

Optimization of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Clarifying Process Using a Centrifugation

Optimasi Proses Penjernihan Nira Sorgum Manis (*Sorghum Bicolor* L. Moench) Menggunakan Sentrifugasi

Nur Istianah^{1,*}, Yayank Ulfa Fatmala¹, Dego Yusa Ali¹, Widya Dwi Rukmi Putri¹

¹Departemen Ilmu Pangan dan Bloteknologi, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Jl. Veteran – Malang, Jawa Timur, 65145, Indonesia

*Corresponding author: n.istianah@ub.ac.id

Abstract

Sweet sorghum juice is currently widely used as raw material for bioethanol and can potentially be converted into liquid sugar. However, impurity particles from the extraction process are still an issue in fermentation and evaporation. This study aims to determine the optimal conditions for the sorghum juice clarification process through the centrifugation process by analyzing the effect of rotation speed (300-700 RPM) and centrifugation time (45-75 minutes) on turbidity and total dissolved solids (TSS) parameters using the Response Surface Methodology (RSM) method. The results showed that rotation speed and centrifugation time significantly affected turbidity and TSS values. The optimum conditions were obtained at a rotation speed of 500 RPM for 53.49 minutes with a turbidity value of 2.02 NTU and TPT of 17.93 °Brix. These results are expected to provide information on the best conditions for the sorghum juice clarification process using centrifugation.

Keywords: Centrifugation; Clarification; Liquid sugar; Rotation speed; Sweet sorghum juice

Abstrak

Nira sorgum manis saat ini banyak digunakan untuk bahan baku bioetanol dan berpotensi untuk diolah menjadi gula cair. Namun, partikel pengotor dari proses ekstraksi masih menjadi permasalahan baik pada proses fermentasi maupun evaporasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimal proses penjernihan nira sorgum melalui proses sentrifugasi dengan menganalisis pengaruh kecepatan putar (300-700 RPM) dan lama sentrifugasi (45-75 menit) pada parameter turbiditas dan *total soluble solid* (TSS) menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan putar dan lama sentrifugasi memiliki pengaruh signifikan pada nilai turbiditas dan TSS. Adapun kondisi optimum didapatkan pada kecepatan putar 500 RPM selama 53,49 menit dengan nilai turbiditas 2,02 NTU dan TPT 17,93 °Brix. Hasil ini diharapkan mampu memberikan informasi kondisi terbaik pada proses penjernihan nira sorgum menggunakan sentrifugasi.

Kata kunci: Gula cair; Kecepatan putar; Nira sorgum; Penjernihan; Sentrifugasi

<https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2025.013.01.3>

Received 22 November 2024

Revised 22 January 2025

Accepted 30 January 2025

Published 31 January 2025

Please cite this article as: Istianah, N., Fatmala, Y. U., Ali, D. Y., Putri, W. D. R. (2025). Optimasi Proses Penjernihan Nira Sorgum Manis (*Sorghum Bicolor* L. Moench) Menggunakan Sentrifugasi. *J. Pangan dan Agroindustri*, 13(1), 23-31. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jpa.2025.013.01.3>

© 2025 Nur Istianah, Yayank Ulfa Fatmala, Dego Yusa Ali, Widya Dwi Rukmi Putri. Published by Department of Food Science and Biotechnology, Universitas Brawijaya, Indonesia. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. The terms on which this article has been published allow the posting of the Accepted Manuscript in a repository by the author(s) or with their consent.

PENDAHULUAN

Berdasarkan data primer kelompok tani sorgum Desa Keyongan Kecamatan Babat Kabupaten Lamongan, 2010-2012 hasil panen biji sorgum rata-rata 4-5 ton/ha dan batang sorgum sekitar 15 ton/ha. Saat ini sorgum manis banyak digunakan untuk bahan baku bioetanol dengan mempertimbangkan kadar gula yang tinggi dari niranya (Dar *et al.*, 2018). Menurut Oktem (2024), batang sorgum memiliki kandungan gula sebesar 13-20% sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan pemanis seperti gula cair. Proses pembuatan gula cair meliputi proses ekstraksi batang, proses penjernihan dan pemekatan dengan proses evaporasi. Salah satu tahap pembuatan gula cair tersebut adalah proses penjernihan yang akan berpengaruh pada kualitas nira. Setelah batang sorgum digiling masih terdapat komponen bukan gula, seperti zat-zat pengotor baik tanah, ampas halus maupun koloid berupa organik inorganik non sukrosa yang harus dibersihkan untuk menurunkan tingkat kekeruhan nira (Eggleston *et al.*, 2016). Proses penjernihan dapat dilakukan dengan menggunakan membran ultrafiltrasi silang (Sasaki *et al.*, 2015) dan pengendapan (Bakir *et al.*, 2020). Namun, proses tersebut kurang efektif karena membutuhkan waktu yang relatif lama dan biaya yang relatif mahal.

