

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU LAJU PENURUNAN
MASSA LARUTAN DAN KADAR BRIX PADA PROSES
PEMBUATAN GULA AREN CAIR DENGAN TEKNOLOGI
*VACUUM EVAPORATOR***



TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

Disusun oleh :

SYAHLAN NURSALAM

3331200108

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

2024

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU LAJU PENURUNAN
MASSA LARUTAN DAN KADAR BRIX PADA PROSES
PEMBUATAN GULA AREN CAIR DENGAN TEKNOLOGI
*VACUUM EVAPORATOR***

Skripsi

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun oleh :

SYAHLAN NURSALAM

3331200108

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2024**

TUGAS AKHIR

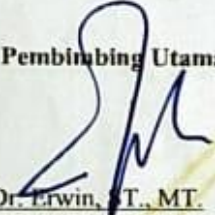
Rancang Bangun Alat Pemantau Laju Penurunan Massa dan Kadar Brix pada Pengolahan Gula Aren Cair dengan Teknologi Vacuum Evaporator

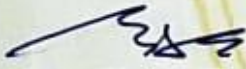
Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Syahlan NurSalam
3331200108

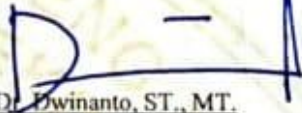
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 01 Juli 2024

Pembimbing Utama

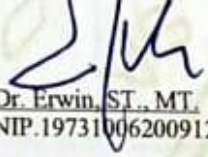

Dr. Erwin, ST., MT.
NIP.197310062009121001

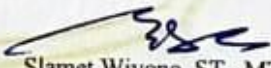

Slamet Wiyono, ST., MT.
NIP.197312182005011001

Anggota Dewan Penguji


Dr. Dwinanto, ST., MT.
NIP.198301122008121001


Miftahul Jannah, S.T., M.T.
NIP. 199103052020122000



Dr. Erwin, ST., MT.
NIP.197310062009121001


Slamet Wiyono, ST., MT.
NIP.197312182005011001

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

Tanggal, 30 Juli 2024

Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA


Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng
NIP. 198305102012121006



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Syahlan NurSalam

NPM : 3331200108

Judul : Rancang Bangun Alat Pemantau Laju Penurunan Massa dan Kadar Brix pada Proses Pengolahan Gula Aren Cair dengan Teknologi Vacuum Evaporator

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

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

Cilegon, 5. Agustus 2024



Syahlan NurSalam
NPM. 3331200108

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan, sehingga penyusun bisa menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Alat Pemantau Laju Penurunan Massa Larutan Nira Aren Cair dan Kadar Brix pada Proses Pembuatan Gula Aren Cair dengan Teknologi *Vacuum evaporator*” Adapun tujuan disusunnya tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan Strata-1 (S1) di jurusan teknik mesin FT. UNTIRTA. Semoga laporan ini dapat memberikan informasi bagi pembaca, dan penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi memperbaiki penulisan laporan ini dimasa yang akan datang.

Tersusunnya tugas akhir ini tentu bukan karena buah kerja keras penulis semata, melainkan juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, kami ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu terselesaikannya laporan ini, di antaranya :

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Dr. Erwin S.T., M. T. & Bapak Slamet Wiyono S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, fikiran dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan saya sekama bimbingan seminar proposal ini.
3. Ibu Miftahul Jannah S.T., M.T selaku koordinator tugas akhir periode saat ini di jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Orang tua, kerabat, sahabat, dan pihak-pihak lainnya yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu.
6. Seluruh teman-teman Teknik Mesin angkatan 2020 Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

7. Keluarga *Renewable Energy & Design Laboratory* yang telah menerima penulis kedalam keluarga RED lab. Terima kasih atas fasilitas serta bantuan berupa tenaga dn waktu yang membantu penulis dalam melakukan pengujian.
8. Seluruh pihak yang telah membantu namun tidak bisa disebutkan satu persatu namanya oleh penulis. Penulis sangat menyadari bahwa Proposal ini masihlah jauh dari sempurna. Untuk itu, saya penyusun menerima dengan terbuka semua kritik dan saran yang membangun agar laporan ini bisa tersusun lebih baik lagi. Penyusun berharap semoga laporan ini bermanfaat untuk kita semua.

