



## Analisis Kadar Alkohol Nira Manis dari Pohon Aren (*Arenga pinnata Merr*)

Dewi Lidiawati\*<sup>1</sup>, Syahrul Mubarak<sup>1</sup>, Nurul Khaerani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Institut Teknologi Kesehatan dan Sains Muhammadiyah Sidrap, Sulawesi Selatan

\*Corresponding author: [dewilidia13@gmail.com](mailto:dewilidia13@gmail.com)

### Abstrak

Nira manis pohon aren termasuk dalam minuman yang dapat mengandung alkohol karena selama proses penyadapan dan penyimpanan terjadi proses fermentasi membentuk senyawa alkohol yang mudah menguap. Jika fermentasi berlangsung secara terus menerus, maka akan menjadi asam cuka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar alkohol pada nira manis pohon aren (*Arenga pinnata Merr*). Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu tuak manis dengan waktu penyimpanan 4 jam, 7 jam dan 10 jam dalam suhu ruang. Hasil penelitian tuak manis pohon aren (*Arenga pinnata Merr*) di Desa Patampanua Kecamatan Maarioriawa Kabupaten Soppeng dengan waktu penyimpanan 4 jam masih aman untuk dikonsumsi, sedangkan tuak manis dengan penyimpanan 7 dan 10 jam teridentifikasi mengandung alkohol dan termasuk dalam golongan B (sedang) yaitu minuman keras dengan kadar alkohol lebih dari 5% - 20%, termasuk golongan yang dapat memabukkan dan tidak boleh dikonsumsi.

**Kata Kunci:** Alkohol, aren, fermentasi, nira

### Abstract

*Drinks that can contain alcohol include sweet palm sap because it ferments during the tapping and storage process to form volatile alcohol compounds. If fermentation continues, it will become acetic acid. This study aims to determine the amount of alcohol content in sweet palm sap (Arenga pinnata Merr). The samples used in this study were sweet palm wine with a storage time of 4 hours, 7 hours, and 10 hours at room temperature. The results of the study of sweet palm wine (Arenga pinnata Merr) in Patampanua Village, Maarioriawa District, Soppeng Regency, with a storage time of 4 hours were still safe for consumption, while sweet palm wine with storage for 7 and 10 hours was identified as containing alcohol and included in group B (moderate), namely alcoholic beverages with an alcohol content of more than 5%–20%, including groups that can be intoxicating and should not be consumed.*

**Keywords:** Alcohol, palm, fermentation, palm juice

## 1. PENDAHULUAN

Tanaman aren atau *Arenga saccharifera*, namun saat ini lebih dipustakakan dengan nama *Arenga pinnata Merr*. Tanaman aren dapat dijumpai dari selatan Cina dan juga kepulauan Guam hingga pantai barat India. Juga banyak ditemukan di Malaysia, Philipina, Vietnam, Laos, Kamboja, Birma (Myanmar), Thailand Lutony dan Srilanka. Akan tetapi konon, tanaman yang termasuk dalam keluarga Palma atau Aracaceae ini berasal dari Indonesia (Simatupang *et al.*, 2023)

Nira yang berasal pohon aren termasuk minuman dapat mengandung alkohol yang mudah menguap karena selama proses penyadapan dan penyimpanan dapat terjadi proses fermentasi yang disebabkan karena proses penyadapan yang tidak memperhatikan kebersihan batang bambu yang digunakan pada saat penampungan. Apabila fermentasi berlangsung terus menerus hingga beberapa hari, maka akan membentuk asam cuka. Adanya kontaminasi oleh mikroorganisme khususnya khamir dan bakteri jenis *Saccharomyces sp* dan *Acetobacter sp* setelah pengambilan tuak yang

dibiarkan dalam batang bambu atau jerigen dalam waktu yang cukup lama akan mengalami proses fermentasi. Nira yang telah mengalami proses fermentasi oleh mikroorganisme ini selanjutnya disebut dengan tuak yang tidak jarang dimanfaatkan sebagai minuman beralkohol yang dapat memabukkan (Aisyah *et al.*, 2019)

Nira aren menjadi minuman yang cukup dikenal oleh masyarakat. Tuak nira, gula merah, sirup aren merupakan olahan nira yang disadap dari pohon aren. Pemanfaatan air nira aren sebagai minuman ringan masih sangat rendah karena nira yang telah terisi didalam wadah penampung pada pohon aren (*Arenga pinnata Merr*) mudah mengalami fermentasi dan dapat merusak mutu dari nira aren yang umumnya berasa manis. Sehingga para petani lebih memilih nira aren untuk diolah menjadi tuak aren ataupun gula merah (Bakri *et al.*, 2022)