Penjernihan fisik yang lainnya menurut Galdino *et al.* (2019) juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan sentrifugasi. Gaya sentrifugal pada mesin dapat terjadi karena digerakkan oleh aksi dinamik dari perputaran sudut-sudut dari satu atau beberapa impeller sehingga memicu komponen dengan berat molekul lebih tinggi akan mengendap pada bagian dasar mesin tersebut. Proses pemisahan fisik dengan memanfaatkan gaya sentrifugal tersebut dirasa lebih efisien, karena dapat mengendapkan zat-zat pengotor lebih cepat dan mengurangi penggunaan senyawa-senyawa kimia yang berlebihan. Penelitian yang dilakukan oleh Siskawardani (2013) menyatakan bahwa lama waktu sentrifugasi pada pembuatan minuman asam sari tebu dengan waktu 30-45 menit akan mempengaruhi sifat fisiko kimia yang meliputi pH, viskositas, TPT, turbiditas, kadar air, warna dan organoleptik. Gaya sentrifugal dengan kecepatan putar 1000 RPM dan lama waktu 10 hingga 40 menit mampu menjernihkan jus jambu merah dengan memisahkan supernatan (cairan) dan pellet (endapan) (Ninga *et al.*, 2022). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa proses sentrifugasi dengan kecepatan putar 700 RPM dan waktu 60 menit mampu menurunkan turbiditas nira sorgum secara signifikan (Ali *et al.*, 2019). Namun, belum ada optimasi proses sentrifugasi yang juga akan berpengaruh terhadap kualitas dari nira sorgum dengan mempertimbangkan tingkat energi yang lebih rendah. Oleh karena itu, pada penelitian ini telah dilakukan optimasi proses penjernihan nira sorgum menggunakan sentrifugasi dengan mengkaji variabel kecepatan putar dan waktu sentrifugasi yang optimum terhadap kualitas nira sorgum.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan antara lain batang sorgum yang diberikan oleh Balai Penelitian Kacang dan Umbi (BALITKABI), Malang, dengan waktu panen setelah masa tanam 90 hari.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin giling 3 roll, Centrifuge (WINA Instruments), hand refractometer (Atago N-1E), turbidimeter (Lutron), piknometer (MC), color reader (Konica Minolta Sensing, Inc. CR-10), pH meter (Ezdo PL-600), timbangan analitik (Camry), kain dan kertas saring, termometer, kaca pengaduk, spatula, corong, erlenmeyer, labu ukur, gelas beker (Pyrex/Herme) dan gelas ukur (Scot).

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan 2 variabel. Variabel pertama yaitu kecepatan putar dan variabel kedua adalah lama waktu sentrifugasi menggunakan *Centrifuge*. Metode yang digunakan adalah *Response Surface Methodology* (RSM) dengan rancangan *Central Composite Design* (CCD).

Berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan pada kecepatan putar sebesar 300 RPM, 500 RPM, 700 RPM, serta lama waktu 45 menit, 60 menit dan 75 menit, maka pada penelitian utama ini ditetapkan variabel kecepatan putar dengan batas bawah 300 RPM(-1 Level) hingga batas atas 700 RPM(+1 Level). Sedangkan lama waktu sentrifugasi memiliki batas bawah 45 menit (-1 Level) dan batas atas 75 menit (+1 Level). *Input numeric factors* dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. *Input Numeric Factors* (Kecepatan Putar dan Lama Waktu Sentrifugasi)

	Nama	Units	-1 Level	+1 Level	-alpha	+alpha
A	Kecepatan Putar	RPM	300	700	217,157	782,843
B	Lama Waktu	Menit	45	75	38,7868	81,2132

Selanjutnya adalah tahap *Input Responses*, dimana turbiditas sebagai respon ke-1 dan °Brix sebagai respon ke-2. *Software* akan melakukan *running* dengan jumlah kombinasi variabel kecepatan putar dan variabel lama waktu sentrifugasi sebanyak 13 yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan proses ekstraksi nira sorgum. Sebelumnya, batang sorgum dilakukan proses sortasi dan dibersihkan dari daun-daun yang masih menempel pada batang sampai bersih kemudian diekstraksi secara mekanis menggunakan mesin giling 3 roll dan dihasilkan nira. Nira sorgum yang dihasilkan kemudian disaring menggunakan kain saring untuk menghilangkan zat-zat pengotor seperti tanah maupun ampas dari proses penggilingan. Setelah disaring, nira sorgum dilakukan proses analisa yang meliputi turbiditas, warna, brix, pH, densitas, kadar sukrosa, dan gula total.

