

**EKSPERIMEN ALAT KONTROL BERBASIS ESP32 PADA  
*VACUUM EVAPORATOR* UNTUK PENGOLAHAN GULA  
AREN CAIR**

**Skripsi**

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



Disusun Oleh:

**BIMO SAPUTRO**

**NPM. 3331200024**

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

**2024**

**EKSPERIMEN ALAT KONTROL BERBASIS ESP32 PADA  
*VACUUM EVAPORATOR* UNTUK PENGOLAHAN GULA  
AREN CAIR**

**Skripsi**

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



Disusun Oleh:

**BIMO SAPUTRO**

**NPM. 3331200024**

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

**2024**

## TUGAS AKHIR

### EKSPERIMEN ALAT KONTROL BERBASIS ESP32 PADA VACUUM EVAPORATOR UNTUK PENGOLAHAN GULA AREN CAIR

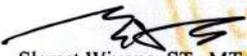
Dipersiapkan dan disusun Oleh :

**Bimo Saputro**  
3331200024

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 26 Juni 2024

Pembimbing Utama

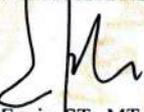
  
Dr. Erwin, ST., MT.  
NIP.197310062009121001

  
Slamet Wiyono, ST., MT.  
NIP.197312182005011001

Anggota Dewan Penguji

  
Dr. Hamdan Akbar Notonegoro, S.Si., M.Si.  
NIP.197901292010121002

  
Hadi Wahyudi, MT., Ph.D.  
NIP. 197101162002121001

  
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, 03 Juli 2024  
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

### EKSPERIMEN ALAT KONTROL BERBASIS ESP32 PADA VACUUM EVAPORATOR UNTUK PENGOLAHAN GULA AREN CAIR

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

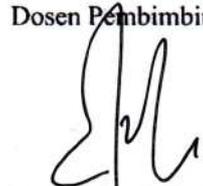
**Bimo Saputro**

**3331200024**

Telah disetujui oleh dosen pembimbing skripsi

Pada tanggal 05 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1,



**Dr. Erwin, S.T., M.T**

**NIP. 197310062009121001**

Dosen Pembimbing 2,



**Slamet Wiyono, S.T., M.T**

**NIP. 197312182005011001**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 06 Juli 2024

Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



**Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.**

**NIP. 198305102012121006**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Bimo Saputro

NPM : 3331200024

Judul : Eksperimen Alat Kontrol Berbasis ESP32 Pada Vacuum Evaporator Untuk  
Pengolahan Gula Aren Cair

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

### **MENYATAKAN**

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

Cilegon 10 Juli 2024



**Bimo Saputro**  
NPM. 3331200024

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, Karena telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga saya dapat menyelesaikan untuk sidang tugas akhir ini dengan judul "Eksperimen Alat Kontrol ESP32 Pada *Vacuum evaporator* Untuk Pengolahan Gula Aren Cair". Adapun disusunnya laporan ini ditujukan untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan Strata-1 (S1) jurusan teknik mesin FT. UNTIRTA. Semoga laporan ini dapat memberikan informasi kepada pembaca dan penulis menyadari bahwa pada laporan ini masih banyak kekurangan oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi memperbaiki penulisan laporan ini dimasa yang akan datang. Dengan kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terimakasih atas bantuan dan bimbingan kepada:

1. Bapak Dhimas Satria, ST., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Dr. Erwin, S.T., MT., dan Bapak Slamet Wiyono S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing yang sudah membantu dan memberikan arahannya.
3. Ibu Dr.Ir. Ni Ketut Caturwati, M.T. Selaku Dosen pembimbing akademik.
4. Bapak Dr. Mekro Permana Pinem S.T., M.T., Selaku koordinator tugas akhir periode saat ini di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Seluruh Dosen jurusan teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Orang tua penulis yaitu Pudiantoro dan Sri Rejeki serta keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan doa selama melakukan penelitian ini.
7. Seluruh teman-teman teknik mesin angkatan 2020 Univerisitas Sultan Ageng Tirtayasa.
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, 10 Mei 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Bimo Saputro', written in a cursive style.