Penyadapan bunga jantan dari pohon aren akan menghasilkan cairan manis yang disebut nira. Aren (*Arenga pinnata Merr*) merupakan salah satu tanaman palm yang dapat tumbuh dengan baik di Indonesia. Pohon aren merupakan pohon yang hampir semua bagian fisik maupun produksinya dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomis. Manfaat aren sudah banyak dikembangkan oleh masyarakat lokal dari pembuatan gula cetak, gula semut, tepung aren dan kolang kaling serta telah memasuki pasar moderen namun dalam kuantitas yang sangat terbatas. Akibat terjadinya fermentasi menyebabkan nira aren mudah mengalami kerusakan karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan selama penyadapan dan pengangkutan ke tempat pengolahan (Sinaga *et al.*, 2021)

Nira manis dapat diperoleh dari bagian berbagai jenis tanaman tertentu, yang proses pengambilannya dilakukan dengan cara diperas, digiling, dan disadap (Mardiyah, 2017)

Nira umumnya digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan pemanis atau gula. Selain itu, nira juga dapat digunakan untuk membuat asam cuka, obat tradisional atau minuman beralkohol. Terdapat banyak jenis tanaman yang dapat menghasilkan nira seperti aren, tebu, kelapa, bit, kurma, nipah, sagu, siwalan, sorgum dan mapel (Sylvana *et al.*, 2023)

Tuak merupakan minuman beralkohol asli Indonesia yang terbuat dari air kelapa atau air aren yang sering disebut dengan nira, namun dalam penggunaannya masih dalam jumlah yang sedikit. Nira ini didapatkan melalui proses penyadapan pada batang pohon kelapa/siwalan yang dilubangi dan diberi wadah untuk menyimpan nira (Lempang, 2012). Nira yang disimpan dalam waktu yang lama maka akan terjadi proses fermentasi oleh mikroorganisme yang terdapat dalam nira, sehingga menyebabkan rasa asam karena terbentuknya asam asetat dan merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme seperti khamir, kapang maupun bakteri. Meskipun cairan yang keluar dari bunga bersifat steril, namun kerusakan pada nira dapat terjadi sejak nira ditampung pada bambu atau ketika nira tersebut disadap dari pohon, juga saat nira disimpan untuk menunggu waktu pengolahan. Oleh sebab itu nira harus segera diolah sesaat setelah diambil dari pohon, paling lambat 90 menit setelah dikeluarkan dari bambu, atau dapat bertahan sedikit lebih lama apabila di simpan dalam lemari pendingin. Sejauh ini pemanfaatan nira siwalan masih sangat terbatas baik meliputi pengambilan niranya untuk dibuat menjadi gula semut, gula merah, minuman beralkohol. Diantara produk tersebut yang paling banyak diolah petani adalah produk gula merah dan minuman beralkohol. Menurut Alami *et al.* (2023) Alkohol sendiri merupakan zat transparan yang bisa didapatkan melalui proses fermentasi ragi dengan karbohidrat. Selama ini nira siwalan dikonsumsi masyarakat sebagai minuman segar, dengan jangka waktu penyimpanan yang relatif singkat dan disimpan dalam lemari pendingin selama 1-2 hari. Apabila setelah 3 hari minuman tersebut jika dikonsumsi akan berdampak negatif karena dapat memabukkan (Mardiyah, 2017)

Menurut Rizki dan Lubis (2021) proses fermentasi air nira dapat menghasilkan etanol juga dapat menghasilkan CO<sub>2</sub> dan asam-asam organik. Semakin tinggi konsentrasi pada fermentasi maka semakin rendah nilai pH yang dihasilkan. Penurunan pH selama fermentasi terjadi karena nira aren mengandung gula, protein, lemak maupun mineral yang merupakan media yang baik bagi bakteri, kapang maupun khamir. Hal inilah yang menyebabkan air nira menjadi asam karena hasil dari metabolisme mikroorganisme adalah etanol dan CO<sub>2</sub>. Kandungan dari kedua zat ini bersifat asam sehingga terjadi penurunan pH pada nira aren. Pengukuran kadar alkohol selama fermentasi mengalami peningkatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa fermentasi mampu menghasilkan kadar

alkohol, karena proses fermentasi ini dilakukan dalam keadaan tertutup atau aerob sehingga tidak ada udara yang boleh masuk selama proses fermentasi.