Tahap selanjutnya yaitu proses penjernihan dengan modifikasi metode dari penelitian sebelumnya (Rahman dan Yuwono, 2019). Sebanyak 3% (g/ml) adsorben berupa zeolit yang telah diaktivasi menggunakan HCl ditambahkan ke dalam nira sorgum dilanjutkan dengan proses pengendapan selama 60 menit untuk memberikan waktu kepada adsorben dalam proses penyerapan zat-zat pengotor. Nira sorgum kemudian dipisahkan dari dengan kain saring. Nira sorgum kemudian dimasukkan ke dalam tabung centrifuge dan ditimbang sebesar 250 g dilanjutkan dengan proses sentrifugasi menggunakan menggunakan metode RSM (*Response Surface Methodology*). Penentuan titik optimum menggunakan metode RSM (*Response Surface Methodology*) dengan *Software Design Expert 7.1.5*. Setelah proses sentrifugasi dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring dan dihasilkan nira sorgum jernih yang siap dianalisa.

Tabel 2. Kombinasi Perlakuan

Std	Run	Variabel 1 Kecepatan Putar (RPM)	Variabel 2 Lama Waktu (menit)	Response 1 Turbiditas (NTU)	Response 2 TSS (°Brix)
5	9	217,16	60,00	100,12	17,00
1	10	300,00	45,00	67,03	17,10
3	8	300,00	75,00	77,32	17,20
7	4	500,00	38,79	25,01	17,00
8	3	500,00	81,21	36,05	17,90
9	1	500,00	60,00	1,11	18,00
10	2	500,00	60,00	1,21	18,00
11	12	500,00	60,00	1,31	18,00
12	11	500,00	60,00	1,11	18,10
13	6	500,00	60,00	1,31	18,10
2	13	700,00	45,00	25,17	17,90
4	7	700,00	75,00	30,12	18,70
6	5	782,84	60,00	37,79	18,97

Prosedur Analisis

Analisa dilakukan dengan variabel utama turbiditas (Nephelometric Turbidity Units / NTU) (SNI 06-6989.25-2005) menggunakan spektrofotometer, dan *Total soluble solid* (TSS^oBrix) (Hidayanto et al., 2012) menggunakan *hand brix*, kemudian dilakukan analisa penunjang lainnya yang meliputi warna (Erwinda et al., 2007) menggunakan *color reader*, pH (Prasetyo et al., 2016), densitas (Wahyuni et al., 2015) menggunakan piknometer dan timbangan digital, kadar sukrosa (Luff Schoorl (AOAC), 1990), dan kadar gula total (Luff Schoorl (AOAC), 1995).

Analisa Data

Analisis data yang dilakukan pada karakteristik bahan baku (nira sorgum awal) dan produk akhir (nira sorgum hasil dari kondisi optimum) antara lain Anova, uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil), dan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Bahan Baku

Hasil analisa bahan baku yakni nira sorgum disajikan pada **Tabel 3**. Nilai pH nira sorgum pada literatur yaitu 4,7-5,5 dan pH hasil penelitian telah sesuai dengan kisaran pH pada literatur yaitu 5,097 yang mana termasuk bersifat asam (Eggleston et al., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa bahan baku yang digunakan dalam kondisi normal tanpa terjadi kerusakan dan dapat diproses lebih lanjut untuk menghasilkan sirup sorgum sebagai pemanis alami seperti yang telah dikaji pada penelitian sebelumnya (Eggleston et al., 2022). Selanjutnya adalah nilai densitas nira sorgum sebelum dijernihkan juga mendekati nilai pada penelitian sebelumnya (Wijaya et al., 2012). Adapun tingkat kecerahan nira sorgum (*L) sebelum dijernihkan lebih rendah dibandingkan dengan tingkat kecerahan pada literatur (Wijaya et al., 2012). Hal tersebut dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti jenis komoditas sorgum yang berbeda serta proses ekstraksi sorgum yang memperhatikan penghilangan kotoran-kotoran pada tanaman sorgum atau tidak. Jenis zat pengotor yang dapat menyebabkan kekeruhan atau warna pada nira menjadi lebih gelap menurut yaitu tanah, ampas, kotoran organik maupun inorganik non sukrosa (Eggleston et al., 2016). Selain itu, nilai *a nira sorgum bernilai negatif dan lebih rendah dibandingkan dengan nira sorgum dari literatur, menunjukkan atau warna yang cenderung berwarna lebih hijau. Warna hijau pada nira sorgum dapat disebabkan karena kondisi batang sorgum masih segar, dan tidak mengalami penurunan kualitas sehingga kandungan senyawa fenol masih terjaga (Assis et al., 2023). Adapun nilai *b bernilai positif menunjukkan nilai kekuningan dan tidak berbeda signifikan dibandingkan dari nira yang dihasilkan pada literatur (Wijaya et al., 2012).

