

## PENGARUH VARIASI SUHU DAN WAKTU PENYIMPANAN TERHADAP KARAKTERISTIK NIRA AREN

*[Effect of Temperature Variation and Storage Time on the Characteristics of Palm Sap]*

**Yesica Marcelina Romauli Sinaga<sup>1✉</sup>, Sri Widyastuti<sup>1</sup>, Miftahil Ma'wa<sup>1</sup>, Mutia Devi Ariyana<sup>1</sup>, Kurniawan Yuniarto<sup>2</sup>, Mi'raj Fuadi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

### ABSTRACT

*Palm sap is one of the non-timber forest products (NTFPs) that has high economic potential as a raw material for palm sugar. However, the quality of palm sap is greatly influenced by storage conditions prior to processing. This study aims to determine the effect of temperature and storage duration on the microbiological, chemical, and physical characteristics of palm sap. Samples of palm sap were collected from Kekait Village, West Lombok, and stored at room temperature and cold temperature (4°C) for 3 to 24 hours. The parameters observed included total yeast, reducing sugar content, alcohol content, total acid titratable (TAT), and turbidity. Data were analyzed using two-way ANOVA, and post-hoc tests were conducted using the Honest Significant Difference at a 5% significance level. The results showed that temperature significantly affected alcohol content and turbidity of the sap. Meanwhile, time significantly affected reducing sugar content, alcohol content, TAT, and turbidity. The interaction between temperature and time significantly affected reducing sugar content, turbidity, and alcohol content. After 3 hours of storage, nira stored at cold temperatures and room temperature already showed a total yeast population of approximately 8 Log CFU/mL. Cold temperatures were not sufficiently effective in preventing yeast growth and nira degradation, as indicated by the production of fermentation products such as reducing sugars, acids, and alcohol.*

**Keywords:** *reducing sugar, alcohol content, palm sap, total titratable acid, total yeast.*

### ABSTRAK

Nira aren merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang memiliki potensi ekonomi tinggi sebagai bahan baku gula aren. Namun, mutu nira sangat dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan sebelum pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap karakteristik mikrobiologi, kimia, dan fisik nira aren. Sampel nira diambil dari Desa Kekait, Lombok Barat, dan disimpan pada suhu ruang serta suhu dingin (4°C) selama 3 hingga 24 jam. Parameter yang diamati meliputi total khamir, kadar gula pereduksi, kadar alkohol, total asam tertitrasi (TAT), dan kekeruhan. Data dianalisis dengan *two-way* ANOVA dan dilakukan uji lanjut menggunakan Beda Nyata jujur pada taraf signifikansi 5%. Hasil menunjukkan faktor suhu berpengaruh pada kadar alkohol dan kekeruhan nira. Sementara itu, faktor waktu berpengaruh terhadap kadar gula pereduksi, kadar alkohol, TAT, dan kekeruhan. Interaksi antara kedua faktor, suhu dan waktu, berpengaruh terhadap kadar gula pereduksi, kekeruhan, dan kadar alkohol. Sejak penyimpanan 3 jam, nira yang disimpan di suhu dingin dan di suhu ruang sudah menunjukkan total populasi khamir sekitar 8 Log CFU/mL. Suhu dingin tidak cukup efektif dalam mencegah pertumbuhan khamir dan mencegah kerusakan nira yang ditandai dengan dihasilkannya produk-produk fermentasi seperti gula pereduksi, asam, dan alkohol.

**Kata Kunci:** gula pereduksi, kadar alkohol, nira aren, total asam tertitrasi, total khamir.

✉ **Corresponding Author:**

Yesica Marcelina Romauli Sinaga  
Universitas Mataram  
Email: [yesica\\_sinaga@unram.ac.id](mailto:yesica_sinaga@unram.ac.id)

*This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license:*



## PENDAHULUAN

Pohon aren atau *Arenga pinnata* Merr. merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi yang banyak tumbuh di berbagai daerah di Indonesia termasuk di Lombok NTB (Ansar et al., 2019; Meikapasa et al., 2025). Berbagai bagian dari tanaman ini dapat diolah menjadi berbagai produk. Salah satu bagian dari pohon aren yang banyak dimanfaatkan adalah nira aren. Nira aren dihasilkan melalui penyadapan kuncup bunga jantan (Kismurtono, 2012). Pemanfaatan nira aren yang berpeluang besar dalam aspek ekonomi adalah pengolahannya menjadi gula aren.

