

Pengaruh penambahan daun pandan terhadap mutu sirup nira aren

The effect of addition of pandan leaves on the quality of palm sap syrup

Herdianto Lantemona^{1)*}, Poen Tenggengan¹⁾, Jongker Baali¹⁾

¹ Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Minaesa, Tomohon, Sulawesi Utara

*Email korespondensi: herdiantolantemona021@gmail.com

Informasi Artikel:

Dikirim: 05/06/2022; disetujui: 10/08/2022; diterbitkan: 30/09/2022

ABSTRACT

One of the industrial-based uses of palm trees is the manufacture of palm sap syrup. This study aims to determine the effect of pandan leaves on the quality of palm sap syrup in terms of color, taste and smell. The research was carried out at the Minaesa Institute of Technology campus laboratory in Tomohon City. In this study, the population was 5 bottles of palm sap syrup using pandan leaf treatment consisting of 0 g control variables and independent variables (30 g, 40 g, 50 g, and 60 g). The generated data is processed by using statistical analysis of Completely Randomized Design. The results showed that the treatment of pandan leaves addition to palm sap syrup with an average sugar content of 60% which was stored for 45 days obtained the value from the organoleptic test (sensory analysis) of 2.85 to 3.4 (from 'moderately like' category to 'like' category). This study concluded that the addition of 30 g of pandan leaves is preferred by the panelists with a value of 3.0 to 3.7 for color, taste and smell (from 'moderately like' category to 'like' category).

Keywords: *sugar palm, sap, syrup, pandan leaf, quality*

ABSTRAK

Salah satu pemanfaatan pohon aren berbasis industri adalah pembuatan sirup nira aren. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daun pandan pada mutu sirup nira aren yang dilihat dari warna, rasa dan bau. Penelitian dilaksanakan di laboratorium kampus Institut Teknologi Minaesa di Kota Tomohon. Pada penelitian ini, yang menjadi populasi adalah 5 botol sirup nira aren yang menggunakan perlakuan daun pandan yang terdiri dari variabel kontrol 0 g dan variabel bebas (30 g, 40 g, 50 g, dan 60 g). Data yang dikumpulkan atau yang dihasilkan diolah menggunakan RAL statistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan daun pandan pada sirup nira aren dengan kadar gula rata-rata 60 % yang disimpan selama 45 hari mendapatkan nilai dari uji organoleptic (analisa sensoris) 2,85 sampai 3,4 (dari kategori 'cukup suka' sampai kategori 'suka'). Penelitian ini menyimpulkan bahwa penambahan daun pandan 30 g lebih disukai oleh para panelis dengan nilai 3,0 sampai 3,7 untuk warna, rasa dan bau (dari kategori 'cukup suka' sampai kategori 'suka').

Kata kunci : aren, nira, sirup, daun pandan, mutu

PENDAHULUAN

Aren adalah salah satu tanaman sumber bahan baku gula yang telah dilakukan secara turun temurun. Tanaman ini

tumbuh di 26 provinsi dengan luas areal mencapai 61.924 ha di Indonesia. Aren merupakan jenis tanaman tahunan, berukuran besar, berbentuk pohon soliter tinggi hingga 12 m, diameter setinggi dada

hingga 60 cm (Ramadani, Khaeruddin, dan Burhanuddin, 2008). Aren merupakan tanaman serba guna yang mempunyai potensi besar dalam bahan substitusi pembuat gula maupun bioetanol, namun sampai saat ini pohon aren yang tumbuh di Indonesia sebagian besar merupakan pohon yang umumnya tumbuh secara liar. Fungsi istimewa pohon aren adalah sebagai pengawet sumber daya alam terutama tanah, sebagai penyerap dan pengikat air yang besar, untuk kelestarian lingkungan hidup (Lantemona, 2015).

Secara umum perkembangan pohon aren berbasis industri akan dapat menekan pengangguran, menambah penghasilan para petani dan secara khusus dapat berfungsi sebagai sumber pendapatan negara. Di Sulawesi Utara populasi pohon aren sekitar 3 juta. Rata-rata produksi nira aren adalah sebesar 10 liter nira/hari/pohon bahkan pada masa suburnya untuk beberapa jenis pohon aren (Aren Genjah) satu pohon perhari dapat menghasilkan nira aren sebesar 40 liter, dengan kalkulasi sederhana jika dalam 1 hektar dapat tumbuh 200 pohon Aren dan tiap harinya disadap 100 pohon maka dalam 1 hari dapat menghasilkan nira aren sebesar 1000 liter/hari.

