

**PENGARUH DESAIN *HEATER* TERHADAP PERFORMA
PROSES PRODUKSI GULA AREN CAIR**

Skripsi



Disusun Oleh:

ANDRI Rianto

3331210025

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2025

**PENGARUH DESAIN *HEATER* TERHADAP PERFORMA
PROSES PRODUKSI GULA AREN CAIR**

Skripsi

**Untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun Oleh:

ANDRI Rianto
3331210025

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Andri Rianto

NPM : 3331210025

Judul : Pengaruh Desain *Heater* Terhadap Performa Proses Produksi Gula Aren Cair

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

MENYATAKAN

Bahwa laporan skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 10 Juli 2025



i Rianto

NPM.333121025

TUGAS AKHIR

PENGARUH DESAIN HEATER TERHADAP PERFORMA PROSES PRODUKSI GULA AREN CAIR

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

ANDRI Rianto

3331210025

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 17 Juni 2025

Pembimbing Utama

Dr. Erwin S.T., MT

Nip. 197310062009121001

Anggota Dewan Penguji

Sidik Susilo, S.T., M.Sc.

NIP. 198806052019031006

Ir. Dedy Triawan Supravogi, M.Eng., Ph.D

NIP. 198206212022031001

Dr. Erwin S.T., MT

Nip. 197310062009121001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 09 Juli 2025

Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



Ir. Dharma Satria, ST., M.Eng

NIP. 198305102012121006

ABSTRAK

PENGARUH DESAIN *HEATER* TERHADAP PERFORMA PROSES PRODUKSI GULA AREN CAIR

Disusun oleh:

Andri Rianto

3331210025

Proses produksi gula aren cair memerlukan waktu produksi yang sangat lama. Waktu produksi yang lama tersebut dapat menghambat produktivitas petani. Salah satu inovasi yang dikembangkan adalah penggunaan *heater* elektrik pada sistem *vacuum evaporator* untuk mempercepat proses evaporasi pada suhu rendah sehingga kualitas nira aren dapat terjaga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi bentuk *heater* terhadap efisiensi thermal dan laju evaporasi dalam produksi nira aren cair. Pengujian dilakukan menggunakan tiga jenis *heater*, yaitu *heater* tubular (U), *heater* spiral, dan *heater* tubular (U), masing-masing dengan daya 500 watt dan tekanan vakum -0,7 bar untuk memanaskan 20 kg nira aren cair selama 120 menit. Hasil pengujian menunjukkan *heater* tubular *fin* memiliki efisiensi termal tertinggi sebesar 78,9% karena luas permukaan kontak yang besar (1.112 cm^2). Namun, *heater* spiral menunjukkan efisiensi evaporasi tertinggi sebesar 8,56% dan laju penguapan tertinggi sebesar $1,67 \times 10^{-5}\text{ kg/s}$, berkat distribusi panas yang merata dan kestabilan suhu selama proses berlangsung

Kata Kunci: *Efisiensi Thermal, Heater, Nira Aren Cair, Vacuum Evaporator*

ABSTRACT

THE EFFECT OF HEATER DESIGN ON THE PERFORMANCE OF LIQUID PALM SUGAR PRODUCTION PROCESS

Prepared by:

Andri Rianto

3331210025

The production process of liquid palm sugar requires a significantly long processing time, which can hinder farmers' productivity. One innovation developed to address this issue is the use of an electric heater in a vacuum evaporator system to accelerate the evaporation process at low temperatures, thereby preserving the quality of the palm sap. This study aims to determine the effect of heater design variations on thermal efficiency and evaporation rate in the production of liquid palm sap. The tests were conducted using three types of heaters: tubular (U), spiral, and finned tubular (U), each with a power of 500 watts and a vacuum pressure of -0.7 bar, used to heat 20 kg of liquid palm sap for 120 minutes. The results showed that the finned tubular heater had the highest thermal efficiency at 78.9%, due to its large contact surface area (1,112 cm²). However, the spiral heater demonstrated the highest evaporation efficiency of 8.56% and the highest evaporation rate of 1.67×10^{-5} kg/s, thanks to its even heat distribution and stable temperature throughout the process.