Tabel 3. Hasil Analisa Bahan Baku

Komposisi	Nira Sorgum sebelum Dijernihkan (\pm Standar Deviasi)	Nira Sorgum Literatur
pH	5,097 \pm 0,007	4,7-5.5 ^a
Densitas (g/cm ³)	1,078 \pm 0,025	1,04 ^b
Warna	L= 35,6 \pm 0,14 a= -2,9 \pm 0,28 b = +12,53 \pm 0,35	L = 42,33 ^b a = -1,844 ^b b = + 14,07 ^b
Turbiditas (NTU)	876,67 \pm 1,41	655 ^c
<i>Total soluble solid</i> (^o Brix)	16,6-18,9 \pm 0,21	13,60-18,40 ^d
Sukrosa (%)	14,71 \pm 0,36	10-14,40 ^d
Gula Total (%)	18,30 \pm 0,09	11-16 ^d

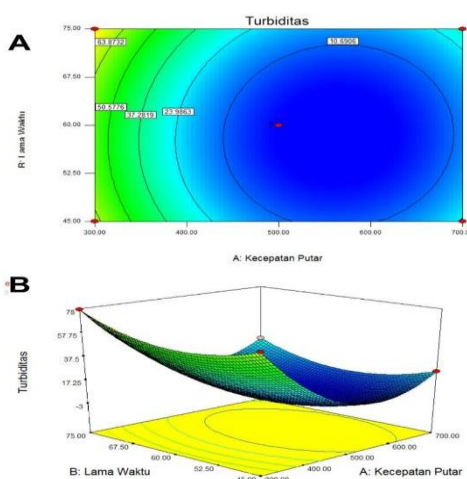
Sumber: a = (Eggleston et al., 2022), b = Wijaya et al., (2012), c = Siskawardani (2013), dan d= Direktorat Jenderal Perkebunan (1996).

Total soluble solid pada nira sorgum sebelum dijernihkan telah sesuai dengan literatur yaitu 16,6 ^oBrix dan nilai turbiditas (NTU) lebih besar dari literatur yaitu 800-1200 NTU (Siskawardani, 2013). Perbedaan nilai turbiditas tersebut dapat disebabkan oleh beberapa

faktor seperti perlakuan yang diberikan dalam memperoleh nira, kondisi awal nira sorgum, proses penyaringan yang berbeda dan menyebabkan zat-zat pengotor masih terikut saat proses penyaringan, proses pemanenan maupun poses penyimpanan bahan baku (Andrzejewski *et al.*, 2013). Analisis kimia selanjutnya dilakukan untuk menguji kandungan sukrosa, dan gula total yang dihasilkan nilai sukrosa sebesar 14,71% dan gula total 18,30%. Nilai kandungan sukrosa pada nira sorgum relatif tinggi karena dapat dipengaruhi oleh pH yang menjadi salah satu faktor untuk menjaga stabilitas sukrosa pada nira (Assis *et al.*, 2023).

2. Pengaruh faktor terhadap turbiditas

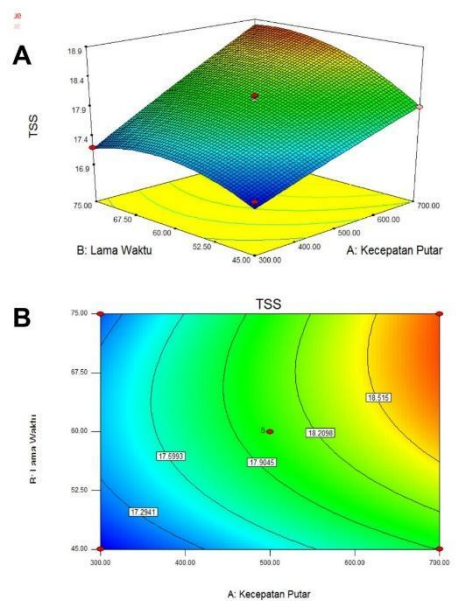
Turbiditas merupakan parameter fisik yang menunjukkan tingkat kekeruhan nira sorgum. Pada penelitian ini, sentrifugasi diharapkan dapat menjernihkan nira dengan menurunkan turbiditas. **Gambar 1.** menjelaskan mengenai pengaruh kecepatan putar dan lama waktu terhadap respon turbiditas. Grafik tersebut menunjukkan interaksi terhadap kedua variabel yaitu bersifat quadratic terhadap respon turbiditas. Menurut Ali *et al.* (2018) kombinasi dari kedua variabel kecepatan putar dan lama waktu sentrifugasi tersebut berdampak pada rendahnya nilai turbiditas karena partikel-partikel/komponen yang tidak diinginkan mampu mengendap lebih cepat menuju dinding tabung dan terakumulasi membentuk endapan secara optimum. Namun, berdasarkan grafik tersebut dapat dijabarkan bahwa terjadi penurunan nilai turbiditas paling maksimal pada ke-5 titik optimum yaitu pada kecepatan putar 500 RPM dengan lama waktu 60 menit sedangkan pada kondisi melebihi titik tersebut, nilai turbiditas justru mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan Reynold number sample bernilai sebesar 73.357 ($Re > 4000$) sehingga tergolong aliran turbulen. Aliran turbulen merupakan aliran sistem aliran yang berkecepatan tinggi, fluida encer, dan menyebabkan gangguan yang timbul pada fluida hingga tercapai kondisi peralihan dengan peningkatan kecepatan aliran atau efek viskositas yang berkurang (Ghahari *et al.*, 2024). Terlampauinya kondisi peralihan tersebut akan menyebabkan gangguan semakin kuat, dimana partikel mengalami fluktuasi atau acak dan terjadinya percampuran gerak partikel. Hal berdampak pada tercapainya titik optimum untuk lama waktu sehingga komponen yang tidak diinginkan mampu mengendap sempurna, tetapi apabila melebihi batas waktu tersebut justru mengalami kekeruhan (Gila *et al.*, 2022).