Kualitas nira aren sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain adalah suhu dan lama penyimpanan sebelum diproses menjadi gula. Proses pengumpulan dan penanganan nira aren yang optimal sebelum digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula aren merupakan salah satu kunci utama dalam menghasilkan produk gula aren yang bermutu, terutama karena perubahan suhu dapat mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi pada komponen-komponen nira, seperti kadar gula pereduksi dan sukrosa (Elfriede et al., 2024). Selain itu, lama penyimpanan sebelum pengolahan juga berperan penting, di mana penyimpanan yang terlalu lama dapat menimbulkan degradasi kualitas melalui proses fermentasi dan aktivitas mikroba, yang pada akhirnya mempengaruhi karakteristik organoleptik produk gula aren yang dihasilkan (Maghfirah et al., 2019).

Proses penyadapan nira aren umumnya dilakukan secara tradisional. Nira ditampung dalam wadah seperti bambu maupun jerigen plastik (Gunawan et al., 2020). Nira aren yang baru diperoleh dari proses penyadapan umumnya memiliki pH 6,0–7,5, yang menunjukkan kualitas baik untuk diolah menjadi gula bermutu tinggi. Namun, nira dalam kondisi segar sangat mudah mengalami kerusakan, sehingga perlu segera diproses setelah penyadapan. Nira aren hanya dapat bertahan selama sekitar 4 jam di suhu ruang setelah disadap (Mulyawanti et al., 2011). Nira aren yang akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula aren diharapkan tidak mengalami fermentasi. Fermentasi yang terjadi pada nira aren mengakibatkan mutu gula kristal yang dihasilkan berkualitas rendah, seperti menjadi berwarna lebih gelap dan mudah meleleh (Kalengkongan et al., 2013; Marwati et al., 2023; Putra et al., 2024; Syahidah et al., 2023). Oleh karena itu, pertumbuhan khamir pada nira perlu dikontrol.

Petani berdasarkan kearifan lokal melakukan upaya pencegahan kerusakan nira. Hal ini dilakukan dengan memasukkan bahan alami yang memiliki kemampuan mengawetkan seperti kulit kayu cempedak (*Artocarpus champeden*) dan akar ube-ube (*Derris elegans*) ke dalam wadah penampungan nira aren (Suganda et al., 2018). Bahan pengawet alami yang digunakan bervariasi sesuai dengan daerah tempat produksi nira. Penelitian tentang pemanfaatan bahan alami untuk mengawetkan nira setelah penyadapan selama penyimpanan sebelum nira diproses sudah banyak dilakukan. Hasil penelitian yang diperoleh bervariasi. Daun manggis tidak efektif untuk mengawetkan nira aren selama disimpan di suhu ruang (Fitriyani et al., 2014). Ekstrak polar kayu nangka mampu menjaga kualitas nira selama 12 jam penyimpanan (Nuh et al., 2021). Kulit buah manggis, kulit buah langsung, dan sabut kelapa belum mampu mempertahankan pH nira di atas 6 pada penyimpanan 1, 2, dan 3 hari (Mahulette et al., 2020).

Menurut Quddus & Rostwentiavi (2018), proses pembuatan gula aren yang bermutu tinggi membutuhkan setidaknya 10 liter nira dalam satu kali pengolahan. Jika hasil penyadapan pada pagi dan sore hari belum mencapai jumlah tersebut, maka perajin perlu menunggu hasil sadapan hari berikutnya, yang umumnya memakan waktu >24 jam. Kondisi ini menjadi tantangan dalam mempertahankan mutu nira, khususnya agar tetap berada pada karakteristik yang ideal untuk diolah menjadi gula aren. Salah satu cara sederhana yang dapat digunakan untuk mengawetkan adalah dengan penggunaan suhu rendah. Suhu rendah diketahui dapat menghambat laju pertumbuhan mikroorganisme pembusuk (Utomo et al., 2024). Selain itu, suhu rendah juga memperlambat aktivitas enzim yang terlibat dalam reaksi metabolik sehingga mencegah kerusakan bahan pangan (Sumiasih et al., 2022).