Cilegon, Juli 2024

Syahlan NurSalam
NIM.3331200108

ABSTRAK

Rancang Bangun Alat Pemantau Laju Penurunan Massa dan Kadar Brix pada Proses Pembuatan Gula Aren Cair dengan Teknologi Vacuum Evaporator

Disusun Oleh :

SYAHLAN NURSALAM

NPM. 3331200108

Produksi gula aren cair melibatkan penguapan getah, secara tradisional memakan waktu sekitar 12 jam untuk 10 kg getah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat monitoring menggunakan teknologi vacuum evaporator untuk mengurangi waktu pemrosesan dan meningkatkan efisiensi. Alat ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor *loadcell*, dan modul HX711 untuk memantau pengurangan massa dan tingkat Brix, memberikan data *real-time* pada *spreadsheet*. Hasilnya menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam proses penguapan, dengan aplikasi potensial dalam produksi gula aren industri. Dilakukan kalibrasi sensor *loadcell* dengan membandingkan 5 variasi beban kemudian mencari nilai akurasinya, lalu didapatkan rata-rata akurasi pembacaan *loadcell* pada alat yaitu 91,86 %. Lalu nilai suhu pada tiap titik penempatan Kemudian nilai suhu sensor Ds lebih mendekati dengan nilai suhu T1 yang artinya nilai akurasi sensor ds dengan T1 lebih tinggi dibandingkan dengan T2 dan T3. Hal ini dikarenakan sensor Ds dan T1 dipasangkan pada panci (konduktor) sehingga pemanasan yang terbaca lebih responsif. Pengujian mendapatkan hasil performa alat bertahan selama +17 jam dengan nilai prediksi brix akhir 27,66°brix. Kemudian hasil pengujian dengan refraktometer dengan nilai brix yaitu 65,5°brix.

Kata kunci : *Brix, loadcell, refraktometer, suhu.*

ABSTRACT

Development of a Monitoring Tool for Mass Reduction Rate and Brix Levels in the Production of Liquid Palm Sugar Using Vacuum Evaporator Technology

By :

SYAHLAN NURSALAM

NPM. 3331200108

Liquid sugar production involves rubber evaporation, which traditionally takes about 12 hours for 10 kilograms of rubber. The research aims to develop monitoring tools using vacuum evaporator technology to reduce processing time and improve efficiency. The tool uses an ESP32 microcontroller, a loadcell sensor, and a HX711 module to monitor Brix mass reduction and levels, providing real-time data on the spreadsheet. The results showed a significant improvement in the evaporation process, with potential applications in industrial sugar production. The loadcell sensor was calibrated by comparing 5 variations of the load and then searching for the accuracy value, then obtaining the average loadcell readings accurateness of the device is 91.86%. Then the temperature value at each positioning point then the Ds sensor temperature value is closer to the T1 temperature value which means that the ds sensor accurate value with T1 is higher compared to T2 and T3. This is because Ds and T1 sensors are mounted on the pan (conductor) so that the heating read is more responsive. The test obtained the result of the device's performance lasted for +17 hours with a predictive final brix value of 27.6°brix. Then the test results with a refractometer with a brix value of 65.5°brix.

Keywords: *Brix, loadcell, refractometer, temperature.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Nira Cair.....	5
2.2 Evaporasi.....	6
2.3 <i>Vacuum evaporator</i>	7
2.4 ESP 32	8
2.5 <i>Loadcell</i>	9
2.6 HX711	10
2.7 Brix.....	11
2.8 Refraktometer.....	12
2.9 <i>Internet Of Things</i>	12
BAB III METODOLOGI PRAKTIKUM	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	14
3.2 Skema Alat	16

3.3 Diagram Blok	17
3.4 Prosedur Pengujian	17
3.5 Alat dan Bahan yang digunakan	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Rancangan Alat	23
4.2 Gambar Alat	24
4.3 Tampilan data pada layar <i>Spreadsheet</i>	28
4.4 Pengujian Alat	29
4.4.1 Pengujian Akurasi Sensor <i>Loadcell</i>	29
4.4.2 Pengujian Akurasi Sensor Suhu	30
4.4.3 Pengujian Alat dalam Pemasakan Nira Aren Cair.....	31
4.5 Pembahasan.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	4
Tabel 4.1 Akurasi Sensor <i>Loadcell</i>	6
Tabel 4.2 Hasil Data Brix Refraktometer, Prediksi Brix dan Polynomial Regresi Brix.....	9

