorgum berwarna hijau dan lebih cerah. Untuk membuat nira tebu dan nira sorgum menjadi bentuk *simple syrup* (gula cair) yang memiliki kualitas baik, maka proses pengolahan lanjutan sangat diperlukan, misalnya proses pemurnian atau penjernihan seperti proses adsorpsi, koagulasi, sentrifugasi dan evaporasi untuk memekatkan nira tebu dan nira sorgum menjadi *simple syrup* (gula cair).

Sentrifugasi

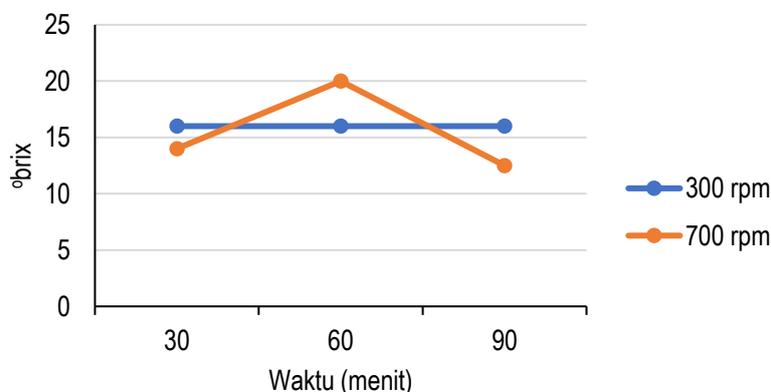
Penjernihan merupakan salah satu proses pengolahan pangan dan merupakan proses yang penting di dalam pembuatan jus, sirup, maupun konsentrat. Proses ini banyak dilakukan untuk menghilangkan karbohidrat larut air seperti pektin, pati, hemiselulosa, dan lain-lain. Secara umum, banyak proses penjernihan yang bisa dilakukan, misalnya sentrifugasi, koagulasi dan flokulasi dengan penambahan bahan koagulan, adsorpsi dengan penggunaan karbon aktif, bentonit, dan zeolit, serta perlakuan penambahan enzim.

Proses sentrifugasi merupakan proses pemisahan dua fase campuran berdasarkan massa jenisnya, biasanya padatan dan cairan dengan memanfaatkan gaya putar atau gaya sentrifugal, dimana padatan dengan massa jenis yang lebih berat akan terdorong lebih kuat ke arah luar dibandingkan dengan cairan dengan massa jenis lebih ringan. Ilustrasi kerja proses sentrifugasi dapat dilihat pada Gambar 1.

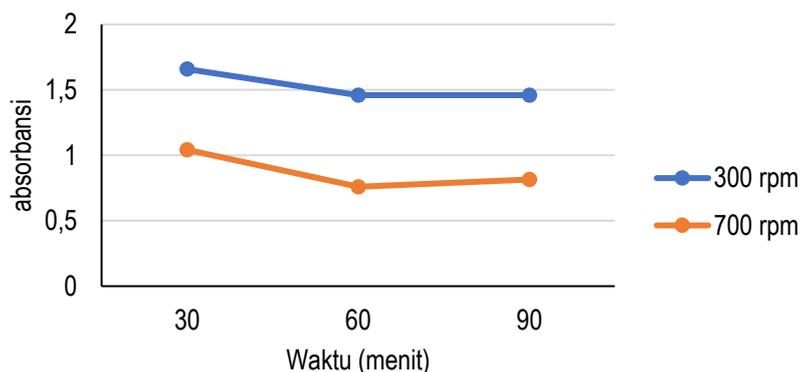


Gambar 1. Ilustrasi Kerja Proses Sentrifugasi. (a) Proses secara *batch*; (b) Proses secara kontinyu

Domingues *et al.* (2012) dan Ghosh *et al.* (2017) melaporkan dalam penelitiannya bahwa proses sentrifugasi tidak berpengaruh secara nyata terhadap perubahan TPT. Pada penelitian ini, hasil yang didapatkan hampir sama. Proses sentrifugasi tidak berpengaruh besar terhadap perubahan nilai TPT ($^{\circ}$ brix). Gambar 2 menunjukkan nilai TPT nira sorgum hasil sentrifugasi pada kecepatan 300 rpm hampir tidak berubah selama 30, 60, dan 90 menit. Pada kecepatan 700 rpm, nilai TPT mengalami fluktuasi, hal ini kemungkinan disebabkan ketidakstabilan alat pada kecepatan tersebut. Penggunaan kecepatan putaran sentrifugasi yang lebih tinggi dan lebih stabil juga diperlukan untuk melihat pengaruhnya terhadap perubahan nilai TPT dari nira.