Seiring dengan upaya pengembangan industri gula aren yang berkelanjutan, penelitian tentang pengaruh suhu dan lama penyimpanan pada mutu nira aren merupakan langkah strategis sederhana untuk mengoptimalkan proses produksi gula aren dan menghasilkan produk dengan kualitas yang

konsisten. Penggunaan suhu rendah sebagai upaya mempertahankan mutu nira aren sudah pernah dilakukan. Ansar et al., (2019) mengamati pH dan warna nira aren yang disimpan pada suhu 10oC, 29oC, dan 40oC setelah penyadapan. Namun, pada penelitian tersebut waktu penyimpanan yang digunakan hanya sampai 10 jam. Karakteristik nira aren yang diamati setelah penyimpanan juga terbatas hanya pada pH dan warna. Sinaga et al., (2021) juga melakukan penyimpanan nira aren pada berbagai variasi suhu yakni suhu ruang, suhu -10oC dan 10oC. Parameter yang diamati pH dan kadar alkohol. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan penelitian sehubungan dengan pengaruh suhu dan lama penyimpanan selama 24 jam terhadap karakteristik nira aren berdasarkan parameter dari sisi mikrobiologi, kimia, dan fisik.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan**

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu nira aren yang berasal dari perkebunan pohon aren di Desa Kekait, Lombok Barat. Nira aren yang digunakan merupakan hasil penyadapan yang dimulai pukul 17.00 WITA (sore) hingga pukul 07.00 WITA (pagi). Bahan lain yang digunakan antara lain media pertumbuhan khamir media PDA (*Potato Dextrose Agar*), NaOH, glukosa, DNS (Dinitrosalisilat), aquades.

### **Alat**

Alat-alat yang digunakan antara lain, lemari pendingin, *cool box*, wadah botol kaca, peralatan gelas, cawan petri, turbidimeter, piknometer, dan spektrofotometer.

### **Metode**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor, yakni suhu penyimpanan (suhu ruang; suhu dingin) dan waktu penyimpanan (3 jam; 6 jam; 9 jam; 12 jam; dan 24 jam). Penelitian ini terdiri dari 3 tahapan yaitu (1) pengambilan sampel; (2) persiapan sampel; dan terakhir (3) pengamatan parameter mikrobiologi (analisis total khamir), parameter kimia (analisis kadar gula pereduksi, analisis kadar alkohol, analisis total asam tertitrisasi (TAT)), dan parameter fisik (analisis total kekeruhan). Setiap perlakuan diulang 3 kali. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan *two-way* ANOVA dan diuji lanjut jika terdapat perbedaan nyata menggunakan Beda Nyata Jujur pada taraf nyata 5% dengan menggunakan *software* SPSS versi 26.

### **Pengambilan Sampel**

Petani menggunakan wadah jerigen plastik yang didalamnya sudah terdapat irisan kayu kurut sebagai wadah penampungan nira. Setelah 12 jam, jerigen diturunkan, dan nira yang sudah ditampung kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam botol plastik. Sampel nira disimpan di lemari pendingin sebelum dibawa ke laboratorium.

### **Persiapan Sampel**

Selama perjalanan menuju laboratorium, nira dalam wadah botol plastik jenis PTE dimasukkan ke dalam *cool box* yang berisi es. Sesampainya di laboratorium, sampel nira masing-masing sebanyak 300 mL dimasukkan ke dalam 10 botol kaca steril bertutup dengan ukuran 400 mL secara aseptis. Setiap botol kemudian diberi label sesuai perlakuan waktu penyimpanan (3 jam, 6 jam, 9 jam, 12 jam, dan 24 jam) dan suhu penyimpanan (suhu ruang dan suhu dingin). Sampel nira dengan perlakuan suhu ruang disimpan pada ruang terbuka. Sampel nira dengan perlakuan suhu dingin dimasukkan ke dalam lemari pendingin (4°C). Analisis dilakukan setelah 3 jam, 6 jam, 9 jam, 12 jam, dan 24 jam penyimpanan.

**Analisis Total Khamir**

Sampel nira aren diencerkan berseri dan dilakukan pemupukan pada cawan berisi media PDA. Cawan diinkubasi pada suhu 25°C selama 4 hari dan jumlah total khamir dinyatakan sebagai Log CFU/mL (Periadnadi et al., 2018).

**Analisis Kadar Gula Pereduksi**

Gula pereduksi pada sampel nira aren dianalisis dengan menggunakan metode DNS (Latriyanto & Aulia, 2021). Analisis dilakukan dengan membuat kurva standar glukosa terlebih dahulu. Setelahnya, dilakukan determinasi gula pereduksi nira aren.

**Analisis Kadar Alkohol**

Analisis kadar alkohol dilakukan dengan menggunakan metode tidak langsung menggunakan piknometer (Rahman et al., 2017).

**Analisis TAT**

Nilai TAT ditentukan menggunakan indikator phenolptalin (PP) (Laily et al., 2019). Perhitungan nilai TAT menggunakan grek asam malat sebagai asam yang banyak terdapat pada nira dengan nilai grek 67 (Limo et al., 2015).