## 2.METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi eksperimen laboratorium dengan menguji perbandingan kadar alkohol terhadap tuak manis dari pohon aren (*Arenga pinnata Merr*) berasal dari desa Patampanua, Kecamatan Marioriawa, Kabupaten Soppeng. Berdasarkan waktu penyimpanan 4 jam, 7 jam, dan 10 jam.

Alat yang digunakan di antaranya labu destilasi, tabung reaksi, piknometer, gelas ukur, rak tabung, Erlenmeyer, pipet tetes, corong, pipet volume, Bunsen, penjepit tabung. Bahan Penelitian yaitu  $\text{FeCl}_3$ , nira aren, aquadest, magnesium oksida

### a. Proses Destilasi

Proses destilasi dilakukan dengan memasukkan nira ke dalam labu destilasi, ditambahkan serbuk  $\text{MgO}$  1 gr dan 50 ml aquadest. Destilasi dilakukan hingga mencapai suhu  $78^\circ\text{C}$ . Hasil destilat ditampung, dan dimasukkan ke dalam piknometer kering dan telah diketahui beratnya, kemudian diukur berat akhir destilat. Perlakuan dilakukan pada semua sampel dengan penyimpanan 4 jam, 7 jam dan 10 jam.

### b. Analisis kualitatif

Analisis kualitatif dilakukan menggunakan  $\text{FeCl}_3$ . Sampel hasil destilasi ditambahkan  $\text{FeCl}_3$  1% dan dipanaskan di atas api hingga berwarna merah kecoklatan.

### c. Analisis kuantitatif

Analisis kuantitatif dilakukan dengan cara menimbang piknometer kosong dan piknometer yang telah di isi dengan destilat. Piknometer dikosongkan dan dibilas dengan aquadest beberapa kali kemudian diisi dengan aquadest, lalu dibersihkan, dilap luarnya sampai kering dan ditimbang, dicatat beratnya.

#### a) Dihitung $B_j$ Destilasi dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{berat jenis destilasi} = \frac{\text{berat destilasi}}{\text{berat aquadest}} \times B_j \text{ aquadest}$$



#### b) Dihitung kadar alkohol

$$\text{kadar alkohol} = n - \frac{(m - k) \times o}{I}$$

## 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan kadar alkohol pada nira aren (*Arenga pinnata Merr*) yang diukur berdasarkan lama penyimpanannya, tuak aren dengan waktu penyimpanan 4 jam tidak memiliki kadar alkohol yang di tandai dengan tidak adanya tetesan pada proses destilasi. Tuak dengan penyimpanan 7 jam memiliki kadar alkohol sebesar 9,5%, sedangkan tuak dengan penyimpanan 10 jam memiliki kadar alkohol sebesar 16%.

**Tabel 1.** Uji  $\text{FeCl}_3$  pada sampel tuak manis (*Arengga pinnata* Merr)

Sampel	Hasil	Pengamatan
7 jam		Berwarna merah kecoklatan
10 jam		Berwarna merah kecoklatan

**Tabel 2.** Kadar alkohol pada tuak manis pohon aren (*Arengga pinnata* Merr)

Sampel	Berat piknometer kosong (g)	Berat piknometer aquadest (g)	Berat piknometer Destilasi (g)	Kadar alkohol (%)
4 jam	-	-	-	-
7 jam	24,526	51,813	51,766	9,5%
10 jam	24,497	51,307	48,365	16%

Penelitian perbandingan uji kadar alkohol terhadap nira manis pohon aren (*Arengga pinnata* Merr) berdasarkan waktu penyimpanan. Penelitian ini dilakukan secara kualitatif menggunakan  $\text{FeCl}_3$  dan kuantitatif dengan mengukur kadar alkohol yang diperoleh dari hasil destilasi. Uji kualitatif untuk mengetahui apakah destilat mengandung alkohol. Adapun sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tuak manis pohon aren (*Arengga pinnata* Merr) dengan lama penyimpanan 4 jam, 7 jam dan 10 jam.

