



ANALISIS MUTU DAN STABILITAS AIR NIRA AREN (*Arenga pinnata*) DI WILAYAH GARUT BERDASARKAN VARIASI SUHU PENYIMPANAN

Melvia Sundalian^{1*}, Adang Firmansyah², Rafif Abdikah Utama², Novi Irwan Fauzi²

Program Studi Profesi Apoteker Farmasi, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia, Bandung, Indonesia

Program Studi Sarjana Farmasi, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia, Bandung, Indonesia

✉ **Email Korespondensi:** melviasundalian@stfi.ac.id

ABSTRAK

Nira aren merupakan bahan baku utama gula aren yang mudah mengalami fermentasi spontan setelah penyadapan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perubahan mutu air nira aren selama penyimpanan pada suhu ruang, suhu dingin, dan suhu ruang dengan penambahan katekin, berdasarkan karakteristik organoleptik, nilai °Brix, pH, dan jumlah koloni mikroba. Penelitian dilakukan secara eksperimental-deskriptif menggunakan sampel nira aren sebanyak 2 L yang diperoleh dari wilayah Garut. Sampel diberi perlakuan penambahan katekin dengan konsentrasi 5% pada kondisi suhu ruang. Pengamatan dilakukan pada interval 24 jam hingga 72 jam dan interval 6 jam hingga 84 jam. Nilai °Brix diukur menggunakan refraktometer, pH menggunakan pH meter portabel, sedangkan jumlah koloni mikroba ditentukan dengan metode Total Plate Count. Pada pengamatan 6 jam, nilai °Brix pada suhu dingin relatif stabil dari 10,8 menjadi 10,7% hingga jam ke-84, sedangkan suhu ruang turun menjadi 5,7%. Perlakuan dengan katekin menunjukkan nilai akhir 7,7%. pH pada suhu dingin menurun dari 6,86 menjadi 5,60, sedangkan suhu ruang turun menjadi 4,01 dan perlakuan katekin menjadi 4,16. Perubahan organoleptik juga berlangsung lebih lambat pada suhu dingin. Hasil menunjukkan bahwa pendinginan merupakan strategi paling efektif untuk mempertahankan mutu nira, sementara katekin berpotensi sebagai perlakuan pendukung.

Kata Kunci: nira aren; °Brix; pH; penyimpanan; katekin

ABSTRACT

Palm sap is a major raw material for palm sugar production and is highly susceptible to spontaneous fermentation after tapping. This study evaluated quality changes in palm sap during storage at room temperature, cold temperature, and room temperature with catechin addition using organoleptic characteristics, °Brix value, pH, and microbial colony counts as indicators. An experimental descriptive approach was applied using 2 L of palm sap collected from Garut, Indonesia, with one treatment consisting of 5% catechin addition at room temperature. Observations were conducted at 24-hour intervals up to 72 hours and at 6-hour intervals up to 84 hours. The °Brix value was measured using a refractometer, pH using a portable pH meter, and microbial colonies using the Total Plate Count method. At the 6-hour observation interval, °Brix under cold storage remained relatively stable, changing from 10.8 to 10.7% at 84 hours, whereas room-temperature storage decreased to 5.7%. The catechin treatment resulted in a final value of 7.7%. The pH under cold storage decreased from 6.86 to 5.60, compared with 4.01 at room temperature and 4.16 with catechin. Organoleptic deterioration also occurred more slowly under cold storage. These findings indicate that refrigeration was the most effective strategy for maintaining palm sap quality, while catechin may serve as a complementary preservation treatment.

Keywords: palm sap; °Brix; pH; storage; catechin

PENDAHULUAN

Nira aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.) merupakan cairan manis hasil penyadapan bunga aren dan menjadi bahan baku penting dalam pengolahan gula aren. Komoditas ini memiliki nilai ekonomi karena dapat diolah menjadi gula cetak, gula semut, minuman fermentasi, dan produk pangan lainnya. Kandungan gula pada nira menyediakan substrat yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme sehingga mutu nira mudah berubah setelah penyadapan. Komponen gula yang dilaporkan pada nira aren meliputi sukrosa, glukosa, dan fruktosa, sedangkan pembacaan °Brix dapat digunakan sebagai indikator praktis total padatan terlarut (Yamamoto et al., 2021).