Keywords: *Thermal Efficiency, Heater, Liquid Palm Sap, Vacuum Evaporator*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Desain *Heater* terhadap Performa Proses Produksi Gula Aren Cair.” Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 (S1) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat dan informasi yang berguna bagi para pembaca. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta bantuan selama proses penyusunan laporan ini, di antaranya:

1. Bapak Dhimas Satria, ST., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Dr. Erwin, S.T., MT., Selaku Dosen Pembimbing yang sudah membantu serta memberikan arahan dan ide selama proses pengembangan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Kurnia Nugraha, S.T., M.T., Selaku Dosen pembimbing akademik.
4. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., M.T., Selaku koordinator tugas akhir periode saat ini di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Seluruh Dosen dan Staf Akademik di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, atas kontribusi ilmiah, bantuan, dan arahan yang diberikan sepanjang masa perkuliahan
6. Orang tua penulis yaitu Namih dan Johan Risdiyanto serta keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan doa selama melakukan penelitian ini.
7. Ucapan terima kasih juga kepada rekan mahasiswa angkatan 2021 (Angkatan Rocket) Jurusan Teknik Mesin, yang memberikan semangat dan motivasi selama perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan baik.

8. Keluarga Renewable Energy and Design Laboratory yang telah menerima penulis ke dalam keluarga RED Lab. Terimakasih bantuan berupa tenaga, waktu, dan pengalaman yang membantu penulis dalam melakukan pengujian.
9. Seluruh Pihak yang membantu dalam hal praktik maupun teori dalam hal terkait penelitian.

Penulis sangat menyadari bahwasanya proposal ini belum sempurna. Maka dari itu saya terbuka akan saran dan kritik agar dapat membangun pribadi saya yang lebih baik. Akhir Kata, Penulis berharap kepada Allah SWT untuk membalas dan juga memberikan keringanan dalam kegiatan apapun kepada pihak yang telah membantu.

Cilegon, 25 Februari 2025

Andri Rianto
3331210025

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masaalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Heater</i>	5
2.1.1 Jenis-Jenis Elemen Pemanas (<i>Heater Element</i>)	5
2.1.2 Jenis-Jenis Bentuk Elemen Pemanas (<i>Heater Element</i>).....	7
2.2 Perpindahan Panas	10
2.3 Evaporasi	14
2.4 <i>Vacuum Evaporator</i>	15
2.5 Hubungan antara Tekanan dan Suhu	16
2.6 <i>State of Art</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	20
3.2 Metode Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan yang digunakan.....	21