Gambar 1. Grafik Contour (A) dan 3D (B) Interaksi Variabel Kecepatan Putar dan Lama Waktu pada Respon Turbiditas

3. Pengaruh faktor terhadap Total soluble solid (TSS)

Pengaruh kecepatan putar dan lama waktu terhadap respon TSS dapat digambarkan melalui **Gambar 2**, dimana semakin tinggi kecepatan putar dan lama waktu sentrifugasi akan menghasilkan nilai TSS yang semakin tinggi juga. Hal tersebut disebabkan karena kecepatan putar dan waktu yang semakin tinggi menghasilkan gesekan dan panas. Panas tersebut yang menyebabkan kelarutan gula mengalami peningkatan yang dihitung sebagai nilai TSS (Meikapasa *et al.*, 2016).

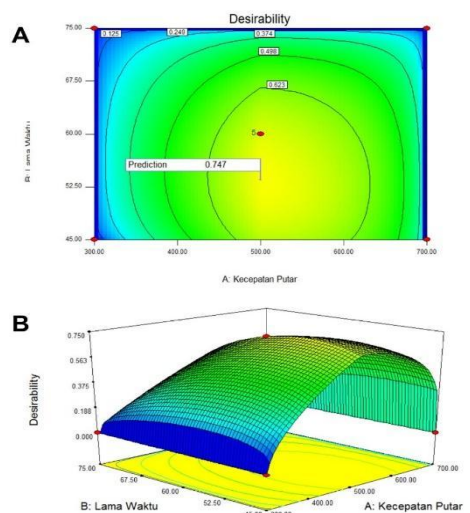


Gambar 2. Grafik Contour (A) dan 3D (B) Interaksi Variabel Kecepatan Putar dan Lama Waktu pada Respon *Total soluble solid* (TSS)

Grafik 3D tersebut menggambarkan secara detail mengenai warna grafik yang semakin dekat pada daerah yang berwarna merah maka titik tersebut memiliki hasil respon yang semakin tinggi, sedangkan semakin berwarna biru respon hasil *TSS* yang dihasilkan semakin rendah. Nilai *TSS* terendah berada pada kombinasi kecepatan putar 217,16 RPM dan lama waktu 60 menit yaitu 17,00^oBrix. Kemudian pada kecepatan putar 700 RPM dengan lama waktu 75 menit menghasilkan nilai *TSS* yang paling tinggi yaitu 18,97^oBrix.

4. Kondisi optimum proses sentrifugasi

Hasil permukaan respon berdasarkan titik optimum variabel kecepatan putar dan lama waktu terhadap interaksi respon turbiditas dan *TSS* dengan nilai desirability pada grafik tersebut adalah 0,747 (**Gambar 3**) yang artinya bahwa pengaruh variabel terhadap respon memiliki target sesuai optimasi sebesar 74,70% (Purwoto, 2017). Berdasarkan grafik tersebut diperoleh titik optimum dari variabel kecepatan putar (500 RPM) dan lama waktu (53,49 menit). Solusi titik optimum dari kedua variabel tersebut, didapatkan nilai respon optimum turbiditas dan *TSS* sebesar 2,30 dan 17,87. Hal ini menjelaskan bahwa hasil analisis pengolahan data menggunakan model *Quadratic* dengan kecepatan putar 500 RPM dan lama waktu 53,49 menit harus menghasilkan respon nilai turbiditas 2,30 NTU dan *TSS* 17,87 dengan tingkat *desirability* 74,7%.