Hasil penelitian komponen nira Aren yang di lakukan di Tomohon, Sulawesi Utara menunjukkan bahwa kandungan gula berkisar pada 11 sampai 16 % (Lantemona *et al.*, 2013). Keuntungan lain dari aren sebagai bahan baku alkohol industri adalah peran tanaman aren sebagai pelindung tanah (Sunanto, 1993).

Nira adalah cairan bening yang keluar dari aren yang disadap, cairan ini merupakan bahan baku dalam pembuatan gula (Kindangen, 1991). Nira aren adalah cairan yang mudah mengalami kerusakan, penyebab utama rusaknya nira adalah akibat kontaminasi oleh mikroorganisme. Jenis mikroorganisme yang mengkontaminasi nira aren adalah khamir dan bakteri. Bakteri yang mengkontaminasi nira aren adalah *Saccharomyces sp.* dan *Acetobacter sp.*, nira yang telah terkontaminasi oleh mikroorganisme, akan mengalami proses

fermentasi atau perombakan terhadap senyawa-senyawa penyusunnya. Proses fermentasi ini melibatkan sukrosa yang terdapat dalam nira yang akan berubah menjadi alkohol dan selanjutnya berubah menjadi asam (Firdaus dan Sinda, 2003).

Para ahli menunjukkan bahwa tingkat kalsium tinggi secara signifikan mengontrol pertumbuhan mikroba dalam proses fermentasi (David *et al.*, 2019; Dupree *et al.*, 2019) dan karena itu mempengaruhi proses fermentasi yang menurunkan kadar gula dalam nira aren. Produk pangan yang paling banyak dihasilkan dari bahan baku nira aren adalah gula aren, cuka, dan alkohol. Adanya kemajuan teknologi saat ini memungkinkan pengolahan nira aren menjadi bioetanol, pengolahan gula kristal dan sebagai pengembang dalam bahan pangan (Lempang dan Mangopang, 2012)

Pandan wangi memiliki aroma yang khas pada daunnya. Komponen aroma dasar dari daun pandan wangi itu berasal dari senyawa kimia 2-acetyl-1-pyrroline (ACPY) yang terdapat juga pada tanaman jasmin, hanya saja konsentrasi ACPY pada pandan wangi lebih tinggi dibandingkan dengan jasmin. Dan salah satu fungsi daun pandan adalah merupakan bahan pengawetan alami (Cheetangdee dan Siree, 2006).

Pandan wangi memiliki senyawa metabolik sekunder yang merupakan suatu senyawa kimia pertahanan yang dihasilkan oleh tumbuhan di dalam jaringan tumbuhannya, senyawa tersebut 11 bersifat toksik dan berfungsi sebagai alat perlindungan diri dari gangguan pesaingnya (hama) (Mardalena, 2009). Daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*, Roxb.) mengandung alkaloid, saponin, flavonoida (Dalimartha, 2009).

Alkaloid pada serangga bertindak sebagai racun perut serta dapat bekerja sebagai penghambat enzim asetilkolinesterase sehingga mengganggu sistem kerja saraf pusat, dan dapat mendegradasi membran sel telur untuk masuk ke dalam sel dan merusak sel telur (Cania dan Setyaningrum, 2013).

Selain itu, senyawa flavonoid juga memiliki sifat anti insektisida yaitu dengan menimbulkan kelayuan syaraf pada beberapa organ vital serangga yang dapat menyebabkan kematian, seperti pernapasan (Dinata, 2005).

Flavonoid yang bercampur dengan alkaloid, phenolic dan terpenoid memiliki aktivitas hormon juvenil sehingga memiliki pengaruh pada perkembangan serangga (Elimam, Elmalik, dan Ali 2009).

Saponin juga merupakan entomotoxicity yang dapat menyebabkan kerusakan dan kematian telur, gangguan reproduksi pada serangga betina yang menyebabkan adanya gangguan fertilitas (Chaieb, 2010). Dalam beberapa penelitian dilaporkan bahwa saponin konsentrasi rendah dapat menyebabkan gangguan pengambilan makanan, penurunan pertumbuhan dan kematian sedangkan dalam konsentrasi tinggi akan bersifat toksik (Davidson, 2004).