Kerusakan nira dapat berlangsung cepat terutama ketika bahan dibiarkan pada suhu lingkungan. Aktivitas mikroorganisme dapat memicu fermentasi, pembentukan asam organik, perubahan aroma dan rasa, serta penurunan pH. Penelitian Ansar et al. (2019) menunjukkan bahwa peningkatan suhu penyimpanan mempercepat penurunan pH dan perubahan warna nira aren. Penelitian Mohd Rosdan et al. (2014) juga menunjukkan bahwa selama penyimpanan terjadi penurunan total padatan terlarut dan pH, dengan perubahan yang lebih lambat pada kondisi penyimpanan dingin. Oleh karena itu, pengendalian suhu sejak pascapanen menjadi salah satu faktor penting dalam mempertahankan mutu nira.

Di wilayah Garut, nira aren merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam pengolahan gula aren. Penelitian ini memfokuskan pengamatan pada perubahan mutu nira yang diperoleh dari wilayah tersebut selama penyimpanan. Penilaian menggunakan karakteristik organoleptik, °Brix, pH, dan jumlah koloni mikroba dapat memberikan gambaran perubahan mutu selama penyimpanan. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa penanganan pascapanen, termasuk penyaringan dan pasteurisasi, dapat memperlambat perubahan kimia dan mikrobiologis nira selama penyimpanan (Mulyawanti et al., 2011).

Selain pendinginan, penggunaan bahan berbasis alami sebagai perlakuan pendukung dapat dipertimbangkan. Katekin yang diperoleh dari gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri Gram-positif (Pambayun et al., 2008). Ekstrak gambir juga telah diteliti sebagai bahan pengawet alami pada produk pangan (Kamsina et al., 2020). Temuan tersebut menjadi dasar penggunaan katekin sebagai salah satu perlakuan pendukung dalam penelitian ini, dengan tetap mempertimbangkan bahwa efektivitasnya pada nira aren perlu dinilai berdasarkan data penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi perubahan mutu air nira aren dari wilayah Garut selama penyimpanan pada suhu ruang, suhu dingin, dan suhu ruang dengan penambahan katekin berdasarkan karakteristik organoleptik, nilai °Brix, pH, dan jumlah koloni mikroba. Hasil penelitian diharapkan memberikan informasi mengenai kondisi penyimpanan yang lebih sesuai untuk mempertahankan mutu nira sebelum diolah menjadi produk gula aren.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan eksperimental-deskriptif untuk mengamati perubahan mutu air nira aren selama penyimpanan. Sampel sebanyak 2 L diperoleh dari wilayah Garut dan ditempatkan dalam wadah steril. Selama transportasi ke laboratorium, sampel ditempatkan dalam *cool box* dengan es untuk memperlambat perubahan mutu. Pengamatan dilakukan dalam dua skema waktu. Skema pertama digunakan untuk pengamatan organoleptik pada interval 24 jam hingga 72 jam, sedangkan skema kedua digunakan untuk pengukuran °Brix dan pH pada interval 6 jam hingga 84 jam. Pengujian mikrobiologis dilakukan pada interval 24, 48, dan 72 jam.