Bimo Saputro

3331200024

## ABSTRAK

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai laju evaporasi pada *vacuum evaporator* untuk gula aren cair dengan sistem Kontrol ESP32 yang terpasang pada *vacuum evaporator* dan membuat optimalisasi pada gula aren cair. Penelitian dilakukan dengan memasang kontrol sistem ESP32 ke dalam perangkat alat *vacuum evaporator* yang ditujukan untuk mempermudah pemantauan dalam pengolahan gula aren cair, dengan pemasakan ditemperatur kurang dari 80°C atau lebih spesifiknya diangka 62-66°C dengan tekanan stabil diangka 0,75 - 0,7 bar. Menggunakan berat nira aren cair sebanyak 21,4 Kg dan untuk nilai *brix* awal sebesar 11 °*brix*. Dilakukan pemasakan hingga nilai *brix* mencapai 65 yang memakan waktu 17 jam pemasakan dengan pengecekan atau bentuk validasi dari nilai *brix* telah mencapai 65 °*brix* adalah dengan melakukan pemantauan kenaikan nilai *brix* menggunakan refractometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwasanya nilai laju evaporasi yang diukur per 1 jam didapatkan nilai rata rata sebesar 0.973529 Kg/jam. Dalam kesimpulannya penambahan sistem Kontrol ESP32 ini dapat berjalan baik hingga *output* nilai *brix* aktual menyentuh 65 °*brix* tercapai, namun perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui efek dari penambahan temperatur yang lebih tinggi apakah dapat berpengaruh pada nilai laju evaposarinya selama pengolahannya.

**Kata Kunci** : *brix*, gula aren cair, laju evaporasi, sistem kontrol ESP32, *vacuum evaporator*

## ABSTRACT

This study aims to determine the value of the evaporation rate in a vacuum evaporator for liquid palm sugar with an ESP32 control system attached to the vacuum evaporator and make optimisation of liquid palm sugar. The research was conducted by installing an ESP32 control system into a vacuum evaporator device intended to facilitate monitoring in the processing of liquid palm sugar, with cooking at temperatures less than 80 °C or more specifically at 62-66 °C with stable pressure at 0.75 - 0.7 bar. Using a weight of 21.4kg of liquid palm juice and an initial brix value of 11 obrix. Cooking was carried out until the brix value reached 65 which took 17 hours of cooking by checking or validating the brix value had reached 65 °brix by monitoring the increase in brix value using a refractometer. The results showed that the value of the evaporation rate measured per 1 hour obtained an average value of 0.973529 Kg / hour. In conclusion, the addition of the ESP32 Control system can run well until the actual brix value output touching 65 °brix is reached, but further research needs to be done to find out the effect of adding higher temperatures whether it can affect the value of the evaporation rate during processing.

**Keywords:** brix, liquid palm sugar, evaporation rate, ESP32 control system, vacuum evaporator

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ixi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Staage of art</i> .....	4
2.2 Aren ( <i>Arenga pinnata</i> ) .....	6
2.3 Nira Aren Cair .....	7
2.4 <i>Vacuum evaporator</i> .....	8
2.5 Evaporasi.....	10
2.6 <i>Brix</i> .....	11
2.7 Mikontroler ESP32.....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	13

3.2	Prosedur Penelitian .....	15
3.3	Alat dan Bahan yang digunakan.....	16
3.3.1	Alat yang digunakan .....	16
3.3.2	Bahan yang digunakan .....	20
3.4	Metode Penelitian .....	20
3.5	<i>Setup Experiment</i> .....	21
3.6	Perencanaan Data Penelitian .....	22

#### **BAB IV DATA DAN ANALISA**

4.1	<i>Vacuum evaporator</i> dengan Sistem Kontrol ESP32.....	19
4.2	Hasil Pengujian Performa <i>Vacuum evaporator</i> dengan Sistem Kontrol ESP32.....	20
4.2.1	Perbandingan Nilai <i>Brix</i> Aktual dan <i>Brix</i> Kontrol ESP32 Terhadap Waktu.....	21
4.2.2	Perbandingan Nilai <i>Brix</i> Kontrol ESP32 dan Berat Terhadap Waktu.....	22
4.2.3	Perbandingan Nilai <i>Brix</i> Aktual dan Berat Terhadap Waktu.....	23
4.2.4	Perbandingan Nilai Laju Evaporasi Terhadap Waktu.....	25
4.2.5	Perbandingan Sensor Suhu Kontrol ESP32 dan <i>Thermocuople</i> Terhadap Waktu.....	26
4.3	Hasil dan Pembahasan Performa <i>Vacuum evaporator</i> .....	28