Definisi sirup adalah sejenis minuman ringan berupa larutan kental dengan citarasa beranekaragam, biasanya mengandung gula minimal 65% (Satuhu dalam Ridengan, Pasang, dan Pradhana, 2020)

Reaksi maillard adalah reaksi yang terjadi antara asam amino dengan gula pereduksi apabila dipanaskan bersama-sama menghasilkan senyawa melanoidin (Sukoyo dalam Setiawan, 2020). Warna coklat yang dihasilkan dari reaksi karamelisasi dan maillard memiliki jenis yang berbeda berdasarkan jenis gula, jenis asam amino, suhu dan lama pemanasan (Kroh dalam Setiawan, 2020).

Zakhartsev *et al.* (2015) menyatakan bahwa suhu merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme khamir. Dengan pemanasan nira menjadi sirup akan mengurangi proses kerusakan nira. Dalam proses penambahan daun pandan dalam sirup nira aren bertujuan untuk menambah aroma yang lebih sedap, merubah warna yang lebih kental, merubah rasa menjadi lebih manis dan memberikan kualitas secara alami tanpa bahan kimia. Tujuan penelitian ini adalah untuk

mengetahui pengaruh daun pandan pada mutu sirup nira aren yang dilihat dari warna, rasa dan bau.

METODE

Penelitian dilaksanakan di laboratorium kampus Institut Teknologi Minaesa di Kota Tomohon selama 45 hari.

Bahan

Pada penelitian ini, yang menjadi bahan adalah 5 botol sirup nira aren yang menggunakan perlakuan daun pandan yang terdiri dari variabel kontrol 0 g dan variabel bebas dengan 30 g, 40 g, 50 g, dan 60 g. daun pandan.

Alat

Peralatan yang digunakan skala laboratorium adalah pemanas, erlenmeyer, panci, pengaduk, termometer, oven, pengaduk kayu, baskom, gelas ukur, pisau, dan kain saring. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisa sirup adalah beaker glass, pipet volume, erlenmeyer, buret, timbangan analitik, labu ukur, refraktometer, dan spektrofotometer.

Pengumpulan data

Pengumpulan data penelitian dibutuhkan untuk mendapatkan informasi-informasi yang lengkap serta menentukan masalah-masalah dalam penelitian. Metode untuk mendapatkan data penelitian dengan cara eksperimen yaitu pembuatan langsung, pengamatan langsung, pendokumentasian gambar dan penyebaran kuesioner untuk analisa sensoris.

- 1) Pendokumentasian Gambar. Pendokumentasian gambar yang dilakukan disini meliputi dokumentasi dari alur proses produksi, alat dan bahan, hasil produksi dan proses pengisian kuesioner yang awal dan akhir. Pada dokumentasi gambar menggunakan kamera *handphone*.
- 2) Penyebaran Kuesioner. Pengumpulan data melalui penyebaran kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui

pendapat dari mahasiswa tentang bagaimana rasa, bau dan warna, serta saran dan kritik yang diberikan oleh mahasiswa pada saat mencoba sirup tersebut. Pada tahap ini akan dikumpulkan data-data tentang hasil produk sirup nira aren yang tidak memiliki perlakuan daun pandan variabel kontrol (0 g) dan variabel bebas (30 g, 40 g, 50 g, 60 g) dari mahasiswa melalui kuesioner, Responden yang diambil datanya tersebut berjumlah 20 orang.

Pengolahan data

Data yang dikumpulkan atau yang dihasilkan diolah secara RAL statistik. Rancangan Acak Lengkap dilakukan jika (1) media percobaan homogen atau dianggap seragam; (2) Hanya ada satu sumber keragaman yaitu perlakuan dan acak. Berikut formula dari Model Linier RAL:

$$Y_{ij} = \mu + i + e_{ij}$$

Keterangan:

i = perlakuan

j = ulangan

i, j = 1, 2, 3, ..., n

Y_{ij} = pengamatan pada perlakuan ke - i ulangan ke - j

μ = rata-rata umum

i = pengaruh perlakuan ke- i

e_{ij} = galat percobaan perlakuan ke - i ulangan ke - j

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil produksi sirup nira aren menggunakan perlakuan daun pandan

Setelah penambahan daun pandan dan dipanaskan sampai mencapai kadar gula rata-rata 60 persen maka hasilnya didapatkan pada gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Bentuk hasil produksi

Adapun data pengukuran dan waktu pemanasan terlihat pada tabel 1 dibawah ini, hal ini bertujuan untuk membandingkan antara sirup nira aren yang memiliki perlakuan daun pandan dan yang tidak memiliki perlakuan.