Gambar 3. Grafik Contour (A) dan 3D (B) Interaksi Variabel Kecepatan Putar dan Lama Waktu pada Respon *Total soluble solid* (TSS)

Hasil dari analisa proses penjernihan nira sorgum menggunakan *Response Surface Methodology* diperoleh model yang disarankan yaitu model *Quadratic*. Persamaan yang diperoleh untuk respon turbiditas yaitu *Final Equation in Terms of Coded Factors* ($Y = +1,21 - 22,15 X_1 + 3,86 X_2 - 1,33 X_1 X_2 + 33,91 X_1^2 + 14,70 X_2^2$) sedangkan persamaan untuk respon TSS adalah *Final Equation in Terms of Coded Factors* ($Y = +18,04 + 0,64 X_1 + 0,27 X_2 + 0,18 X_1 X_2 - 0,026 X_1^2 - 0,29 X_2^2$).

Verifikasi data hasil optimum dilakukan untuk membuktikan bahwa solusi titik optimum berdasarkan *Software Design Expert 7.1.5* akan memberikan hasil respon yang sesuai dengan yang disarankan. Proses verifikasi dilakukan dengan membandingkan antara data hasil optimum yang disarankan dengan hasil verifikasi yang dilaksanakan penelitian secara langsung. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai turbiditas sebesar 2,02 NTU dan nilai TSS sebesar 17,93 °Brix. Hasil respon yang disarankan oleh *software* dengan hasil penelitian pribadi terdapat perbedaan pada respon turbiditas sebesar 0,01% dan nilai TSS sebesar 0,01%. Perbedaan tersebut berada <5% yang artinya perbedaan nilai turbiditas dan TSS yang disarankan oleh *design expert* tidak berbeda nyata dengan nilai turbiditas dan TSS pada hasil verifikasi.

5. Karakterisasi Nira Sorgum Perlakuan Terbaik

Karakterisasi nira sorgum dilakukan untuk mengetahui apakah pada titik optimum akan mempengaruhi karakteristik nira sorgum meliputi pH, densitas, warna, turbiditas dan TSS. Hasil karakterisasi perlakuan terbaik disajikan pada **Tabel 4**.

Hasil uji *Paired T-Test* menunjukkan bahwa nilai turbiditas pada nira sorgum setelah ditambahkan zeolit memiliki perbedaan yang signifikan dengan turbiditas nira sorgum optimum ($P\text{-value} < 0.05$). Perbedaan tersebut dapat ditunjukkan dari nilai turbiditas nira yang mencapai 654 NTU dan setelah optimasi nilai turbiditasnya menjadi 2,02 NTU. Rendahnya nilai turbiditas tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor berdasarkan perlakuan yang digunakan pada proses sentrifugasi yaitu kecepatan putar dan lama waktunya (Rahman dan Yuwono, 2019). Adapun nilai TSS dan pH nira setelah ditambahkan zeolit dengan kondisi optimum juga memiliki perbedaan yang signifikan ($P\text{-value} < 0.05$).

Selanjutnya, parameter *L pada hasil analisis warna menggunakan *color reader* bernilai positif (+), menggambarkan tingkat kecerahan nira sorgum setelah dilakukan proses sentrifugasi. Nilai $P\text{-Value}$ untuk warna dari sumbu *L, dihasilkan nilai uji T sebesar 0,13 ($P\text{-value} < 0.05$) menggambarkan bahwa tingkat kecerahan nira sorgum setelah ditambahkan zeolit dengan warna nira sorgum optimum tersebut tidak berbeda signifikan. Selain itu, hasil uji T pada sumbu *a dihasilkan nilai $P\text{-Value}$ sebesar 0,08 yang artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nira sorgum setelah ditambahkan zeolit dengan nira sorgum optimum **Tabel 4**. Selanjutnya untuk nilai $P\text{-Value}$ pada sumbu *b yaitu 0,036 yang artinya nilai tersebut <5% dan menyatakan bahwa nilai *b pada nira sorgum setelah ditambahkan zeolit dengan nira sorgum optimum terdapat perbedaan yang signifikan yang dapat ditunjukkan dari 25,15 dengan 26,31. Nilai $P\text{-Value}$ yang terakhir yaitu pada densitas dengan nilai $P\text{-Value}$ paling besar 0,742. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai $P\text{-Value}$ lebih dari 0,05 (>5%) yang artinya bahwa nilai densitas pada nira sorgum setelah ditambahkan dengan nira sorgum hasil optimasi perbedaannya tidak signifikan.