#### **BAB V KESIMPULAN**

5.1	Kesimpulan.....	30
5.2	Saran.....	31

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

Lampiran Data Pengujian Aktual Menggunakan *Refractometer*  
Lampiran Data Pengujian Sistem Kontrol ESP32  
Lampiran Data Laju Evaporasi Perjam  
Lampiran Pengambilan Data  
Lampiran Pengambilan Nira Aren Cair

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Pohon Aren .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Nira Aren Cair.....	8
<b>Gambar 2.3</b> <i>Vacuum evaporator</i> .....	9
<b>Gambar 2.4</b> <i>Refractometer</i> .....	11
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	13
<b>Gambar 3.2</b> Kompor.....	16
<b>Gambar 3.3</b> Panci Vakum.....	17
<b>Gambar 3.4</b> Timbangan Digital.....	17
<b>Gambar 3.5</b> <i>Refractometer</i> .....	17
<b>Gambar 3.6</b> Termometer.....	18
<b>Gambar 3.7</b> <i>Pressure gauge</i> .....	19
<b>Gambar 3.8</b> Venturi.....	20
<b>Gambar 3.9</b> ESP8266.....	21
<b>Gambar 3.10</b> Loadcell.....	21
<b>Gambar 3.11</b> Nira Aren Cair.....	22
<b>Gambar 3.12</b> <i>Setup Experiment</i> .....	23
<b>Gambar 4.1</b> <i>Vacuum evaporator</i> dengan Sistem Kontrol ESP32.....	25
<b>Gambar 4.2</b> Nira Aren Hasil Pengolahan.....	27
<b>Gambar 4.3</b> Perbandingan Nilai <i>Brix</i> Aktual dan <i>Brix</i> Kontrol ESP32 Terhadap Waktu.....	27
<b>Gambar 4.4</b> Perbandingan Nilai <i>Brix</i> Kontrol ESP32 dan Berat Terhadap Waktu.....	28
<b>Gambar 4.5</b> Perbandingan Nilai <i>Brix</i> Aktual dan Berat Terhadap Waktu.....	30
<b>Gambar 4.6</b> Perbandingan Nilai Laju Evaporasi Terhadap Waktu.....	32
<b>Gambar 4.7</b> Perbandingan Sensor Suhu Kontrol ESP32 dan <i>Thermocuople</i> Terhadap Waktu.....	34

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1</b> <i>Stage of Art</i> .....	5
<b>Tabel 2.2</b> Spesifikasi Mikrokontroler ESP32.....	13
<b>Tabel 3.1</b> Perencanaan Data Penelitian Manual.....	22
<b>Tabel 3.2</b> Perencanaan Data Penelitian Sistem Kontrol ESP32... ..	22
<b>Tabel 4.1</b> Laju Evaporasi Terhadap Waktu.....	29

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Nira cair adalah bahan baku penting dalam pembuatan gula aren yang diperoleh dari pada pohon-pohon palma seperti kelapa atau aren. Nira cair mengandung sejumlah gula alami seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa, serta beberapa mineral dan nutrisi lainnya yang berasal dari tanaman. Proses pembuatan gula aren dari nira cair melibatkan serangkaian langkah termasuk pemanasan, pengentalan, dan pemurnian untuk menghasilkan gula aren. Proses pengolahan nira cair menjadi gula aren secara tradisional memerlukan waktu yang cukup lama dengan melalui beberapa tahapan proses yang memakan waktu berhari-hari. Namun proses tersebut dapat dipangkas melalui proses menggunakan *Vacuum evaporator* dengan memanfaatkan tekanan rendah, penguapan air dari nira cair dapat dilakukan pada suhu yang lebih rendah, yang membantu mencegah kerusakan atau karamelisasi gula aren yang dihasilkan. Pengolahan nira aren cair ini membutuhkan waktu yang cukup lama, semakin banyak nira aren cair yang dimasak maka semakin lama juga proses pengolahannya, karena dibutuhkan waktu untuk mendapatkan nira dengan kadar air kurang lebih 20 %.