Tabel 1. Data pengukuran sirup nira aren

Nama	Data	Ukuran
Control	Kadar gula	60 %
	MI	
Sirup nira aren	Waktu produksi	1 jam 1 menit
	Kadar gula	60 %
	MI	
P. 30 gram	Waktu produksi	1 jam 2 menit
Sirup nira aren	Kadar gula	61 %
	MI	
P. 40 gram	Waktu produksi	1 jam 5 menit
Sirup nira aren	Kadar gula	61 %
	MI	
P. 50 gram	Waktu produksi	1 jam 2 menit
Sirup nira aren	Kadar gula	59 %
	MI	
P. 60 gram	Waktu produksi	1 jam 3 menit

Hasil analisa uji sensoris

Warna

Tingkat kesukaan terhadap warna sirup nira aren daun pandan ditampilkan pada tabel Anova dibawah ini.

Tabel 2. Anova warna

Db	Jk	Kt	F hit	F tabel	
				5%	1%
4	3,66	0,95	1,03	2,49	3,57
95	83,25	0,88			
95	86,91				

Pengujian organoleptik mempunyai peranan penting dalam penerapan mutu. Pengujian organoleptik dapat memberikan indikasi kebusukan, kemunduran mutu dan kerusakan lainnya dari produk.

Dalam analisis variansi, F Hitung (1,030) lebih kecil dari F tabel, maka perlakuan pemberian daun pandan terhadap sirup nira aren tidak berpengaruh secara nyata terhadap warna yang disimpan selama 45 hari.

Panelis umumnya memberikan nilai 2,65 sampai 3,25 (dari kategori 'cukup suka' sampai kategori 'suka'). Warna dalam hasil penelitian ini memiliki warna khas sirup nira aren yang sering dijumpai dalam keseharian di lingkungan pengolahan sirup nira aren. Lebih lanjut, pencoklatan pada sirup nira disebabkan karena adanya karamelisasi semakin lama waktu pemanasan maka akan didapatkan warna sirup yang lebih gelap (Kurniawan *et al.*, 2018)

Reaksi maillard adalah reaksi yang terjadi antara asam amino dengan gula pereduksi apabila dipanaskan bersama-sama menghasilkan senyawa melanoidin (Karseno *et al.*, 2017). Warna coklat yang dihasilkan dari reaksi karamelisasi dan maillard memiliki jenis yang berbeda berdasarkan jenis gula, jenis asam amino, suhu dan lama pemanasan (Patel *et al.*, 2013; Agustini *et al.*, 2017; Troise, 2019).



Gambar 2. Tampilan warna variabel kontrol

Rasa

Tingkat kesukaan terhadap cita rasa sirup nira aren daun pandan ditampilkan pada tabel Anova di bawah ini:

Tabel 3. Anova rasa

Db	Jk	Kt	F hit	F tabel
				5% 1%
4	9,34	2,335	1,286	2,49 3,57
95	174,3	1,83		
95	183,64			

Dalam analisis variansi, F Hitung (1,286) lebih dari Ftabel maka perlakuan pemberian daun pandan terhadap sirup nira aren tidak berpengaruh secara nyata terhadap rasa sirup nira aren yang disimpan selama 45 hari.

Rasa merupakan bagian terpenting dari sebuah produk karena keberhasilan sebuah produk tersebut ditentukan oleh rasanya yang dihasilkan (Ruiz-Capillas dan Herrero, 2021). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan daun pandan 30g memberikan rasa terbaik dgn nilai tertinggi dari panelis 3,5 (dari kategori 'cukup suka' ke kategori 'suka'). Rasa manis yang disukai karena kandungan gula yang terdapat pada sirup berkisar antara 50 hingga 80 % dengan cita rasa yang beraneka ragam (Satuhu dalam Rindengan *et al.*, 2020).

Pengolahan sirup nira aren ini tidak dilakukan penambahan gula pasir, sehingga sakarosa yang terkandung adalah alami hanya dari nira aren dan dengan adanya senyawa fenolat, maka sirup nira aren dapat dikategorikan sebagai nira aren fungsional (Rindengan *et al.*, 2020)

Rasa yang masih tetap disukai walaupun telah disimpan selama 45 hari mungkin karena menurut Ma *et al.* (2010) menyatakan bahwa suhu merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme khamir. Dengan pemanasan nira menjadi sirup akan mengurangi proses kerusakan nira.

Bau

Analisa tingkat kesukaan terhadap bau dari sirup nira aren dengan penambahan daun pandan ditampilkan pada tabel Anova di bawah ini.