Gambar 2. Grafik Perubahan TPT ($^{\circ}$ brix) Nira Sorgum pada Tiap Putaran dan Waktu



Gambar 3. Grafik Perubahan Turbiditas Nira Sorgum pada Tiap Putaran dan Waktu

Turbiditas nira sorgum dengan perlakuan kecepatan putaran sentrifugasi 700 rpm memiliki nilai yang lebih rendah (lebih jernih) dibandingkan dengan turbiditas nira sorgum pada kecepatan sentrifugasi 300 rpm. Hal ini disebabkan semakin tinggi kecepatan putarnya, maka semakin besar gaya sentrifugal yang dialami oleh partikel sehingga partikel padatan dapat terpisah dari nira. Perlakuan waktu proses sentrifugasi berbeda antara 30 dan 60 menit, sedangkan waktu proses 60 dan 90 menit tidak terdapat perbedaan. Dari hasil awal ini, bisa dijadikan acuan bahwa waktu proses optimal adalah proses sentrifugasi selama 60 menit.

Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Domingues et al. (2012) yang menunjukkan bahwa jus buah markisa yang dilakukan sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm berpengaruh terhadap penurunan nilai turbiditas dan viskositas. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Sagu *et al.* (2014) bahwa peningkatan kecepatan putaran sentrifugasi, maka semakin besar gaya sentrifugal yang dialami oleh bahan, sehingga dua fasa yang tercampur dapat terpisah lebih baik yang ditunjukkan dengan nilai tingkat kejernihan yang paling tinggi pada kecepatan putaran yang paling tinggi (gaya terbesar). Ghosh *et al.* (2017) melaporkan selain kecepatan putaran sentrifugasi, durasi proses (lama waktu proses) sentrifugasi juga berpengaruh terhadap penurunan nilai turbiditas dan peningkatan kejernihan dari jus jamun.

KESIMPULAN

Proses sentrifugasi dapat mengurangi kekeruhan jus gula dari 0,87 menjadi 0,188. Di sisi lain, sari gula yang diolah dengan tambahan proses adsorpsi memiliki total padatan terlarut yang lebih tinggi (19,13°Brix) dibandingkan dengan proses sentrifugasi tanpa adsorpsi (17,90°Brix).

DAFTAR PUSTAKA

Andrzejewski B, Eggleston G, Lingle S, and Powell, R. 2013. Development of a sweet sorghum juice clarification method in the manufacture of industrial feedstocks for value-

- added fermentation products. *Industrial Crops and Products*, 44, 77–87. <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.10.028>
- Garza S and Ibarz A. 2010. Effect of temperature and concentration on the density of clarified pineapple juice. *International Journal of Food Properties*, 13(4), 913–920. <http://doi.org/10.1080/10942910902919596>
- Domingues RCC, Faria Junior SB, Silva RB, Cardoso VL, and Reis MHM. 2012. Clarification of passion fruit juice with chitosan: Effects of coagulation process variables and comparison with centrifugation and enzymatic treatments. *Process Biochemistry*, 47(3), 467–471. <http://doi.org/10.1016/j.procbio.2011.12.002>
- Ghosh P, Pradhan RC, and Mishra S. 2017. Clarification of jamun juice by centrifugation and microfiltration: Analysis of quality parameters, operating conditions, and resistance. *Journal of Food Process Engineering*, (May), e12603. <http://doi.org/10.1111/jfpe.12603>
- Laksameethanasan P, Somla N, Janprem S, and Phochuen N. 2012. Clarification of sugarcane juice for syrup production. *Procedia Engineering*, 32, 141–147. <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.1248>
- Ramos AM and Ibarz A. 1998. Density of juice and fruit puree as a function of soluble solids content and temperature. *Journal of Food Engineering*, 35(1), 57–63. [http://doi.org/10.1016/S0260-8774\(98\)00004-1](http://doi.org/10.1016/S0260-8774(98)00004-1)
- Ratnavathi CV, Patil JV, and Chavan UD. 2016. Sorghum Biochemistry: An Industrial Perspective. *Sorghum Biochemistry: An Industrial Perspective*. <http://doi.org/10.1016/C2014-0-03569-1>
- Sagu ST, Karmakar S, Nso EJ, and De S. 2014. Primary Clarification of Banana Juice Extract by Centrifugation and Microfiltration. *Separation Science and Technology (Philadelphia)*, 49(8), 1156–1169. <http://doi.org/10.1080/01496395.2013.877932>