3.3.1 Alat yang digunakan	21
3.3.2 Bahan yang digunakan	25
3.4 Prosedur Penelitian	26
3.5 Rancangan Percobaan.....	26
3.6 Desain Geometri <i>Heater</i>	28
BAB IV DATA DAN ANALISA	
4.1 <i>Vacuum evaporator</i> dengan Sistem Pemanas Elektrik	32
4.2 Hasil Pengujian Performa pada masing masing <i>heater</i>	33
4.2.1 Hasil Pengujian <i>Heater</i> Tubular (U)	33
4.2.2 Hasil Pengujian <i>Heater</i> Spiral.....	34
4.2.3 Hasil Pengujian <i>Heater</i> Tubular <i>Fin</i> (U <i>Fin</i>)	35
4.3 Analisa Perbandingan Stabilitas Tekanan.....	35
4.4 Analisa Kinerja Pemanasan	37
4.5 Analisis Efisiensi <i>Heater</i>	39
4.6 Analisa Laju Penguapan	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
Lampiran A. Perhitungan	
Lampiran B. Dokumentasi Pengambilan Data	
Lampiran C. Data Hasil Pengujian	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Element Pemanas Logam (Khantal)	6
Gambar 2.2 Element Pemanas Keramik	7
Gambar 2.3 <i>Straight Heater</i>	8
Gambar 2.4 <i>Coiled Heater</i>	9
Gambar 2.5 <i>Heater U-Shaped</i>	9
Gambar 2.3 Perpindahan Panas	10
Gambar 2.4 Perpindahan panas Konduksi	11
Gambar 2.5 Perpindahan panas Konveksi	12
Gambar 2.6 Perpindahan panas Konveksi	13
Gambar 2.7 <i>Vacuum Evaporator</i>	15
Gambar 2.8 Titik didih Nira pada vakum	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 <i>Heater</i>	22
Gambar 3.3 Panci Vacuum	22
Gambar 3.4 Pompa	23
Gambar 3.5 Venturi	23
Gambar 3.6 <i>Pressure Gauge</i>	24
Gambar 3.7 Thermostat STC-1000	24
Gambar 3.8 <i>Pressure sensor</i> dan Wishner ch102	25
Gambar 3.9 <i>Wattmeter</i>	25
Gambar 3.10 Nira Aren Cair	25
Gambar 3.11 <i>Setup Experiment</i> Alat Uji	27
Gambar 3.12 <i>Setup Experiment</i> Sistem Kontrol	27
Gambar 3.13 Dimensi <i>Heater U</i>	28
Gambar 3.14 <i>Heater U</i> pada Panci Evaporator	29
Gambar 3.15 Dimensi <i>Heater Spiral</i>	29
Gambar 3.14 <i>Heater U Fin</i> pada Panci Evaporator	30
Gambar 3.15 Dimensi <i>Heater U Fin</i>	30

Gambar 3.14 <i>Heater U Fin</i> pada Panci Evaporator.....	31
Gambar 4.1 Setup Pengujian	32
Gambar 4.2 Grafik Kenaikan suhu	38
Gambar 4.2 Grafik Laju dan efisiensi evaporasi masing masing <i>Heater</i>	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>State of Art</i>	18
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Heater</i>	22
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Heater</i> U	34
Tabel 4.2 Hasil Pengujian <i>Heater</i> spiral	34
Tabel 4.3 Hasil Pengujian <i>Heater</i> U <i>fin</i>	35
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Efisiensi <i>Heater</i>	39
Tabel 4.4 Hasil perhitungan laju evaporasi rata-rata	42
Tabel 4.5 Hasil perhitungan efisiensi evaporasi	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman Aren (*Arenga pinata*) adalah tanaman yang tumbuh secara alami dinegara kepulauan di asia tenggara. Tanaman ini memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan menjadi salah satu komoditas agro-industri diindonesia [1]. Hal ini dikarenakan penyebarannya yang hampir diseluruh wilayah Indonesia. Dengan adanya potensi tersebut, pengembangan tanaman aren dapat memberikan dampak yang signifikan bagi perkeekonomian, khususnya pada sektor agro-industri, sekaligus mendukung pelestarian sumber daya alam lokal.

Nira aren adalah salah satu produk berupa cairan manis yang dihasilkan dari pohon aren (*Arenga pinnata*), cairan ini merupakan hasil metabolisme dari pohon tersebut. Cairan nira aren biasanya mengandung gula 10%-15%. Sehingga nira aren cair ini dapat diolah menjadi minuman ringan ataupun menjadi gula aren [2]. Pada proses pembuatan gula aren menggunakan nira cair biasanya memerlukan beberapa proses salah satunya adalah pemanasan untuk mengurai kadar air dan meningkatkan konsentrasi larutan gula pada nira cair.

Provinsi Banten memiliki beberapa wilayah sentra produksi gula aren salah satunya adalah Kampung Ciluluk RT.007 RW 004 Desa Pasangrahan Kecamatan Munjul Kabupaten Pandeglang. Berdasarkan data statistik dari dinas pertanian di kabupaten pandeglang, produksi gula aren di Desa Munjul menunjukkan tren kenaikan pada tahun 2023 produksi gula aren mencapai 1.772 kuintal. Jumlah tersebut juga meningkat jika dibandingkan dengan data tahun 2022 yang mencapai 1.644,5 kuintal [3]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kenaikan salah satunya adalah upaya memodernisasi beberapa aspek produksi, meskipun masih banyak kendala yang dihadapi.