Tabel 4. Anova bau

Db	Jk	Kt	F hit	F tabel
				5% 1%
4	11,6	2,9	2,73*	2,49 3,57
95	101,15	1,065		
95	112,75			

Dalam analisis variansi, F Hitung (2.73) lebih besar dari F tabel taraf 5% maka perlakuan pemberian daun pandan terhadap sirup nira aren berpengaruh secara nyata terhadap bau sirup nira aren yang disimpan selama 45 hari.

Bau dalam sirup nira aren memiliki bau yang khas sirup nira aren pada umumnya tapi karena adanya perlakuan daun pandan maka memiliki bau yang berubah yang lebih menarik para konsumen. Untuk perubahan bau selama 45 hari didiamkan tidaklah memiliki perubahan yang signifikan tetap pada bau yang semula untuk sirup yang memiliki perlakuan daun pandan sedangkan sirup yang tidak memiliki perlakuan mengalami perubahan bau yang agak signifikan pada hari yang ke 30 selama didiamkan yaitu memiliki bau atau aroma yang condong ke arah “Basi”.

Sirup nira aren yang diberi perlakuan tidak mengalami perubahan bau yang signifikan disebabkan karena pandan wangi memiliki aroma yang khas pada daunnya. Komponen aroma dasar dari daun pandan wangi itu berasal dari senyawa kimia 2-acetyl-1-pyrroline (ACPY) yang terdapat juga pada tanaman jasmin (Bhuyan dan Sonowa, 2021). Hanya saja konsentrasi ACPY pada pandan wangi lebih tinggi dibandingkan dengan jasmin. Lebih lanjut, salah satu fungsi daun pandan adalah merupakan bahan pengawetan alami (Cheetangdee dan Siree, 2006).

Daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*, Roxb.) mengandung alkaloida, saponin, flavonoida (Dalimartha, 2009). Hal yang sama juga disampaikan Sukandar (2007) bahwa pandan wangi yang merupakan spesies dari genus *pandanaceae* penghasil minyak atsiri yang juga sebagai bahan pengawet menghasilkan aroma wangi ketika daun pandan wangi dipanaskan.

Selain itu juga dengan adanya bahan pengawet alami ditambah dengan proses pemanasan maka proses fermentasi yang melibatkan sukrosa yang terdapat dalam nira yang akan berubah menjadi alkohol dan selanjutnya berubah menjadi asam yang bisa menimbulkan bau tidak enak tidak terjadi (Firdaus dan Sinda, 2003).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa perlakuan penambahan daun pandan pada sirup nira aren dengan kadar gula rata-rata 60% selama 45 hari mendapatkan nilai dari uji organoleptic (analisa sensoris) 2.85 sampai 3.4 dan penambahan daun pandan 30 g yang lebih disukai oleh para panelis dengan nilai 3.0 sampai 3.7 (dari kategori ‘cukup suka’ sampai kategori ‘suka’)

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, S., Priyanto, G., Hamzah, B., Santoso, B., & Pambayun, R. (2017). Unravel browning mechanism in making kue delapan jam. *International Food Research Journal*, 24(1), 310-317.
- Bhuyan, B., & Sonowa, R. (2021). An overview of *Pandanus amaryllifolius* Roxb.exLindl. and its potential impact on health. *Current Trends in Pharmaceutical Research*, 8(1), 138-157.
- Cania, E., & E. Setyaningrum. (2013). Uji efektivitas larvasida ekstrak daun Legundi (*Vitex Trifolia*) terhadap larva *Aedes Aegypti*. *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*, 4, 52-60.
- Chaieb, I. (2010). Saponin as insecticides: A review. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5, 3950.
- Cheetangdee, V., & Siree C. (2006). *Free amino acid and reaching sugar composition of Pandanus leaves (Pandanus amaryllifolius Roxb)*. Thailand: Kasetsart University.