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Nira Cair	2
Gambar 2.2 <i>Vacuum</i> Evaporator	8
Gambar 2.3 ESP 32.....	9
Gambar 2.4 Sensor <i>Loadcell</i>	10
Gambar 2.5 Modul HX711	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	14
Gambar 3.2 Skema Alat.....	16
Gambar 3.3 Diagram Blok.....	17
Gambar 3.4 Gerinda	18
Gambar 3.5 Las SMAW	18
Gambar 3.6 Solder	18
Gambar 3.7 Refraktometer	19
Gambar 3.8 Timbangan Digital	19
Gambar 3.9 ESP 32.....	19
Gambar 3.10 <i>Loadcell</i>	20
Gambar 3.11 Modul HX711	20
Gambar 3.12 LCD I2C	20
Gambar 3.13 Buzzer	21
Gambar 3.14 Nira Cair	21
Gambar 4.1 Rancangan Rangka Timbangan (<i>Solidworks</i>).....	23
Gambar 4.2 Rangka Timbangan	23
Gambar 4.3 Gambar Alat.....	24
Gambar 4.4 Kompor	25
Gambar 4.5 Solenoid Gas Valve.....	25
Gambar 4.6 Pulse Ignition.....	26
Gambar 4.7 Komponen Pengendali.....	26
Gambar 4.8 Komponen Pengendali.....	27
Gambar 4.9 Timbangan	27

Gambar 4.10 Timbangan	28
Gambar 4.11 Tampilan Data Pada <i>Spreadsheet</i>	28
Gambar 4.12 Penempatan Sensor Suhu pada Alat	31
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Suhu.....	37
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan nilai brix refraktometer dengan prediksi brix IoT.....	38
Gambar 4.15 Graifik Perbandingan nilai brix refraktometer, prediksi brix IoT dan nilai pendekatan brix menggunakan polynomial regresi.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nira cair merupakan bahan baku utama dalam produksi gula aren. Proses pembuatan gula kelapa yang melibatkan beberapa tahap, salah satunya ialah penguapan nira cair. Salah satu permasalahan yang terjadi pada saat produksi nira cair ialah durasi waktu yang dibutuhkan pada saat proses pengolahan nira cair menjadi gula aren cair. Pada proses ini para pengrajin nira cair masih menggunakan proses tradisional yang dimana membutuhkan waktu hingga ± 12 jam untuk nira cair dengan massa 10 Kg. Kini proses pengolahan gula aren cair dapat lebih efisien dengan adanya teknologi mesin *vacuum evaporator*. Penggunaan teknologi *vacuum evaporator*, maka proses penguapan yang dilakukan membutuhkan suhu serta tekanan rendah untuk mengurangi kadar air pada nira cair aren.

Pada penelitian sebelumnya, alat ini memerlukan waktu 9 jam dan mendapat laju evaporasi yang terjadi masih 20% (Wiyono, Setiawan, & Pramono, 2021). Kemudian dilakukan penelitian selanjutnya dengan menambahkan minyak esensial untuk meningkatkan laju evaporasi karena memiliki titik didih lebih tinggi. Tekanan uap nira cair akan menurun karena minyak esensial akan menahan partikel-partikel nira cair agar tidak mudah menguap. Akibatnya, pada saat kondisi suhu sama membuat nira cair akan cenderung lebih sulit menguap dan memerlukan suhu yang lebih tinggi untuk mencapai titik didihnya. Hal ini menyebabkan adanya peningkatan titik didih nira cair. Pada penelitian sebelumnya, dengan penambahan minyak esensial jenis kayu manis dapat mempercepat waktu penguapan menjadi 2,3 jam pada kadar 0,25% sedangkan jika tanpa penambahan minyak esensial memerlukan waktu sekitar 2,8 jam (Mustika & Susilowati, 2019). Pada proses tanpa melakukan penambahan minyak esensial jahe, waktu yang diperlukan untuk menguapkan nira cair kelapa adalah sekitar 4 jam. Sedangkan pada perlakuan dengan penambahan minyak esensial jahe, waktu yang diperlukan untuk

