

## Pengaruh Suhu dan Waktu pada Kadar Gula Siwalan Cair

**M. Zaki Hasim**

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknik,  
Universitas Annuqayah  
Jl. Bukit Lancaran, PP Annuqayah Guluk-Guluk Sumenep 69463  
)Correspondence email: zakialera@gmail.com

### ABSTRACT

*This study aims to analyze the effect of temperature variations and heating duration on the sugar content of liquid Siwalan (Palmyra palm) sugar. Sugar content is a critical parameter in determining the quality of processed palm sap products. The research method utilized an experimental design with two factors: heating temperature (100°C, 115°C, 125°C) and heating duration (1 hour, 2 hours, 3 hours). Data were analyzed using descriptive and inferential statistics (Two-Way ANOVA) after fulfilling the classical assumption tests of normality and homogeneity. The results showed that the sugar content of liquid Siwalan sugar ranged from 43.33 to 81.67 °Brix. The two-way ANOVA results confirmed that the temperature factor had a significant effect on sugar content 0.004, while the time factor 0.227 and their interaction 0.556 did not have a significant effect. Duncan's multiple range test showed that the 100°C treatment was significantly different from 115°C and 125°C, but there was no significant difference between 115°C and 125°C. Heating beyond the optimal point, particularly at a duration of 3 hours, tends to decrease sugar content due to thermal degradation through Maillard reactions and caramelization. The optimal condition was obtained at a temperature of 125°C with a heating duration of 2 hours, yielding the highest sugar content of 81.67 °Brix. Precise operational temperature control is a key factor in maintaining the efficiency and quality of liquid Siwalan*

**Keywords:** liquid siwalan sugar; heating temperature; heating duration; sugar content; degrees Brix

## PENDAHULUAN

Gula siwalan merupakan salah satu produk olahan nira dari pohon siwalan yang banyak ditemukan di daerah tropis, terutama di Indonesia. Produk ini memiliki potensi besar sebagai pemanis alami dengan nilai kesehatan dan ekonomi yang cukup tinggi (Hopid dkk., 2023). Salah satu bentuk dari pengembangannya adalah gula siwalan cair, yang dinilai lebih praktis dibandingkan gula padat karena mudah untuk diaplikasikan dalam pangan dan minuman serta memiliki daya simpan yang relatif lebih lama. Namun, kualitas fisik dari gula siwalan cair sangat dipengaruhi oleh faktor proses, terutama suhu dan lama pemanasan. Suhu yang terlalu tinggi dapat memicu karamelisasi berlebihan sehingga menurunkan mutu warna, rasa, serta viskositas, sementara pemanasan yang kurang optimal dapat menghasilkan produk encer dengan kestabilan rendah (Rahayuningtyas & Sari, 2025)

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa gula cair umumnya memiliki pH netral dengan kadar sukrosa atau total padatan terlarut yang tinggi (72–82 °Brix) serta kadar air rendah ( $\pm 4\%$ ), yang menandakan kualitas baik serta daya simpan yang baik (Wilberta dkk., 2021). Variasi komposisi nutrisi seperti protein, karbohidrat, lemak, dan abu pada gula siwalan cair maupun hasil olahan lainnya juga sangat dipengaruhi oleh parameter proses produksi (Manaf dkk., 2023). Selain itu, menurut Agus dalam Wilberta dkk., (2021) proses pemanasan terbukti berperan penting dalam mengurangi kadar air nira ( $\pm 76,44\%$ ) menjadi kadar air rendah pada gula olahan ( $\pm 2,80\%$ ), yang sekaligus meningkatkan konsentrasi padatan atau nilai °Brix. Peningkatan nilai °Brix ini berkorelasi positif terhadap sifat fisikokimia produk, terutama viskositas, melalui reaksi karamelisasi dan polimerisasi gula (Yuwana dkk., 2022). Oleh karena itu, viskositas dan kadar gula (°Brix) merupakan parameter penting yang memengaruhi kualitas, kemudahan pencampuran, serta stabilitas penyimpanan produk (Amalia dkk., 2024)

Meskipun pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap karakteristik umum nira telah banyak dipelajari, sejauh ini belum terdapat kajian mendalam yang secara spesifik memetakan korelasi antara parameter pemanasan terhadap interaksi viskositas dan nilai °Brix pada gula siwalan cair. Kebanyakan penelitian terdahulu masih berfokus pada gula kristal atau proses pengawetan nira mentah. Kekosongan informasi mengenai titik optimal antara suhu dan durasi untuk menghasilkan kekentalan ideal tanpa merusak kadar gula ini menjadi kendala dalam standardisasi produk. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah tersebut dengan menganalisis pengaruh kedua faktor tersebut guna menentukan parameter proses yang paling efisien. Hasil penelitian diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan produk gula siwalan cair yang berkualitas, meningkatkan nilai tambah produk lokal, serta memberikan informasi yang bermanfaat bagi industri pangan dalam mengoptimalkan proses produksinya.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan jenis eksperimen kuantitatif yang dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknik, Universitas Annuqayah, pada bulan Agustus 2025. Objek penelitian berupa gula siwalan cair yang diperoleh dari nira siwalan. adalah refraktometer yang didukung dengan pipet tetes.