Kendala utama yang sering dihadapi adalah proses produksi nira aren cair yang membutuhkan energi yang besar dan waktu yang sangat lama. Umumnya petani menggunakan metode tradisional yang menggunakan tungku kayu bakar

yang memiliki suhu yang tidak stabil, sehingga dapat mempengaruhi kualitas dari nira aren cair yang dihasilkan [4]. Selain itu penggunaan energi yang tidak efisien membuat tingginya biaya produksi serta emisi gas rumah kaca. Waktu produksi yang sangat lama juga menghambat produktivitas para petani, yang akhirnya berdampak pada pendapatan mereka. Dengan adanya modernisasi dalam bentuk alat pemanas atau *heater* memberikan Solusi yang potensial untuk mengatasi permasalahan tersebut. *Heater* dapat digunakan untuk memangkas waktu produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jenis dan bentuk *heater* terhadap efisiensi serta waktu proses pemanasan dalam produksi gula aren cair. Pengujian dilakukan menggunakan vacuum evaporator yang bekerja pada tekanan vakum sebesar -0,7 bar. Pengujian dilakukan langsung menggunakan nira aren cair segar sebagai bahan uji utama. Nira aren merupakan bahan alami yang mudah mengalami fermentasi dan penurunan kualitas, sehingga proses pemanasan yang cepat dan efisien sangat diperlukan untuk menjaga mutu produk akhir. Penggunaan bahan asli ini memungkinkan evaluasi performa alat secara lebih akurat dan relevan terhadap kondisi nyata di lapangan. Dari pengujian ini, diharapkan akan memberikan dasar penting dalam pengembangan teknologi pemrosesan gula aren cair yang lebih efisien dan berkualitas.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang ada hingga saat ini adalah pengembangan potensi gula cair di Indonesia yang masih sangat minim. Hal ini ditunjukkan dengan minimnya teknologi pengolahan gula aren cair, sehingga menyebabkan gula aren cair yang dihasilkan masih berwarna keruh dan cenderung gelap. Berikut ini merupakan rumusan masalah yang ada pada penelitian ini adapun seperti dibawah ini.

1. Bagaimana pengaruh bentuk *heater* terhadap waktu pemanasan dan laju evaporasi pada proses produksi nira aren cair ?
2. Bagaimana efisiensi thermal dan efisiensi laju evaporasi masing-masing *heater* dalam menurunkan kadar air pada proses produksi nira aren cair ?

3. Bentuk *heater* apa yang paling optimal untuk meningkatkan efisiensi energi dan waktu dalam proses produksi nira aren cair ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini dapat dilihat seperti pada di bawah ini sebagai berikut.

1. Menganalisis Pengaruh bentuk *Heater* terhadap Waktu Pemanasan dan laju evaporasi pada proses produksi nira aren cair.
2. Menganalisa efisiensi thermal dan laju evaporasi masing masing *heater* untuk menentukan bentuk yang paling efektif dalam mengurangi kadar air pada proses produksi nira aren cair.
3. Memberikan rekomendasi bentuk *heater* yang optimal untuk meningkatkan efisiensi waktu dan energi dalam proses produksi nira aren cair

1.4 Batasan Masaalah

Ada beberapa batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini agar fokus penelitian tidak keluar dari variable yang ingin dicari. Adapun batasan masalah yang ada pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Jenis cairan yang digunakan adalah nira aren cair dengan brix 28-29%
2. Bentuk *heater* yang digunakan untuk menganalisa performa adalah *heater* tubular, *heater* spiral, dan tubular *fin*
3. Pengujian dilakukan pada kondisi vacuum dengan tekanan -0,7bar
4. Daya pengujian *heater* dibatasi di 500W untuk mensimulasikan penggunaan di desa-desa.
5. Pengaruh tekanan vakum diabaikan diperhitungan