menguapkan nira cair dengan kadar 0,1% memberikan hasil 2,8 jam (Wibowo, Setiawan, & Prasetyo, 2018). Kemudian dilakukan penelitian selanjutnya dengan menambahkan minyak esensial dalam jumlah yang berbeda ke dalam nira cair yang dimasak dengan *Vacuum evaporator* pada suhu 80°C dengan tekanan -0,80 bar. Minyak esensial yang digunakan adalah minyak sawit, VCO, dan minyak zaitun. Kadar tiap minyak esensial dibedakan dalam tiga variasi 30 ml, 50 ml, dan 100 ml. Proses laju evaporasi diukur setiap 1 jam selama masa pemasakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya penambahan minyak esensial berpengaruh signifikan terhadap laju evaporasi nira cair. Penambahan minyak sawit pada konsentrasi 100 ml mampu meningkatkan laju evaporasi nira cair hingga 4 Kg/h (Nugraha, Santoso, & Pratama, 2020).

Setelah dilakukan beberapa kali penelitian dengan menggunakan tambahan minyak esensial yang bervariasi maka didapatkan waktu yang diperlukan untuk menguapkan nira cair kelapa lebih cepat dan efisien. Oleh karena itu, perlu adanya alat pemantau proses tersebut sehingga memberikan peringatan pada saat proses produksi gula aren. Dalam pelaksanaannya alat pemantau proses ini menggunakan sensor *loadcell* kapasitas 100 kg. Kemudian di atur *setpoint* nilai konsentrasi kekentalan gula aren yang diinginkan. Pada saat proses pemasakan volume air pada nira cair akan menguap sehingga berat bahan pada alat akan berkurang hingga mencapai konsentrasi kekentalan yang diinginkan yaitu 20% dari masa yang di produksi. Kemudian *output* dari alat pemantau proses akan berupa bunyi dari *buzzer* dan lampu indikator yang akan menyala pada saat alat mengukur hingga berat yang telah diatur.

Pada penelitian ini, alat pemantau proses menggunakan mikrokontroler ESP 32, sensor *load* 100 kg untuk memantau perubahan proses dan menggunakan modul HX711 untuk mengkalibrasi hasil pembacaan. *Output* yang dihasilkan akan berupa nilai pembacaan pada *spreadsheet* dan bunyi dari *buzzer*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah pada penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Bagaimana membuat model alat ukur yang dapat memantau proses dan memberikan informasi yang ditampilkan pada *spreadsheet* ?
2. Bagaimana hasil nilai keakurasian sensor suhu dan sensor *loadcell* yang digunakan ?
3. Bagaimana hasil prediksi brix pada pengujian pengolahan nira aren cair?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Membuat alat pemantau proses pada mesin *vacuum evaporator* secara otomatis.
2. Menentukan nilai keakurasian sensor suhu serta sensor *loadcell* yang digunakan.
3. Mengukur prediksi nilai brix pada pengujian pengolahan nira aren cair.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat batasan masalah yang bertujuan agar fokus penelitian ini tidak sampai menyebar. Adapun beberapa batasan masalah pada penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Hanya membuat alat pemantau proses pada proses produksi gula aren menggunakan *vacuum evaporator* menggunakan sensor *loadcell* 100 kg dan ESP 32 sebagai mikrokontroler dari alat tersebut.
2. Tidak membahas proses pengolahan gula aren secara detail.
3. Output pemantauan proses berupa informasi pada *Spreadsheet* dan indikator berupa buzzer dan lampu menyala.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah menjadikan proses pemantauan pada produksi gula aren lebih termonitor sehingga dapat mengetahui informasi pada saat proses dilakukan dan memberikan informasi target produksi telah tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrayani, W. (2015). Studi Perancangan Evaporator untuk Pemurnian Larutan. *Jurnal Teknik Kimia*, 12(2), 45-52.
- Arijaya, I. M. (2019). RANCANG BANGUN ALAT KONVEYOR UNTUK SISTEM SOLTIR BARANG BERBASIS MIKROKONTROLER ESP 32. *RESISTOR*, 126-135.
- Budiarti, R., & Amelia, A. (2022). Analisis Perbandingan Antara Evaporasi dan Pengeringan dalam Konteks Pengolahan Bahan Kimia. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 10(1), 45-52.
- Dewi, A. e. (2019). Characterization of essential oil from baby java orange (Citrus sinensis) solid waste. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Efendi, Y. (2018). INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 8(1), 19-26.
- Elektro, T. (2020, November 30). *Apa itu ESP 32*. Retrieved from ELEKTRO UMA: <https://elektro.uma.ac.id/2020/11/30/apa-itu-arduino-uno/>
- Manangkalangi, F. F., & all, e. (2020). Implementasi Sistem Otomasi Takaran Biji Kopi Pada Tempat Penyimpanan di Mesin Penggiling Kopi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* , 2782-2790.
- Mustika, A., & Susilowati, R. (2019). Pengaruh Penambahan Minyak Esensial Kayu Manis terhadap Waktu Penguapan Nira Cair. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 17(2), 78-85.
- Nazaruddin, A. (2017). Penggunaan *Vacuum evaporator* dalam Proses Pengurangan Air pada Zat. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 14(1), 30-38.
- Nugraha, A., Santoso, H., & Pratama, D. (2020). Pengaruh Penambahan Minyak Esensial (Minyak Sawit, VCO, dan Minyak Zaitun) terhadap Laju Evaporasi Nira Cair pada *Vacuum evaporator*. *Jurnal Teknik Kimia dan Proses Industri*, 17(2), 85-93.