Rancangan percobaan yang diterapkan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktor. Faktor pertama adalah variasi suhu pemanasan (100°C, 115°C, 125°C) dan faktor kedua adalah lama pemanasan (1, 2, dan 3 jam). Dari kedua faktor tersebut diperoleh 9 kombinasi perlakuan dan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 27 unit percobaan. Penempatan percobaan dilakukan secara acak dalam setiap kelompok untuk meminimalisir bias dari faktor lingkungan atau teknis.

Instrumen yang digunakan terdiri dari peralatan produksi yakni gelas ukur, kain penyaring, panci stainless steel, spatula, stopwatch, termometer, serta alat analisis kualitas. Parameter utama yang diukur adalah kadar gula (°Brix) sebagai variabel terikat, yang dianalisis menggunakan Hand Refraktometer dengan bantuan pipet tetes untuk pengambilan sampel.

Prosedur Analisis kadar gula (°Brix) atau Total Padatan Terlarut (TPT) dilakukan menggunakan *Hand Refraktometer*. Untuk menjamin keakuratan data, prosedur pengukuran dilakukan sebagai berikut:

1. Kalibrasi: Sebelum digunakan, refraktometer dikalibrasi menggunakan akuades hingga menunjukkan angka 0 °Brix. Lensa dibersihkan dengan tisu lembut atau kain flanel agar tidak ada residu yang tertinggal.
2. Kompensasi Suhu: Pengukuran dilakukan pada suhu ruang (sekitar 20°C–25°C). Jika sampel gula siwalan masih panas setelah pemanasan, sampel didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu lingkungan untuk menghindari bias akibat pemuaian cairan yang memengaruhi indeks bias (SNI 3544:2013).
3. Pengukuran: Sampel diambil menggunakan pipet tetes, diletakkan pada prisma refraktometer secara merata, dan nilai °Brix dibaca melalui lensa okuler.

Data dari hasil pengukuran total padatan terlarut menggunakan refraktometer dan diolah menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dua arah pada taraf kepercayaan 95%. Apabila dari hasil pengujian terdapat pengaruh yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5% untuk menentukan perbedaan antar perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengukuran kadar gula siwalan cair pada berbagai kombinasi suhu dan waktu pemanasan menunjukkan adanya variasi nilai °Brix yang signifikan antar perlakuan. Nilai tersebut berkisar antara 43,33 hingga 81,67 °Brix. Data rerata kadar gula untuk setiap perlakuan disajikan pada tabel 4.1. di bawah ini:

Tabel 1 Rata-rata Kadar Gula Siwalan Cair Pada Berbagai Perlakuan suhu dan waktu

Perlakuan		Kadar Gula			Nilai ratarata
Suhu	Waktu	U 1	U 2	U 3	
100°C	1 Jam	55	30	75	53.33
115°C	1 Jam	75	85	75	78.33
125°C	1 Jam	80	80	55	71.67
100°C	2 Jam	40	45	45	43.33
115°C	2 Jam	60	70	95	75.00
125°C	2 Jam	70	80	95	81.67
100°C	3 Jam	60	45	40	48.33
115°C	3 Jam	75	60	45	60.00
125°C	3 Jam	80	45	60	61.67

Secara umum tabel 4.1. menunjukkan peningkatan suhu pemanasan mampu menaikkan kadar gula. Hal ini disebabkan oleh laju penguapan air yang lebih cepat pada suhu tinggi. Namun, ketidakstabilan data yang terlihat pada Gambar 4.1 mengindikasikan bahwa terdapat titik jenuh di mana panas tidak lagi meningkatkan kadar gula, penurunan kadar gula akibat degradasi melalui reaksi pencoklatan non-enzimatis (*Maillard reaction*) dan karamelisasi.