Tabel 1. Rancangan kondisi penyimpanan dan interval pengamatan

Perlakuan	Suhu	Interval pengamatan
Suhu ruang	20–25 °C	0, 24, 48, 72 jam
Suhu dingin	2–8 °C	0, 24, 48, 72 jam
Suhu ruang + katekin 5%	20–25 °C	0, 6, 12, 24, 30, 36, 48, 54, 60, 72, 78, 84 jam
Suhu ruang	20–25 °C	0, 6, 12, 24, 30, 36, 48, 54, 60, 72, 78, 84 jam
Suhu dingin	2–8 °C	0, 6, 12, 24, 30, 36, 48, 54, 60, 72, 78, 84 jam

Parameter yang diamati meliputi karakteristik organoleptik, nilai °Brix, pH, dan jumlah koloni mikroba. Pengamatan organoleptik dilakukan terhadap warna, aroma, dan rasa. Nilai °Brix diukur menggunakan *Brix meter refractometer* yang telah dikalibrasi. Dalam artikel ini, istilah °Brix digunakan sebagai indikator total

padatan terlarut yang dinyatakan dalam ekuivalen sukrosa sehingga tidak disamakan dengan penetapan sukrosa secara spesifik. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter portabel yang dikalibrasi dengan buffer pH 4,01; 6,86; dan 9,18.

Pengujian mikrobiologis dilakukan dengan metode *Total Plate Count* (TPC). Sampel diencerkan secara bertingkat menggunakan larutan NaCl, kemudian diinkubasi pada 37 °C selama 24 jam. Koloni dihitung menggunakan *colony counter* pada cawan dengan kisaran 30–300 koloni; hasil di atas kisaran tersebut dicatat sebagai terlalu banyak untuk dihitung (TBUD). Perhitungan jumlah koloni mengikuti prinsip pengenceran dan volume inokulum yang digunakan.

Data dianalisis secara deskriptif-kuantitatif dengan membandingkan arah dan besarnya perubahan setiap parameter terhadap waktu penyimpanan pada masing-masing kondisi. Karena penelitian tidak menggunakan uji statistik inferensial pada data yang tersedia, istilah seperti “berbeda signifikan” tidak digunakan untuk menyatakan perbedaan statistik antarperlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Organoleptik

Nira pada awal pengamatan menunjukkan karakteristik kekuningan hingga sedikit keruh, aroma manis tanpa bau asam, dan rasa manis alami. Perubahan paling cepat terjadi pada penyimpanan suhu ruang. Pada pengamatan 24 jam, warna menjadi lebih keruh, aroma berubah menjadi asam, dan rasa menjadi asam; pembentukan busa semakin jelas pada hari kedua dan ketiga. Sebaliknya, pada suhu dingin karakteristik warna, aroma, dan rasa relatif bertahan selama tiga hari. Pola ini menunjukkan bahwa perubahan organoleptik berlangsung lebih lambat pada suhu dingin dan konsisten dengan perubahan mutu yang diamati pada parameter °Brix dan pH.

Tabel 2. Ringkasan perubahan organoleptik pada interval 24 jam

Kondisi	Hari 0	Hari 1	Hari 2	Hari 3
Suhu ruang	Kekuningan, agak keruh; manis; tidak asam	Putih sedikit keruh; aroma asam; rasa asam	Putih keruh, berbusa; aroma asam; rasa asam	Putih keruh, berbusa; aroma asam menyengat; rasa asam
Suhu dingin	Kekuningan, agak keruh; manis; tidak asam	Relatif tetap	Relatif tetap	Relatif tetap

Perubahan organoleptik tersebut konsisten dengan karakteristik nira aren yang mudah mengalami fermentasi. Kandungan gula pada nira dapat menjadi substrat bagi mikroorganisme, sedangkan kondisi suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat proses metabolisme. Penelitian Ansar et al. (2019) menunjukkan bahwa peningkatan suhu penyimpanan mempercepat penurunan pH dan perubahan warna

nira aren, sedangkan Mohd Rosdan et al. (2014) melaporkan bahwa penyimpanan dingin memperlambat perubahan mutu dibandingkan penyimpanan pada suhu yang lebih tinggi.