Proses analisis selanjutnya yaitu pada kandungan sukrosa nira sorgum setelah ditambahkan zeolit dengan nira sorgum optimum menghasilkan nilai $P\text{-Value}$ sebesar 0,012 yang artinya nilai tersebut berada <5% dan memiliki perbedaan yang signifikan. Sukrosa pada nira sorgum berdasarkan hasil penelitian lebih tinggi dibandingkan dengan nira hasil optimasi, yang disebabkan karena peningkatan suhu dan pH yang dapat memicu terpecahnya sukrosa menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu glukosa dan fruktosa (Marasinghege et al., 2022; Marasinghege et al., 2024). Analisis yang terakhir adalah analisis kandungan gula total, dengan nilai $P\text{-Value}$ yang berada >5%, dan menjelaskan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nira sorgum setelah ditambahkan zeolit dengan nira sorgum pada titik optimum.

Tabel 4. Hasil Karakterisasi Perlakuan Terbaik Nira Sorgum

Komposisi	Nira Sorgum setelah Ditambah Zeolit (\pm Standar Deviasi)	Karakterisasi Nira Sorgum Optimum (\pm Standar Deviasi)	P-Value (Paired T-Test)
pH	4,93 \pm 0,07	5,86 \pm 0,12	0,02*
Densitas (g/cm ³)	1,08 \pm 0,02	1,08 \pm 0,00	0,72
Warna	L = 48,20 \pm 0,49	L = 52,82 \pm 0,78	0,13
	a = 1,16 \pm 0,49	a = -0,64 \pm 0,19	0,08
	b = 25,15 \pm 0,28	b = 26,31 \pm 0,47	0,04*
Turbiditas (NTU)	654 \pm 1,41	2,02 \pm 0,08	0,00*
Total soluble solid (^o Brix)	16,80 \pm 0,07	17,93 \pm 0,03	0,02*
Sukrosa (%)	10,07 \pm 0,22	13,46 \pm 0,11	0,02*
Gula Total (%)	14,99 \pm 0,16	14,17 \pm 0,11	0,31

Tampak visual



Keterangan:

1. Setiap data merupakan rata-rata dari 2 ulangan
2. Nilai/ angka di belakang simbol \pm merupakan standar deviasi
3. Simbol (*) merupakan tanda untuk hasil karakterisasi yang berbeda signifikan antara nira sebelum ditambahkan zeolit dengan hasil optimasi

SIMPULAN

Optimasi proses penjernihan nira sorgum menggunakan sentrifugasi menunjukkan bahwa penggunaan proses ini mampu menjernihkan nira sorgum dari nilai turbiditas 800-1200 NTU menjadi sangat rendah yaitu 2,01 NTU. Tingkat kejernihan tersebut mampu mempertahankan kandungan TSS di dalam nira, yang ditunjukkan pada nilai turbiditas terendah menghasilkan nilai TSS sebesar 18,00-18,10 ^oBrix. Selain TSS, juga dilakukan proses karakterisasi lain seperti nilai pH, densitas, warna, sukrosa dan gula total. Nira sorgum yang hanya ditambahkan zeolit dibandingkan dengan nira sorgum yang dilanjutkan dengan sentrifugasi pada titik optimum, yaitu pada kecepatan putar 500 RPM dan durasi 53,49 menit terbukti memiliki nilai pH, *b, turbiditas, TSS, dan kadar sukrosa yang berbeda signifikan tetapi tidak dengan kadar gula total, densitas dan warna nilai *L, dan *a.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Y. D., Yuwono, S. S., Istianah, N., & Putri, W. M. (2019). Optimization of sodium metabisulphite addition and vacuum evaporation temperature on production of sweet sorghum juice (*Sorghum bicolor* L. Moench) concentrate using response surface methodology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 230, 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/230/1/012029>
- Andrzejewski, B., Eggleston, G., & Powell, R. (2013). Pilot plant clarification of sweet sorghum juice and evaporation of raw and clarified juices. *Industrial Crops and Products*. 49, 648-658. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.06.027>
- Assis, D. A., Silva, D. P. B., Toledo, L. C. R., Parrella, C. D. A. R., Glahn, P. R., Carvalho, D. M. M. I., Martino, D. S. H. (2023). Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) molasses: Physicochemical characterization and in vitro bioavailability of different genotypes. *Journal of Cereal Science*, 113, 103759. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103759>