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain adalah untuk meningkatkan efisiensi konsumsi energi pada proses produksi nira aren cair, sehingga penggunaan energi menjadi lebih hemat dan ramah lingkungan. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengoptimalkan waktu pemasakan agar proses

produksi menjadi lebih efektif dan tidak memakan waktu yang terlalu lama, sehingga kapasitas produksi dapat meningkat tanpa mengurangi kualitas. Dengan pengaturan temperatur *heater* yang lebih presisi sesuai dengan ketentuan yang diinginkan oleh para pengrajin, diharapkan kualitas gula aren cair yang dihasilkan dapat lebih konsisten dan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan, khususnya standar sukrosa cair sesuai dengan NO. 8779.2019. Hal ini akan berdampak positif pada cita rasa gula aren cair yang lebih manis dan stabil, serta meningkatkan daya saing produk di pasar. Selain itu, peningkatan kualitas produk juga dapat membantu menjaga kepercayaan konsumen dan memperluas pangsa pasar gula aren cair.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Lempang, “Pohon Aren Dan Manfaat Produksinya,” *Info Teknis Eboni*, Vol. 1, Pp. 37–54, Oct. 2012.
- [2] R. Widarawati, P. Yudono, D. Indradewa, And S. N. Hidayah Utami, “Profil Budidaya Aren (Arenga Pinnata (Wurmb.) Merr) Pada Berbagai Ketinggian Tempat Di Wilayah Samigaluh Kabupaten Kulonprogo,” *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Unsoed “Pengembangan Potensi Sumberdaya Lokal Berwawasan Lingkungan Untuk Penguatan Produk Pertanian Nasional Berdaya Saing Global*, No. 1, P. 55, 2017.
- [3] Badan Pusat Statistik, “Badan Pusat Statistik Kab. Pandeglang,” 2023.
- [4] R. Barlina, S. Liwu, And E. Manaroinsong, “Potensi Dan Teknologi Pengolahan Komoditas Aren Sebagai Produk Pangan Dan Nonpangan / Potential And Technology Processing Of Palm Sugar Commodity As Food And Non-Food Products,” *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, Vol. 39, No. 1, P. 35, Jun. 2020, Doi: 10.21082/Jp3.V39n1.2020.P35-47.
- [5] V. V. Vingsabta, A. Syakur, And A. Warsito, “Analisis Dan Perbandingan Jenis Kawat Kanthal A-1 Dan Nichrome 80 Sebagai Elemen Pemanas Pada Oven Listrik Hemat Energi,” *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, Vol. 7, No. 4, Pp. 846–852, May 2019.
- [6] S. E. Perangin-Angin, A. Hamsi, Mahadi, Tugiman, D. Sitompul, And Indra, “Komponen-Komponen Dan Peralatan Bantu Mixer Kapasitas 6,9 Liter Putaran 280 Rpm,” *Jurnal Dinamis*, Vol. 3, No. 4, Pp. 1–14, 2015.
- [7] S. Dwi Ariffudin And D. Wulandari, “Perancangan Sistem Pemanas Pada Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair,” *Dwi*, Vol. 1, No. 2, Pp. 52–57, Jan. 2014.