Perubahan Nilai °Brix

Tabel 3. *Perubahan nilai °Brix selama penyimpanan 84 jam*

Waktu (jam)	Suhu dingin (%)	Suhu ruang (%)	Suhu ruang + katekin 5%
0	10,8	10,8	10,8
6	11,1	10,7	10,9
12	11,0	10,6	8,7
24	11,5	8,8	8,7
30	11,1	7,2	6,7
36	11,2	6,8	6,0
48	10,9	6,7	6,1
54	10,5	7,2	6,2
60	10,6	6,3	5,7
72	10,7	6,5	5,7
78	10,4	5,1	5,7
84	10,7	5,7	7,7

Nilai °Brix pada suhu dingin relatif stabil sepanjang 84 jam, dengan nilai awal 10,8% dan nilai akhir 10,7%. Fluktuasi kecil terjadi selama penyimpanan, dengan nilai tertinggi 11,5% pada jam ke-24. Pada suhu ruang, nilai °Brix turun dari 10,8% menjadi 5,7%, dengan penurunan mulai tampak setelah 12 jam. Perlakuan dengan katekin menunjukkan penurunan nilai °Brix selama sebagian besar periode pengamatan, tetapi pada jam ke-84 terjadi kenaikan dari 5,7% menjadi 7,7%. Karena penelitian ini bersifat deskriptif dan tidak menggunakan pengulangan statistik yang dilaporkan, perubahan pada titik terakhir tersebut tidak dapat diatribusikan pada mekanisme tertentu dan perlu diverifikasi terhadap data pengukuran asli.

Penurunan nilai °Brix selama penyimpanan dapat berkaitan dengan pemanfaatan gula sebagai substrat metabolisme mikroorganisme dan perubahan komponen terlarut selama fermentasi. Nilai °Brix bukan ukuran spesifik sukrosa karena refraktometer membaca total padatan terlarut; oleh sebab itu, hasil penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai indikator perubahan total padatan terlarut. Temuan tersebut

sejalan dengan penelitian penyimpanan nira aren yang menunjukkan kecenderungan penurunan total padatan terlarut selama penyimpanan (Mohd Rosdan et al., 2014). Yamamoto et al. (2021) melaporkan bahwa nira aren mengandung sukrosa, glukosa, dan fruktosa sehingga perubahan komposisi gula dapat terjadi selama penyimpanan.

3.3 Perubahan pH

Tabel 4. *Perubahan pH selama penyimpanan 84 jam*

Waktu (jam)	Suhu dingin	Suhu ruang	Suhu ruang + katekin 5%
0	6,86	6,86	6,86
6	6,86	6,59	6,77
12	6,86	4,52	4,97
24	6,86	4,01	4,43
30	6,86	4,16	4,01
36	6,77	4,07	4,16
48	6,77	4,16	4,01
54	6,41	4,07	4,16
60	6,32	4,01	4,01
72	5,96	4,01	4,16
78	5,87	4,01	4,07
84	5,60	4,01	4,16

Perubahan pH memperlihatkan pola yang berbeda antarperlakuan. Pada suhu dingin, pH turun bertahap dari 6,86 menjadi 5,60 selama 84 jam. Pada suhu ruang, pH turun dari 6,86 menjadi 4,01 dalam 24 jam dan kemudian relatif bertahan di sekitar nilai tersebut. Perlakuan dengan katekin menghasilkan pH akhir 4,16. Berdasarkan data deskriptif, penurunan pH pada perlakuan katekin berlangsung lebih lambat daripada suhu ruang tanpa katekin, tetapi lebih cepat daripada pendinginan.

Penurunan pH merupakan salah satu indikator perubahan yang dapat menyertai fermentasi nira. Aktivitas mikroorganisme dapat menghasilkan metabolit berupa etanol dan asam organik sehingga lingkungan menjadi semakin asam. Penelitian Ansar et al. (2019) menunjukkan penurunan pH yang lebih cepat pada suhu penyimpanan yang lebih tinggi. Penelitian Ansar et al. (2021) juga mengaitkan perubahan pH nira selama penyimpanan dengan pertumbuhan mikroorganisme dan pembentukan produk fermentasi. Dengan demikian, kestabilan pH pada suhu dingin konsisten dengan dugaan bahwa

perubahan fermentatif berlangsung lebih lambat pada kondisi tersebut, meskipun aktivitas fermentatif tidak diukur secara langsung dalam penelitian ini.