Penelitian perbandingan kadar alkohol dilakukan dengan dua tahap, yaitu tahap pemisahan/pemurnian sampel melalui destilasi. Proses destilasi dilakukan menggunakan suhu  $78^\circ\text{C}$  sesuai titik didih alkohol, destilat yang dihasilkan berupa cairan tidak berwarna, mudah menguap. (Artika *et al.*, 2023)

Proses destilasi, yang pertama dilakukan pada sampel dengan penyimpanan 4 jam dan diperoleh hasil tidak terdapat tetesan hasil destilat pada suhu  $78^\circ\text{C}$ , sehingga dapat di duga tidak terdapat kandungan alkohol pada nira dengan penyimpanan 4 jam. Sedangkan pada sampel dengan penyimpanan 7 dan 10 jam di peroleh tetesan pada suhu  $78^\circ\text{C}$ , sehingga dapat di duga sampel dengan penyimpanan 7 dan 10 jam mengandung alkohol. Hasil destilat sampel dengan penyimpanan 7 dan 10 jam selanjutnya di uji secara kualitatif menggunakan  $\text{FeCl}_3$  untuk memastikan

bahwa hasil destilat tersebut senyawa alkohol. Penggunaan  $\text{FeCl}_3$  sebagai pereaksi karena larutan  $\text{FeCl}_3$  dapat bereaksi dengan berbagai jenis senyawa dan menghasilkan warna yang berbeda dikarenakan terdapat perbedaan penggantian jumlah gugus atom dan adanya perbedaan kalorimetri yang terjadi di dalam senyawa.

Uji kualitatif menggunakan metode uji  $\text{FeCl}_3$  dengan cara menambahkan  $\text{FeCl}_3$  1% ke dalam tabung reaksi yang berisi destilat dan dipanaskan diatas Bunsen, berdasarkan perlakuan tersebut maka didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa pada 7 dan 10 jam memiliki kandungan kadar alkohol karena hasilnya menunjukkan reaksi positif yaitu memiliki warna merah kecoklatan. (Nurhasanah & Octarya, 2018)

Bedasarkan penelitian kuantitatif yang dilakukan menggunakan destilasi menunjukkan sampel yang telah disimpan kurang lebih 4 jam tidak memiliki kadar alkohol, dan pada sampel dengan penyimpanan 7 jam memiliki kadar alkohol sebesar 9,5%, sedangkan pada sampel dengan penyimpanan 10 jam memiliki kadar alkohol sebesar 16%, perbedaan ke tiga sampel dipegaruhi berdasarkan waktu penyimpanannya. Perhitungan kadar alkohol berdasarkan ketetapan tabel ketetapan berat jenis alkohol.

**Tabel 3.** Koreksi Berat Jenis Etanol pada suhu 15°C (Kresnadipayana, 2016)

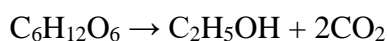
Temperatur 15°C	Temperatur 15°C Ruang Hampa	Kadar Alkohol		Koreksi BJ setiap perbedaan 0,5°C			
		% berat	% Volume	10-15°C	15-20°C	20-25°C	25-30°C
1,0000	0,9991	0	0	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9990	0,9981	0,5	0,6	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9980	0,9971	1,1	1,3	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9970	0,9961	1,6	2,0	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9960	0,9951	2,2	2,7	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9950	0,9941	2,7	3,4	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9940	0,9931	3,3	4,2	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9930	0,9921	3,9	4,9	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9920	0,9911	4,5	5,7	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9910	0,9901	5,1	6,4	0,00006	0,00009	0,00012	0,00015
0,9900	0,9891	5,7	7,2	0,00006	0,00009	0,00012	0,00015
0,9890	0,9882	6,4	8,0	0,00006	0,00009	0,00012	0,00015
0,9880	0,9872	7,1	8,8	0,00006	0,00010	0,00013	0,00015
0,9870	0,9862	7,2	9,7	0,00007	0,00010	0,00013	0,00016
0,9860	0,9852	8,5	10,5	0,00007	0,00010	0,00013	0,00016
0,9850	0,9842	9,2	11,4	0,00007	0,00010	0,00014	0,00016
0,9840	0,9832	9,9	12,3	0,00008	0,00011	0,00014	0,00016
0,9830	0,9822	10,6	13,2	0,00008	0,00012	0,00014	0,00016
0,9820	0,9812	11,4	14,1	0,00009	0,00012	0,00014	0,00017
0,9810	0,9802	12,2	15,0	0,00010	0,00012	0,00015	0,00017
0,9800	0,9792	13,0	16,0	0,00011	0,00012	0,00016	0,00017
0,9790	0,9782	13,8	17,0	0,00012	0,00013	0,00016	0,00018
0,9780	0,9772	14,6	18,0	0,00013	0,00015	0,00017	0,00019
0,9770	0,9762	15,4	19,0	0,00013	0,00016	0,00017	0,00020
0,9760	0,9752	16,3	20,0	0,00013	0,00016	0,00019	0,00021
0,9750	0,9742	17,1	21,0	0,00014	0,00017	0,00019	0,00022
0,9740	0,9732	17,9	22,0	0,00015	0,00018	0,00020	0,00022
0,9730	0,9722	18,8	23,0	0,00016	0,00019	0,00021	0,00023
0,9720	0,9712	19,6	24,0	0,00017	0,00020	0,00021	0,00024