- Reza, M. (2008). Pengaruh Waktu Pengambilan Getah Aren dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Gula Aren. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 3(1), 1-8.
- Safitri, R. (2019). Karakteristik Nira Aren, Isolasi dan Identifikasi Mikroba Penghasil Enzim Penghidrolisis Pati, dan Kualitas Gula Aren Hasil Fermentasi Mikroba. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2), 251-260.
- Safitri, R., & Dewi, R. (2018). Karakteristik Kimia dan Sensori Gula Aren dari Tandan Buah Aren (*Arenga pinnata Merr*) yang Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 328-338.
- Sangeetha, Y., Sashank, P. S., & all, e. (2023). Development of Weight System Embedded with Tracking System using ESP 32 Rev3. *International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)* (pp. 1411-1416). India: IEEE.
- Siswanto, & Triana, N. W. (2017). *Vacuum evaporator Design Liquid Ring Vacuum Pump Method* . *International Seminar of Research Month Science and Technology in Publication, Implementation and Commercialization*, 222-226.
- Syakdani, A., Purnamasari, I., & Necessary, E. (n.d.). PROTOTIPE ALAT EVAPORATOR VAKUM (EFEKTIVITAS TEMPERATUR DAN WAKTU EVAPORASI TERHADAP TEKANAN VAKUM DAN LAJU EVAPORASI PADA PEMBUATAN SIRUP BUAH MENGGUDU (*Morinda citrifolia L.*)). *Polsri*, 29-35.
- Syakdani, M., Setiawan, A., & Pratama, A. (2019). Pengaruh Suhu Larutan terhadap Laju Penguapan dalam *Vacuum evaporator*. *Jurnal Teknik Kimia dan Proses Industri*, 16(2), 100-108.
- Utama, I. (2021, September 20). *Indolab Utama*. Retrieved from <https://indolabutama.com/rotary-evaporator-pengertian-dan-prinsip-kerja/>
- Warasi, Y. M. (2021, May 26). *Apa Itu Brix Dalam Analisa Derajat Gula*. Retrieved from Cairo Food: <https://cairofood.id/apa-itu-brix-analisa-derajat-gula/>

- Wibowo, A., Setiawan, B., & Prasetyo, D. (2018). Pengaruh Penambahan Minyak Esensial Jahe terhadap Waktu Penguapan Nira Cair Kelapa. *Jurnal Teknik Kimia dan Proses Industri*, 15(1), 45-52.
- Winter. (2023). Using Data from *Loadcell*. *PROTOCOL*, 14.
- Wiyono, B., Setiawan, R., & Pramono, H. (2021). Pengaruh Penambahan Minyak Esensial terhadap Laju Evaporasi dalam Alat Penelitian. *Jurnal Teknik Kimia Terapan*, 18(3), 145-152.
- Yuwono, S., & Waziroh, W. (2017). Pengaruh Suhu dan Tekanan dalam Proses Penguapan terhadap Pembentukan Kristal Gula. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 15(2), 87-94.
- Zamroni, A. (2013). Pengukuran Indeks Bias Zat Cair Melalui Metode Pembiasan Menggunakan Plan Paralel. *Jurnal Fisika*.