Dalam penelitian sebelumnya, *vacuum evaporator* pada gula aren cair ini memerlukan waktu proses selama 9 jam dan dapat menurunkan kadar air nira cair sebanyak 80% (Slamet Wiyono, Erwin, Syarif, 2021). Kemudian berdasarkan jurnal ini, menggunakan nira cair seberat 23,4 kg, dengan melakukan *vacuum* pada tekanan 0,24 atm dan menjaga temperatur pemasakan pada temperatur 77<sup>0</sup> C untuk menjaga kandungan yang ada pada nira tidak hilang karna pemanasan. Dengan melakukan pengujian tersebut selama kurang lebih 9 jam, index kemanisan gula aren yang dihasilkan sebesar lebih dari 30 index *Brix*. Dimana nilai *Brix* ini menunjukkan kadar kandungan gula yang ada pada gula aren cair dalam larutan air.

Dimana pengujian ini dilakukan sedikit inovasi dari pengujian sebelumnya yaitu dengan melihat *output* pemantauan pengujian dengan menggunakan sistem kontrol ESP32 dan juga secara manual, apakah hasilnya memiliki perbedaan yang jauh atau tidak, dengan *output* nilai *Brix* yang akan menjadi acuannya. Dimana sistem kontrol ESP32 ini dimaksudkan jika hasil perbandingan ini memiliki hasil yang berbeda sedikit atau menyamai dengan hasil pengujian manual, maka penguji atau pengrajin gula aren ini tidak perlu menunggu proses pengolahan nira cair ini, namun hanya perlu memperhatikan hasil pengambilan data melalui gadget pribadi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini merupakan rumusan masalah yang ada pada penelitian ini adapun seperti dibawah ini.

1. Berapakah nilai laju evaporasi pengolahan nira aren menggunakan *vacuum evaporator* dalam setiap jamnya?
2. Berapa lamakah waktu yang dibutuhkan untuk membuat nilai *Brix* pada nira cair berada pada titik yang diinginkan yaitu pada nilai *Brix* 65 ?
3. Dapatkah menggunakan alat kontrol berbasis ESP32 pada *vacuum evaporator* untuk meningkatkan kontrol dan monitoring proses produksi gula aren cair?

## 1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Dapat menentukan nilai laju evaporasi pengolahan nira aren menggunakan alat *vacuum evaporator* dalam setiap jamnya.
2. Dapat menentukan waktu yang dibutuhkan untuk membuat nilai *Brix* pada nira cair berada pada titik yang diinginkan yaitu pada nilai 65 °*brix*.
3. Dapat menggunakan alat kontrol berbasis ESP32 pada *vacuum evaporator* untuk meningkatkan kontrol dan monitoring proses produksi gula aren cair

#### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini berfokus agar penelitian ini tidak menyebar dari variable yang ingin dicari. Adapun batasan masalah yang ada pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Penggunaan alat kontrol berbasis ESP32 ini memiliki *output* yaitu pada tahap monitoring pada pengolahan gula aren cair.
2. *Output* pemantauan berupa nilai *Brix* yang sudah mencapai nilai 65 pada *refractometer*.
3. Jenis cairan uji yang digunakan adalah nira aren cair segar.
4. Temperatur pemasakan dikontrol oleh ESP32 agar tidak melebihi 80°C.
5. *Vacuum evaporator* yang digunakan adalah *Vacuum evaporator External Heater*.
6. Nilai brix awal nira aren cair berkisar 10-15 °brix.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini merupakan dapat diketahuinya laju evaporasi dari *vacuum evaporator* yang disertai dengan pemantauan dengan sistem kontrol ESP32 yang baik guna mempermudah dan membuat lebih efisien pengrajin nira aren cair. Juga dapat membuat kualitas gula aren cair yang lebih baik karena dengan sistem control ESP32 temperatur dapat diatur sesuai ketentuan yang diinginkan pengrajin untuk mendapatkan kualitas yang standar sukrosa cair NO. 8779.2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi Syakdani, I. P. (2019). PROTOTIPE ALAT *EVAPORATOR* VAKUM (EFEKTIVITAS TEMPERATUR DAN WAKTU EVAPORASI TERHADAP TEKANAN VAKUM DAN LAJU EVAPORASI PADA PEMBUATAN SIRUP BUAH MENGGUDU (*Morinda citrifolia* L.)). *Jurnal Kinetika*, 29-35.
- Ahmad Auhaz Author, A. F. (2021). PENENTUAN KONSENTRASI GLUKOSA PADA BEBERAPA MINUMAN SUPLEMEN BERENERGI MENGGUNAKAN REFRAKTOMETER-ABBE. *Eksperimen Fisika*, 1-8.
- Erwin, Slamet Wiyono. (2024). Investigation Effect of Liquid Arenga Sugar's Evaporation Temperature under *Vacuum Pressure*. *Research and Innovation in Food Science and Technology*.
- Fazekas, A. Z. (2019). Design and Integration of High-Resolution Sensors for Novel *Vacuum* Evaporation Technology. *Journal of Sensor Technology*, 58-64.
- Hariyati, P. (2020, Juli 28). Mengenal Alat *Evaporator*, prinsip kerja, dan tipe-tipenya. *Bisakimia*.
- Humaira, A. (2024, April 9). Pohon Aren. *Alam Alami*.
- J, F. (2017, March 14). 10 Best Refractometers. *Wonderful Engineering*.
- Jamaluddin. (2011). Pengaruh Suhu dan Tekanan Vakum Terhadap Penguapan Air dan Perubahan Warna (b) Keripik Buah Selama Proses Penggorengan Vakum. *TEKNOLOGI*, 193-200.
- Julham Prasetya Pane, E. J. (2015). PENGARUH KONSENTRASI PEREKAT TEPUNG TAPIOKA DAN PENAMBAHAN KAPUR DALAM PEMBUATAN BRIKET ARANG BERBAHAN BAKU PELEPAH AREN (*Arenga pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 32-38.
- Lempang, M. (2012). Pohon Aren dan Manfaat Produksinya. *Buletin Eboni*, 37-54.
- Lukmana, D. (2021, Oktober 18). Apa itu Air Nira? Si Segar yang Banyak Manfaat. *Healthy Foodie*.

- Mody Lempang, A. D. (2012). Efektifitas Nira Aren Sebagai Bahan Pengembang Adonan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 26-35.
- MUHAMMAD ICHWAN, I. A. (2018). Klasifikasi Support Vector Machine (SVM) Untuk Menentukan Tingkat Kemanisan Mangga Berdasarkan Fitur Warna. *Mind Journal*, 16-24.
- Rueda-Gensini, L. J.-P. (2022). Impact of Thermal Processing on the Anti-inflammatory Activity of Non-Centrifugal Cane Sugar. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46 (1).
- Shinta Rosalia Dewi, N. I. (2014). PENGARUH SUHU PEMASAKAN NIRA DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP KUALITAS GULA MERAH TEBU. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 149-158.
- Siswanto, N. W. (2017). PERANCANGAN VACUM EVAPORATOR METODE LIQUID RING VACUM PUMP. *Jurnal Teknik Kimia*, 24-27.
- Sjamsiwarni Reni Sjarif, A. M. (2021). PENGARUH PENAMBAHAN GLUKOSA DAN DERAJAT BRIX UNTUK MENGHAMBAT PROSES KRISTALISASI PADA PRODUK GULA CAIR NIRA AREN. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 27-35.
- Slamet Wiyono, E. E. (2021). Unjuk Kerja Vacuum evaporator Untuk Menghasilkan Gula Cair Aren. *Teknika : Jurnal Teknik*, 123-128.
- Yunita F. Assah, F. I. (2018). PENGARUH LAMA PENYIMPANAN TERHADAP MUTU GULA CAIR DARI NIRA AREN. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 1-10.
- Yunos, N. M. (2018). Quantification of Sugars, Minerals Composition, and Metal Ion Chelating Activity of *Arenga pinnata* Syrup Using Vacuum Evaporation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 64-70.