0,9710	0,9702	20,4	24,9	0,00018	0,00020	0,00022	0,00025
0,9700	0,9692	21,2	25,9	0,00019	0,00021	0,00023	0,00025
0,9690	0,9682	22,0	26,8	0,00020	0,00022	0,00024	0,00026
0,9680	0,9672	22,7	27,7	0,00021	0,00023	0,00024	0,00026
0,9670	0,9662	23,5	28,6	0,00022	0,00023	0,00025	0,00026
0,9660	0,9652	24,3	29,5	0,00022	0,00024	0,00025	0,00027
0,9650	0,9642	25,5	30,4	0,00022	0,00025	0,00026	0,00028

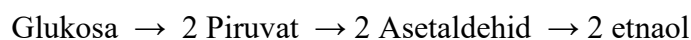
Sampel yang memiliki waktu penyimpanan yang lebih lama mengandung alkohol yang lebih tinggi. Hasil penelitian menunjukkan semakin bertambahnya waktu penyimpanan maka akan semakin besar rendemen yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena saat nira diambil dari pohon masih terdapat kadar gula yang sangat tinggi sehingga nira memerlukan waktu dalam proses fermentasi (Sondakh et al., 2022)

Proses pembentukan alkohol melalui proses fermentasi dilakukan oleh *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* yaitu khamir yang mampu memfermentasi gula menjadi etanol dan CO<sub>2</sub>. Proses fermentasi alkohol, *Saccharomyces cerevisiae* bekerja merombak glukosa menjadi alkohol (Mardiyah, 2017).

Fermentasi *Sacharomyces cereviseae* dapat menghasilkan etanol dan CO<sub>2</sub> melalui reaksi sebagai berikut:



Reaksi perombakan senyawa gula yang terkandung dalam aren oleh *Sacharomyces cereviseae* menjadi etanol dan CO<sub>2</sub>



Proses fermentasi alkohol tersebut, piruvat diubah menjadi etanol (etil alkohol) dalam dua langkah. Langkah pertama melepaskan karbon dioksida dari piruvat, yang diubah menjadi senyawa asetaldehida berkarbon-dua. Dalam langkah kedua, asetaldehida direduksi oleh NADH menjadi etanol (Fibonacci, 2019)

Hasil penelitian tuak manis pohon aren (*Arengga pinnata Merr*) di Desa Patampanua Kecamatan Maarioriawa Kabupaten Soppeng yang di simpan pada suhu ruang dengan waktu penyimpanan 4 jam masih aman untuk dikonsumsi, sedangkan tuak manis dengan penyimpanan 7 dan 10 jam termasuk minuman beralkohol golongan B (sedang) yaitu minuman keras dengan kadar alkohol lebih dari 5% - 20%. termasuk dalam golongan yang dapat memabukkan dan tidak boleh dikonsumsi (Al Zuhri & Dona, 2019). Hal ini sebanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Kartika (2022) yang menguji kadar alkohol dalam tuak menggunakan tiga metode yang berbeda dan diperoleh hasil Kadar alkohol pada tuak menggunakan metode kromatografi gas-FID diperoleh sebesar 11,93%. Hasil kadar alkohol pada arak dengan metode berat jenis diperoleh hasil rata-rata yaitu 59,40% sedangkan hasil kadar alkohol pada arak menggunakan metode kromatografi gas-FID diperoleh sebesar 78,84%. Perbedaan hasil kadar alkohol yang diperoleh dipengaruhi oleh waktu simpan tuak manis yang di gunakan sebagai sampel.