3.4 Perubahan Jumlah Koloni Mikroba

Tabel 5. Jumlah koloni mikroba pada pengamatan 24–72 jam

Waktu	10^{-1} (CFU/mL)	10^{-2} (CFU/mL)	10^{-3} (CFU/mL)	10^{-4} (CFU/mL)
24 jam	TBUD	TBUD	$1,07 \times 10^2$	$4,6 \times 10^1$
48 jam	$3,0 \times 10^0$	$7,6 \times 10^1$	$2,29 \times 10^2$	$2,4 \times 10^1$
72 jam	$3,0 \times 10^0$	$1,0 \times 10^0$	$2,0 \times 10^0$	$2,0 \times 10^0$

Hasil *Total Plate Count* (TPC) pada pengamatan 24, 48, dan 72 jam menunjukkan adanya koloni pada pengenceran yang diuji. Pada 24 jam, pengenceran 10^{-1} dan 10^{-2} menghasilkan jumlah koloni yang terlalu banyak untuk dihitung, sedangkan pada pengenceran 10^{-3} dan 10^{-4} masing-masing diperoleh $1,07 \times 10^2$ dan $4,6 \times 10^1$ CFU/mL. Pada 48 jam, nilai tertinggi pada pengenceran yang dilaporkan adalah $2,29 \times 10^2$ CFU/mL pada 10^{-3} . Pada 72 jam, nilai yang tercantum pada tabel lebih rendah. Pola tersebut perlu ditafsirkan secara hati-hati karena pengujian TPC dilakukan pada interval dan pengenceran tertentu serta tidak disertai uji statistik untuk membandingkan laju perubahan. Perhitungan CFU/mL juga perlu dipastikan kembali berdasarkan jumlah koloni, faktor pengenceran, dan volume inokulum pada data mentah penelitian.

Secara biologis, keberadaan khamir dan bakteri pada nira dapat berkontribusi terhadap perubahan mutu karena mikroorganisme memanfaatkan gula sebagai sumber energi. Khamir seperti *Saccharomyces* dapat berperan dalam pembentukan etanol, sedangkan bakteri asam asetat seperti *Acetobacter* dapat mengoksidasi etanol menjadi asam asetat. Namun, mikroorganisme tersebut tidak diidentifikasi secara spesifik dalam penelitian ini. Oleh karena itu, pembahasan mengenai *Saccharomyces* dan *Acetobacter* diposisikan sebagai penjelasan mekanistik berdasarkan literatur, bukan sebagai hasil identifikasi mikrobiologis penelitian.

3.5 Perbandingan Efektivitas Perlakuan

Secara keseluruhan, penyimpanan pada suhu 2–8 °C memberikan kestabilan paling baik pada nilai °Brix dan pH serta mempertahankan karakteristik organoleptik lebih lama. Pada akhir pengamatan 84 jam, nilai °Brix masih 10,7% dan pH 5,60. Suhu ruang menghasilkan penurunan paling besar, dengan °Brix 5,7% dan pH 4,01. Perlakuan dengan katekin berada di antara kedua kondisi tersebut pada akhir pengamatan, dengan °Brix 7,7% dan pH 4,16. Berdasarkan data deskriptif yang tersedia, pendinginan merupakan kondisi yang paling konsisten dalam mempertahankan mutu, sedangkan katekin lebih tepat dipertimbangkan sebagai perlakuan pendukung.