Pada suhu 100°C, kadar gula meningkat pada durasi 2 jam (71,67 °Brix) seiring berkurangnya kadar air, namun pada jam ke-3 terjadi penurunan secara drastis menjadi (48,33 °Brix). Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu rendah, penguapan berlangsung lambat dan pemanasan berlebih yang pada akhirnya merusak struktur gula sederhana.

Fenomena serupa terjadi namun lebih fluktuasi pada suhu 115°C, dimana terjadi penurunan yang tajam pada jam ke-2 (43,33 °Brix). Fenomena ini menjadi indikasi terjadinya ketidakseimbangan antara laju penguapan dan laju penguraian gula. Menurut Ngginak dkk (2020) variasi lama pemanasan dapat menyebabkan ketidakstabilan kadar gula akibat perbedaan kecepatan reaksi fisik yang terjadi pada larutan gula.

Perlakuan pada Suhu 125°C menghasilkan kadar gula yang lebih tinggi dan stabil dibandingkan dengan suhu lainnya. Nilai yang dihasilkan dari perbandingan suhu 125°C: dengan durasi lama 2 jam yakni sebesar 81,67 °Brix. Hal ini membuktikan bahwa suhu tinggi lebih efektif dalam mempercepat penguapan air untuk meningkatkan konsentrasi padatan terlarut. Namun,

penurunan nilai terjadi pada jam ke-3 (61,67 °Brix), hal tersebut menunjukkan adanya dekomposisi gula jika waktu pemanasan terlalu lama (Diniyah dkk., 2012).

Peningkatan kadar gula di proses awal disebabkan oleh hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa yang meningkatkan konsentrasi gula terukur (Hanifa & Zainul, 2025). Sebaliknya, penurunan yang terjadi pada durasi pemanasan 3 jam disebabkan oleh reaksi pencoklatan non-enzimatis (*Maillard reaction*) dan karamelisasi berlebih. Pemanasan berlebih merusak struktur gula dan menurunkan mutu produk akhir (Meikapasa dkk., 2024).

Berdasarkan data yang diperoleh, suhu 125°C dengan lama pemanasan 2 jam merupakan parameter terbaik untuk menghasilkan kadar gula siwalan cair yang maksimum. Temuan ini menegaskan bahwa pentingnya keseimbangan antara suhu dan durasi karena suhu tinggi berfungsi untuk memekatkan larutan, namun harus dibatasi waktu agar tidak terjadi degradasi nutrisi dan pembentukan senyawa hasil reaksi pencoklatan yang merugikan kualitas produk.

Untuk memastikan pengaruh dari masing masing data tersebut secara statistik, dilakukan uji Two-Way ANOVA setelah data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas (Sig. 0,642) dan homogenitas (Sig. > 0,05).

Tabel 2 Hasil uji ANOVA dua arah (two-way ANOVA)

Dependent Variable: KG

Type III Sum Source of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4512.963 <sup>a</sup>	564.120	2.696	.038
Intercept	109570.370	109570.370	523.611	.000
waktu	674.074	337.037	1.611	.227
suhu	3190.741	1595.370	7.624	.004
waktu * suhu	648.148	162.037	.774	.556
Error	3766.667	209.259		
Total	117850.000			
Corrected Total	8279.630			

a. R Squared = .545 (Adjusted R Squared = .343)

Berdasarkan hasil ANOVA pada Tabel 4.2, ditemukan bahwa faktor suhu memiliki nilai signifikansi sebesar 0,004 ( $p < 0,05$ ) yang berarti suhu memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar gula siwalan cair. Sebaliknya, faktor dari lama waktu pemanasan memiliki nilai signifikansi sebesar 0,227 ( $p > 0,05$ ) serta interaksi antara suhu dan waktu memiliki nilai signifikansi 0,556 ( $p$

> 0,05) tidak memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap kadar gula siwalan cair. Hal ini menegaskan bahwa suhu merupakan faktor pengendali utama dalam proses pemekatan nira siwalan dibandingkan durasi pemanasan maupun kombinasi dari kedua faktor tersebut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu berpengaruh nyata terhadap kadar gula siwalan cair. Secara umum, peningkatan suhu hingga kisaran 115-125°C secara efektif mampu mempercepat proses penguapan air dan meningkatkan konsentrasi padatan terlarut (°Brix), terutama pada waktu pemanasan 1–2 jam. Namun, pemanasan yang terlalu lama justru menurunkan kadar gula akibat terjadinya degradasi gula melalui reaksi pencoklatan non-enzimatis. Kondisi kerja terbaik diperoleh pada perlakuan suhu 125°C dengan lama pemanasan 2 jam yang menghasilkan kadar gula tertinggi sebesar 81,67 °Brix. Dengan demikian, keseimbangan antara suhu dan waktu pemanasan perlu diperhatikan agar kualitas gula siwalan cair tetap maksimal. Seluruh data penelitian telah memenuhi asumsi klasik (normalitas dan homogenitas), sehingga hasil analisis inferensial menggunakan ANOVA memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi.