#### 4. SIMPULAN

Pengujian secara kualitatif dan kuantitatif kadar alkohol yang berasal dari tuak manis nira aren dapat disimpulkan bahwa sampel dengan waktu penyimpanan 4 jam tidak memiliki kandungan alkohol dan aman untuk di konsumsi, sedangkan pada sampel dengan penyimpanan 7 dan 10 jam masing-masing memiliki kadar alkohol sebesar 9,5% dan 16%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah S, S., Hasyimuddin, H., & Samsinar, S. (2019). Uji Alkohol Pada Fermentasi Tuak. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 12(2), 148–156. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v12i2.7594>
- Al Zuhri, M., & Dona, F. (2019). *Penggunaan Alkohol untuk Kepentingan Medis Tinjauan Istihsan*.
- Alami, R. R., Nurwanti, R., Yolandari, S., Program, W. M., Farmasi, S., Baubau, P., & Tenggara, S. (2023). Uji Kadar Alkohol Dan Vitamin C Pada Nira Murni Pohon Aren (Arenga Pinnata) di Kota Baubau Test of Alcohol and Vitamin C Levels in Pure Sap of the Aren Tree (Arenga Pinnata) in Baubau City. *Jurnal Promotif Preventif*, 6(1), 81–89.
- Artika, D. I., Sudarminto, H. P., & Wahyudi, F. (2023). Perhitungan Reflux Pada Kolom Iii Stasiun Distilasi Di Pt X Lumajang. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(3), 532–539. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i3.477>
- Bakri, Daga, R., & Samad, A. (2022). Analisis Manajemen Resiko dan Dampak Ekonomi pada Petani Gula Merah di Desa Mangkawani. *Jurnal Sains Manajemen Nitro*, 1(1), 1–17. <https://doi.org/10.56858/jsmn.v1i1.76>
- Fibonacci, A. (2019). Sintesis Alkohol Dari Limbah Nangka (Artocarpus heterophyllus) sebagai Campuran Bahan Bakar Minyak (Biofuel). *Walisono Journal of Chemistry*, 2(1), 17-25.
- Kartika, A. A. (2022). Analisis Kadar Alkohol Pada Minuman Tuak Dan Arak Menggunakan Metode Berat Jenis Dan Kromatografi Gas-FID. *Acta Holistica Pharmacia*, 4(2), 80–106. <https://doi.org/10.62857/ahp.v4i2.136>
- Kresnadipayana, S. P. dan D. (2016). Penetapan Kadar Etanol pada Minuman Beralkohol Berbagai. *Biomedika*, 9(1), 71–74.
- Lempang, M. (2012). Pohon Aren dan Manfaat Produksinya. *Info Teknis EBONI*, 9(1), 37–54.
- Mardiyah, S. (2017). Pengaruh Lama Pemanasan Terhadap Kadar Alkohol Pada Nira Siwalan (Borassus flabellifer). *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 1(1), 9. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v1i1.977>
- Nurhasanah, N., & Octarya, Z. (2018). Synthesis of Vinegar Acid with Raja Uli Banana Peel (Musa paradiaca) by Adding Bagasse Water (Saccharum officinarum). *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v1i1.10189>
- Simatupang, U. C. J., Sinaga, A. H., & Gea, B. J. P. (2023). Study Nilai Tambah Air Nira Menjadi Gula Merah Di Desa Buluh Awar, Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Darma Agung*, 31(3), 112. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v31i3.3410>
- Sinaga, O. T., Fevria, R., Violita, V., & Chatri, M. (2021). Pengaruh Suhu Terhadap Waktu Fermentasi Nira Aren (Arenga pinnata Merr.). *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 2(1), 21–27. <https://doi.org/10.32939/symbiotic.v2i1.12>
- Sondakh, R. C., Ghiffari, M. A., & Nurwantara, M. P. (2022). Analisis Produksi Alkohol Dari Nira Aren Menggunakan Metal Heater. *JAGO TOLIS: Jurnal Agrokompleks Tolis*, 2(2), 46. <https://doi.org/10.56630/jago.v2i2.196>
- Sri Rizki, & Syafrina Sari Lubis. (2021). Analisis Total Koloni Dan Uji Kadar Alkohol Pada Fermentasi Air Nira (Arenga pinnata). *KENANGA Journal of Biological Sciences and Applied Biology*, 1(2), 1–7. <https://doi.org/10.22373/kenanga.v1i2.1912>
- Sylvana, S., Nurlaila, A., & Deni, D. (2023). Analisis Potensi Dan Pemanfaatan Tanaman Aren

(Arenga Pinnata Merr.) Oleh Masyarakat Di Desa Tundagan Kecamatan Hantara Kabupaten Kuningan. *Journal of Forestry And Environment*, 5(2), 66–75.  
<https://doi.org/10.25134/jfe.v5i2.9043>