- Dalimartha, S. (2009). *Khasiat berbagai tanaman untuk pengobatan*. Jakarta: Eksa Media.
- David, L., Maarten, A., Peter, V., & Luc, D. V. (2019). The buffer capacity and calcium concentration of water influence the microbial species diversity, grain growth, and metabolite production during water kefir fermentation. *Frontiers in Microbiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02876>
- Davidson, M. W. (2004). *Saponin*. <http://micro.magnet.fsu.edu/phytochemicals/pages/saponin.html>.
- Dinata, A. (2005). *Tanaman sebagai pengusir nyamuk*. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2005/0205/17/cakrawala/penelitian01.htm>. [10 September 2008].
- Dupree, D. E., Price, R. E., Burgess, B. A., Andress, E. L., & Breidt, F. (2019). Effects of sodium chloride or calcium chloride concentration on the growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 in model vegetable fermentations. *Journal of Food Protection*, 82(4), 570–578. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-468>
- Elimam, A. M., Elmalik, K. H., & Ali, F. S. (2009). Larvicidal, adult emergence inhibition and oviposition deterrent effects of foliage extract from *Ricinus communis* L. against *Anopheles arabiensis* and *Culex quinquefasciatus* in Sudan. *Tropical Biomedicine*, 26(2), 130–139.
- Firdaus, F., & Sinda, L. (2003). *Peranan kulit kayu Buli sonneratia sp dalam fermentasi nira aren menjadi minuman beralkohol*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Karseno, K., Erminawati, E., Yanto, T., Setyowati, R., & Haryanti, P. (2017). Effect of pH and temperature on browning intensity of coconut sugar and its antioxidant activity. *Food Research*, 2(1), 32-38. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.2\(1\).175](https://doi.org/10.26656/fr.2017.2(1).175)
- Kindangen, J. G., Jefri, N. M. Mokodongan, M., & Hasni, H. (1991). Potensi dan sebaran tanaman aren di Sulawesi Utara. *Buletin Balitka*, 14, 83-89.
- Kurniawan, T., Jayanudin, J., Kustiningsih, I., & Firdaus, M. A. (2018). Palm sap sources, characteristics, and utilization in Indonesia. *Journal of Food and Nutrition Research*, 6(9), 590-596.
- Lantemona, H. (2015). *Nira aren peluang energi baru*. Malang: Diaspora Publisher.
- Lantemona, H., Abadi, A. L., Rachmansyah, A., & Pontoh, J. (2013). Impact of altitude and seasons to volume, brix content, and chemical composition of aren sap in North Sulawesi. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 4(2), 42-48.
- Lempang, M., & Mangopang, A. D. (2012). Efektivitas nira aren sebagai bahan pengembang adonan roti. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 1(1), 26-35.
- Ma, K., Wakisaka, M., Sakai, K., and Shirai, Y. (2010). Flocculation phenomenon of a mutant flocculent *Saccharomyces cerevisiae* strain: Effects of metal ions, sugars, temperature, pH, protein-denaturants and enzyme treatments. *Africa Journal of Biotechnology*, 9(7), 1037-1045. <https://doi.org/10.5897/AJB09.1541>
- Mardalena, M. L. (2009). *Efektivitas ekstrak daun nimba sebagai ovisida nyamuk aedes aegypti* [Tugas Akhir]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung.
- Patel, K. N., Modi, R. B., Patel, H. G., & Aparnathi, K. D. (2013). Browning, its chemistry and implications in dairy products: A review. *Indo-American Journal of Agricultural Veterinary Sciences*, 1(1), 1-12.
- Ramadani P., I. Khaeruddin, A. T., & Burhanuddin, I.F. (2008). *Pengenalan jenis-jenis pohon yang umum di Sulawesi*. Palu: UNTAD Press.

- Rindengan, B., Pasang, P., & Pradhana, A. Y. (2020). Karakteristik sirup nira aren pada beberapa konsentrasi total padatan terlarut. *Buletin Palma*, 21(2), 110-116.
- Ruiz-Capillas, C., & Herrero, A. M. (2021). Sensory analysis and consumer research in new product development. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(3), 582. <https://doi.org/10.3390/foods10030582>
- Setiawan, Y. (2020). Analisis fisikokimia gula aren cair. *Jurnal Agrosience*, 10(1), 69-78.
- Sukandar, D. (2007). *Karakterisasi senyawa aktif pengendali hama kutu beras dari destilat minyak Atsiri pandan wangi*. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah.
- Sunanto, H. (1993). *Aren (budidaya dan multigunanya)*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tamanna, N., & Mahmood, N. (2015). Food processing and Maillard reaction products: Effect on human health and nutrition. *International Journal of Food Science*, 2015, 526762. <https://doi.org/10.1155/2015/526762>
- Troise, A. D. (2019). Maillard reaction and food safety. Dalam Ferranti, P. Berry, E. M. Anderson, J. R. (Eds.), *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*. Netherlands: Elsevier.
- Zakhartsev, M., Yang, X., Reuss, M., & Pörtner, H. O. (2015). Metabolic efficiency in yeast *Saccharomyces cerevisiae* in relation to temperature dependent growth and biomass yield. *Journal of Thermal Biology*, 52, 117-29. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2015.05.008>