- Bakir, H., Denman, A. J., & Doherty, O. S. W. (2020). Slow settling behaviour of soil nano-particles in water and synthetic sugarcane juice solutions. *Journal of Food Engineering*, 279, 109978. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109978>
- Claudio J. S. Galdino Jr., Jansen A. C. Sousaa, Erika A. S. Gomesc*, Tiályson A.F. Rodriguesc, Solange M. Vasconcelosc, Pablo, N. T. Moreirac, Andréa F. S. Costad, Leonie A. Sarubboa,b. (2019). Study of Sugarcane Juice Clarification with Additives by Continuous Centrifugation. *Chemical Engineering Transactions* 74, 895-900. <https://doi.org/10.3303/CET1974150>
- Dar, A. R., Dar, A. E., Kaur, A., & Phutela, G. U. (2018). Sweet sorghum-a promising alternative feedstock for biofuel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 4070-4090. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.066>
- Eggleston, G., Heckemeyer, M., Cyr, S. E., & Wartelle, L. (2016). Case Study: Commercialization of Sweet Sorghum Juice Clarification for Large-Scale Syrup Manufacture. *Sugar Tech*, 18(3), 249-257. <https://doi.org/10.1007/s12355-015-0387-9>
- Eggleston, G., Triplett, A., Bett-Garber, K., Boue, S., & Bechtel, P. (2022). Macronutrient and mineral contents in sweet sorghum syrups compared to other commercial syrup sweeteners. *Journal of Agriculture and Food Research*, 7, 100276. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100276>
- Ghahari, N., Mirsaeedghazi, H., Ramezan, Y., & Faraji, A. (2024). Surface treatment optimization of mixed cellulose ester membrane by cold plasma treatment to improve apple juice clarification. *LWT*, 210, 116854. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116854>
- Gila, A., Aguilera, P. M., Sánchez-Ortiz, A., Jiménez, A., & Beltrán, G. (2022). Effect of centrifugal force (G) on stability of natural emulsions (water/oil) present in fresh virgin olive oils. *Journal of Food Engineering*, 334, 111169. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111169>
- Heryanto, J. dan Musrifin. (2017). Hubungan Turbiditas dengan Produktivitas Primer dan Nutrien di Kawasan Perairan Desa Sungaitohor Bagian Timur, Kecamatan Tebingtinggi Timur, Kabupaten Kepulauan Meranti, Provinsi Riau. *Jurnal Universitas Riau Pekanbaru*
- Marasinghege, C., Broadfoot, R., Bottle, S., Bartley, J., Doherty, O. S. W., & Rackemann, W. D. (2022). Investigation on the effect of the heating surface temperature of 1st evaporator on sucrose loss and the degradation of sugarcane juice constituents. *Journal of Food Engineering*, 329, 111074. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111074>
- Marasinghege, C., Shi, C., Bottle, S., Bartley, J., Doherty, O. S. W., & Rackemann, W. D. (2024). One pot two-alkali clarification process to minimize sucrose degradation of clarified sugarcane juice during evaporation. *Journal of Food Engineering*, 374, 112022. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112022>
- Meikapasa, Putu N.W., dan Seventilofa, I.G.N.O. (2016). Karakteristik Total Padatan Terlarut (TPT), Stabilitas Likopen dan Vitamin C Saus Tomat Pada Berbagai Kombinasi Suhu dan Waktu Pemasakan. *Jurnal GaneÇ Swara* 10(1), 81-86.
- Ninga, A. K., Desobgo, Z. C. S., Nso, J. E., & Kayem, J. (2022). White-flesh guava juice clarification by a fixed-angle conical rotor centrifuge laboratory and characterization of continuous disk stack centrifuges. *Heliyon*, 8(11), e11606. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11606>
- Oktem, A., & Oktem, G. A. (2024). Bioethanol obtained from soluble sugars in sweet sorghum, influencing properties and their interrelationships. *Industrial Crops and Products*, 221, 119351. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119351>
- Purwoto, H. dan Christi A. (2017). Optimasi Formula Edible Film Berbasis Amilopektin Pati Singkong dan Karagenan. *Jurnal M.P.I.* 11(1), 31-40.
- Rahman, M.H. dan Yuwono, S.S. (2019). Effect of Zeolite Concentration and Preheating Temperature in Clarification Process of Sorghum Juice As the Raw Ingredient of Liquid Sugar Manufacturing. *Jurnal Pangandan Agroindustri* 7(1), 40-48.
- Sasaki, K., Tsuge, Y., Sasaki, D., Kawaguchi, H., Sazuka, T., Ogino, C., & Kondo, A. (2015). Repeated ethanol production from sweet sorghum juice concentrated by membrane separation. *Bioresource Technology*, 186, 351-355. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.03.127>
- Siskawardani, D., Dewi, N.K., dan Hermanto, M.B.. (2013). Pengaruh Konsentrasi Na-Cmc (Natrium-Carboxymethyle Cellulose) dan Lama Sentrifugasi Terhadap Sifat Fisik Kimia Minuman Asam Sari Tebu (*Saccharum Officinarum L.*). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 1(1), 54-61