Potensi katekin sebagai perlakuan pendukung dalam mempertahankan mutu nira dapat dikaitkan dengan aktivitas antimikroba senyawa polifenol tersebut. Katekin dapat berinteraksi dengan protein pada permukaan atau dinding sel mikroorganisme, sehingga berpotensi mengganggu integritas dan

permeabilitas membran sel. Gangguan tersebut dapat menyebabkan perubahan struktur membran dan kebocoran komponen intraseluler yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Pada katekin yang berasal dari gambir (*Uncaria gambir* Roxb.), aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri Gram-positif telah dilaporkan oleh Pambayun et al. (2008). Mekanisme tersebut secara teoritis dapat berkontribusi terhadap perlambatan perubahan mutu nira pada perlakuan penambahan katekin 5%. Namun, karena penelitian ini tidak melakukan identifikasi mikroorganisme maupun pengujian langsung terhadap integritas membran atau target molekuler mikroba, mekanisme tersebut tidak dapat dinyatakan sebagai mekanisme yang terbukti secara langsung dalam penelitian ini.

Pada penelitian ini, penambahan katekin 5% pada suhu ruang menghasilkan nilai °Brix akhir sebesar 7,7% dan pH sebesar 4,16, sedangkan pada suhu ruang tanpa katekin nilai °Brix dan pH masing-masing mencapai 5,7% dan 4,01. Berdasarkan pola deskriptif tersebut, penambahan katekin 5% menunjukkan adanya kecenderungan memperlambat perubahan mutu dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang tanpa katekin, meskipun efektivitasnya masih lebih rendah dibandingkan penyimpanan pada suhu dingin. Dengan demikian, aktivitas antimikroba katekin dapat dipertimbangkan sebagai salah satu faktor yang mungkin berkontribusi terhadap perbedaan pola perubahan mutu tersebut, tetapi hubungan sebab-akibatnya masih memerlukan pembuktian melalui pengujian mikrobiologis dan mekanistik yang lebih spesifik.