### SARAN

Dalam pengolahan nira siwalan cair, sebaiknya digunakan suhu menengah (115–125°C) dengan durasi singkat (1–2 jam) untuk menghasilkan kadar gula optimal tanpa menurunkan mutu produk. Hindari pemanasan terlalu lama pada suhu tinggi karena dapat mempercepat degradasi gula melalui pencoklatan nonenzimatis. Penelitian lanjutan perlu mengkaji pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap komponen lain (misalnya vitamin, mineral, atau senyawa bioaktif) agar rekomendasi lebih menyeluruh untuk aplikasi industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R., Haris, H., & Nurlaela, R. S. (2024). Pengaruh Konsentrasi Gula dan Waktu Pemasakan terhadap Karakteristik Kimia, Sensori, dan Aktivitas Antioksidan Selai Jeruk Mandarin. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 6(2), 79–92. <https://doi.org/10.30997/jjiph.v6i2.15599>
- Diniyah, N., Wijanarko, S. B., & Purnomo, H. (2012). Teknologi Pengolahan Gula Coklat Cair Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) [Brown Sugar Syrup Processing from Siwalan Palm Saps (*Borassus flabellifer* L.)]. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 23(1), 53–53.
- Hanifa, R., & Zainul, R. (2025). Analisis Kadar Sukrosa dan Gula Pereduksi pada Madu Trigona (Stingless Bee Honey) Menggunakan Metode Luff Schoorl. *Jurnal Pendidikan Kimia, Fisika Dan Biologi*, 1(6), 20–33. <https://doi.org/10.61132/jupenkifb.v1i6.705>

- Hopid, H., Ridwan, A. R., Hamzah, A., Rahman, S. A., & Wahyuni, P. R. (2023). Analisis Penyebab Rendahnya Produksi Gula Merah Siwalan di Desa Karduluk Kecamatan Pragaan Kabupaten Sumenep. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 7(2), 49–53. <https://doi.org/10.51213/jamp.v7i2.89>
- Manaf, A. H. A., Hidayatullah, M. N., & Andawiyah, R. (2023). Inovasi Gula Siwalan Cair pada Upaya Meningkatkan Ekonomi Masyarakat Desa di Kabupaten Sumenep. *Karaton: Jurnal Pembangunan Sumenep*, 3(1). <https://bappeda.sumenepkab.go.id/jurnal/index.php/karaton/article/view/64>
- Meikapasa, N. W. P., Subrata, I. G. M., & Dethan, S. H. (2024). Pemberdayaan Usaha Gula Semut Aren Melalui Teknologi Pengolahan dan Pengemasan di Unit Usaha Bukit Halwun. *JPPM (Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat)*, 427–438. <https://doi.org/10.30595/jppm.v8i3.23988>
- Ngginak, J., Nge, S. T., Klau, F. F., & Bisilissin, C. L. B. (2020). Reducing Sugar Content in Siwalan Roomie (*Borassus flabellifer* L) Before Cooking and Liquid Brown Sugar After Cooking. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 7(1), 8–15. <https://doi.org/10.31289/biolink.v7i1.2919>
- Rahayuningtyas, N., & Sari, I. N. I. (2025). Review Literatur: Strategi Peningkatan Mutu Gula Aren Cetak melalui Peningkatan Proses Produksi Berbasis Teknologi: Literature Review: Strategies for Improving the Quality of Palm Sugar through Technology-Based Production Process Improvements. *NaCIA (National Conference on Innovative Agriculture)*, 206–218. <https://doi.org/10.25047/nacia.v3i1.285>
- Wilberta, N., Sonya, N. T., & Lydia, S. H. R. (2021). Analisis Kandungan Gula Reduksi pada Gula Semut dari Nira Aren yang Dipengaruhi pH dan Kadar Air. *Bioedukasi (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 12(1), 101–108. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v12i1.3760>
- Yuwana, A. M. P., Putri, D. N., & Harini, N. (2022). Hubungan antara atribut sensori dan kualitas gula merah tebu: Pengaruh pH dan kondisi karamelisasi: The relationship between sensory and quality attributes in brown cane sugar: effect of pH and caramelization conditions. *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13(1), 54–66. <https://doi.org/10.35891/tp.v13i1.2767>