- [8] M. Hersandi, B. Supriyadi, And Yushardi, “Pengaruh Bentuk Elemen Pemanas Terhadap Jumlah Kalor Yang Dihasilkan,” *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol. 3, No. 1, Pp. 23–7, Jun. 2014.
- [9] Y. A. Cengel And G. Afshin J., *Heat And Mass Transfer: Fundamentals And Applications*, 6th Ed. New York: Mcgraw-Hill Education, 2015.
- [10] Ismiyati And F. Sari, “Identifikasi Kenaikan Titik Didih Pada Proses Evaporasi, Terhadap Konsentrasi Larutan Sari Jahe,” *Konversi*, Vol. 9, No. 2, Pp. 33–9, Oct. 2020.
- [11] A. Syakdani, I. Purnamasari, And E. Necessary, “Prototype Of Vacuum Evaporator (The Effectiveness Of Temperature And Evaporating Time On The Evaporation Rate And Vacuum Pressure In Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L.) Fruits Syrup),” *Jurnal Kinetika*, Vol. 10, No. 2, Pp. 29–35, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- [12] A. Jupandri, F. Pangkereo, And F. Wenur, “Uji Teknis Modifikasi Evaporator Pada Pembuatan Gula Aren,” Vol. 10, No. 3, Feb. 2018.
- [13] D. R. Heldman, *Handbook Of Food Engineering*. New York: Marcel Dekker, Inc., 2005.
- [14] A. Ulmi Hafidza, M. Meiliana, M. Febrian Nugroho, A. Manggala, R. Daniar, And Zurohaina, “Analisis Efisiensi Termal Evaporator Vakum Pada Proses Pemekatan Nira Tebu,” *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Vol. 7, No. 3, Pp. 31665–31670, 2023.
- [15] Siswanto And N. T. Widji, “Perancangan Vacum Evaporator Metode Liquid Ring Vacum Pump Vacum Evaporator Design Liquid Ring Vacum Pump Method,” *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 12, No. 1, Pp. 24–27, Sep. 2017, [Online]. Available: <http://sholar.google.com/sholar?hl=en&btn>
- [16] A. M. Rizky, Y. Bow, And I. Silviyati, “Pengaruh Temperatur Dan Waktu Pada Evaporasi Nira Aren Menggunakan Falling Film Evaporator,” *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Vol. 7, No. 3, Pp. 21082–21086, 2023.

- [17] B. Soeswanto, R. Sri Maulida, And Y. Tiosari Br Simanjuntak, "Pembuatan Gula Cair Dari Nira Aren (Arenga Pinnata) Pada Kondisi Vakum," *Chemica Isola*, Vol. 3, No. 2, Pp. 182–187, Nov. 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.upi.edu/index.php/ci/index>
- [18] S. Wiyono, E. Erwin, And S. Abdullah, "Pengolahan Air Nira Dengan Vacuum Evaporasi Menjadi Gula Aren Cair," *Teknika: Jurnal Teknik*, Vol. 8, No. 2, P. 122, Dec. 2021, Doi: 10.35449/Teknika.V8i2.196.
- [19] E. Widiastuti, "Perbaikan Proses Evaporasi Produksi Gula Aren (Semut) Di Kelompok Tani Hutan Bunikasih Jaya Cupunagara Subang," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, Vol. 5, No. 2, P. 87, Aug. 2023, Doi: 10.24853/Jpmt.5.2.87-92.
- [20] G. J. Maximo, A. J. A. Meirelles, And E. A. C. Batista, "Boiling Point Of Aqueous D-Glucose And D-Fructose Solutions: Experimental Determination And Modeling With Group-Contribution Method," *Fluid Phase Equilib*, Vol. 299, No. 1, Pp. 32–41, Dec. 2010, Doi: 10.1016/J.Fluid.2010.08.018.
- [21] M. Fuadi, Y. M. R. S. Sinaga, K. Yuniarto, And S. Widyastuti, "Perubahan Sifat Fisik Dan Hubungan Antar Parameter Nira Aren Selama Pemasakan Udara Terbuka," *Jurnal Teknotan*, Vol. 17, No. 3, P. 189, Dec. 2023, Doi: 10.24198/Jt.Vol17n3.5.
- [22] A. Ulmi Hafidza, M. Meiliana, M. Febrian Nugroho, A. Manggala, And R. Daniar, "Analisis Efisiensi Termal Evaporator Vakum Pada Proses Pemekatan Nira Tebu," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Vol. 7, No. 3, Pp. 31665–31670, 2023.
- [23] S. Rosalia Dewi *Et Al.*, "The Effect Of Temperature Cooking Of Sugar Juice And Stirring Speed On The Quality Of Brown Sugar Cane," *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 15, No. 3, Pp. 149–158, Dec. 2014.