KESIMPULAN

Air nira aren dari wilayah Garut mengalami perubahan mutu selama penyimpanan yang ditandai oleh perubahan organoleptik, penurunan nilai °Brix, penurunan pH, dan keberadaan mikroba. Penyimpanan pada suhu dingin 2–8 °C merupakan kondisi yang paling konsisten dalam mempertahankan mutu selama 84 jam, dengan nilai °Brix berubah dari 10,8% menjadi 10,7% dan pH menurun dari 6,86 menjadi 5,60. Penyimpanan pada suhu ruang 20–25 °C mempercepat perubahan mutu, ditunjukkan oleh penurunan °Brix menjadi 5,7% dan pH menjadi 4,01. Penambahan katekin 5% pada suhu ruang menghasilkan nilai akhir °Brix 7,7% dan pH 4,16, tetapi hasil tersebut perlu ditafsirkan secara hati-hati karena konsentrasi katekin dan beberapa aspek desain pengujian belum dijelaskan secara lengkap dalam naskah. Berdasarkan data yang tersedia, pendinginan dapat direkomendasikan sebagai strategi utama penanganan pascapanen nira aren, sedangkan katekin berpotensi dikembangkan sebagai perlakuan pendukung. Penelitian lanjutan perlu menguji konsentrasi katekin secara terstandar, memastikan perhitungan TPC berdasarkan data mentah, mengidentifikasi mikroorganisme, serta mengukur etanol dan parameter kimia lain untuk memperoleh gambaran umur simpan yang lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia Bandung serta pihak yang membantu proses pengambilan dan pengujian sampel air nira aren dari wilayah Garut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansar, A., Nazaruddin, N., & Azis, A. D. (2019). Effect of temperature and time storage to pH and color changes of palm sap (*Arenga pinnata* Merr.) after tapping. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 8(1), 40–48. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v8i1.40-48>
- Ansar, A., Sukmawaty, S., Muttalib, A., & Wartono, N. (2019). Pengaruh sinar UV terhadap pH dan total padatan terlarut nira aren (*Arenga pinnata* Merr.) selama penyimpanan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 8(4), 265–272. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v8i4.265-272>
- Ansar, Nazaruddin, Atri Dewi Azis, & Ahmad Fudholi. (2021). Enhancement of bioethanol production from palm sap (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr) through optimization of *Saccharomyces cerevisiae* as an inoculum. *Journal of Materials Research and Technology*, 14, 548–554. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.06.085>
- De Coninck, V., Keller, E. X., Rodríguez-Monsalve, M., Doizi, S., Audouin, M., Haymann, J. P., & Traxer, O. (2018). Evaluation of a portable urinary pH meter and reagent strips. *Journal of Endourology*, 32(7), 647–652. <https://doi.org/10.1089/end.2018.0202>
- Erdo Banu Wicaksono, Hardianto, & Muliawan, A. (2019). Rancang bangun penghitung jumlah koloni bakteri berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknika*, 13(2), 123–128. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3839218>
- Hidayanto, E., Rofiq, A., & Sugito, H. (2010). Aplikasi portable Brix meter untuk pengukuran indeks bias. *Berkala Fisika*, 13(4), 113–118.
- Irawan, S. A., Ginting, S., & Karo-Karo, T. (2015). Pengaruh perlakuan fisik dan lama penyimpanan terhadap mutu minuman ringan nira tebu. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 3(3), 343–353.
- Kamsina, K., Firdausni, F., & Silfia, S. (2020). Pemanfaatan katekin ekstrak gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) sebagai pengawet alami terhadap karakteristik mie basah. *Jurnal Litbang Industri*, 10(2), 89–95. <https://doi.org/10.24960/jli.v10i2.6526.89-95>
- Lempang, M., & Mangopang, A. D. (2012). Efektivitas nira aren sebagai bahan pengembang adonan roti. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 1(1), 26–35. <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2012.vol1iss1pp26-35>
- Mohd Rosdan, M. F. A., Yusof, Y. A., Chin, N. L., & Mohd Dom, Z. (2014). Storage study of *Arenga pinnata* juice. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 218–223. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.031>
- Mogea, J., Seibert, B., & Smits, W. (1991). Multipurpose palms: The sugar palm (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.). *Agroforestry Systems*, 13(2), 111–129. <https://doi.org/10.1007/BF00140236>
- Mulyawanti, I., Setyawan, N., Syah, A. N. A., & Risfaheri. (2011). Evaluasi mutu kimia, fisika dan mikrobiologi nira aren (*Arenga pinnata*) selama penyimpanan. *agriTECH*, 31(4), 325–332. <https://doi.org/10.22146/agritech.9640>
- Pambayun, R., Gardjito, M., Sudarmadji, S., & Rahayu, K. (2008). Sensitivity of Gram-positive bacteria toward catechin extracted from gambier (*Uncaria gambir* Roxb.). *agriTECH: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*, 28(4), 174–179. doi:[10.22146/agritech.9790](https://doi.org/10.22146/agritech.9790)
- Parmitasari, P. (2013). Analisis korelasi indeks bias dengan konsentrasi sukrosa beberapa jenis madu menggunakan portable Brixmeter. *Youngster Physics Journal*, 1(5), 191–198.
- Prasmatiw, F. E., Evizal, R., & Zahra, A. R. (2022). Pengadaan bahan baku nira dan nilai tambah pengolahan gula aren di Desa Air Kubang, Air Naningan Kabupaten Tanggamus. *Mimbar Agribisnis*, 8(2), 1188–1199.

- Radam, R. R., & Rezekiah, A. A. (2015). Pengolahan gula aren (*Arenga pinnata* Merr.) di Desa Banua Hanyar Kabupaten Hulu Sungai Tengah. *Jurnal Hutan Tropis*, 3(3), 267–276. <https://doi.org/10.20527/jht.v3i3.2279>
- Yamamoto, Y., Kawamura, S., Ichimaru, T., Pasolon, Y. B., Pasulu, A. D., Yoshida, T., & Miyazaki, A. (2021). Sap collection from sugar palms (*Arenga pinnata* Merr.) on Muna Island, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Tropical Agriculture and Development*, 65(2), 75–83. <https://doi.org/10.11248/jsta.65.75>