**Analisis Kekeuhan**

Kekeuhan nira aren diukur menggunakan alat turbidimeter digital yang dinyatakan dengan satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Total Khamir**

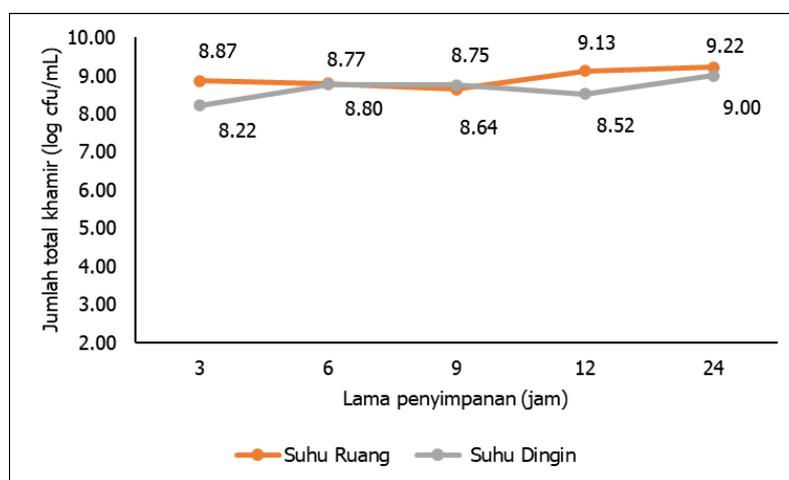
Jumlah total khamir sampel nira aren yang disimpan selama 3, 6, 9, 12, dan 24 jam di suhu ruang dan di suhu dingin dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil penelitian menunjukkan jumlah total khamir sudah mencapai jumlah yang tinggi yakni 8 Log CFU/mL sejak awal pengamatan (penyimpanan 3 jam) baik pada sampel nira yang disimpan di suhu ruang (8,87 Log CFU/mL) maupun di suhu dingin (8,22 Log CFU/mL). Jumlah total khamir meningkat dan mencapai 9,22 Log CFU/mL dan 9,00 Log CFU/mL di masing-masing akhir penyimpanan pada suhu ruang dan suhu dingin. Hasil penelitian juga menunjukkan pertumbuhan khamir pada nira di setiap waktu pengamatan kedua suhu penyimpanan memiliki pola yang sama. Hal ini mengindikasikan penyimpanan suhu dingin tidak memengaruhi pertumbuhan khamir di dalam nira. Jumlah total khamir nira aren selama penyimpanan pada suhu ruang yang diperoleh pada penelitian ini (mencapai 8-9 Log CFU/mL) lebih tinggi daripada jumlah total khamir nira yang disimpan di suhu ruang pada hasil penelitian Shetty et al. (2017) yakni 7 Log CFU/mL dan penelitian Mulyawanti et al. (2011) yakni 5,8-6,4 Log CFU/mL selama 3-16 jam penyimpanan (nira tanpa perlakuan pasteurisasi sebelum penyimpanan).

Jumlah khamir yang tinggi pada hasil penelitian ini diduga dipengaruhi oleh sanitasi wadah penampungan nira yang kurang baik. Jerigen yang digunakan petani untuk menampung nira selama penyadapan hanya mendapat perlakuan sanitasi berupa pembilasan dengan air dan dikeringkan. Wadah yang digunakan juga sudah tidak dalam kondisi prima, terlihat dari warna asal jerigen yang berwarna putih namun sudah kecoklatan. Fitriyani et al. (2014) dan Gunawan et al. (2020) menyebutkan wadah penampungan nira sebaiknya disterilkan dan dibersihkan terlebih dahulu untuk mencegah penurunan mutu nira aren yang cepat. Penggunaan jerigen dan bambu dalam penyadapan nira secara tradisional dapat digantikan salah satunya dengan penggunaan wadah yang terbuat dari aluminium. Wadah penampungan aluminium lebih tahan panas dan dapat disterilkan menggunakan air suhu 100°C selama 5 menit. Hal ini berpengaruh terhadap jumlah total mikroorganisme yang lebih rendah pada nira aren yang ditampung menggunakan wadah aluminium (Gunawan et al., 2020). Hal ini menjadi dasar bagi

tim peneliti untuk menggunakan wadah penampungan nira yang sudah mendapat perlakuan sterilisasi pada penelitian lanjutan yang akan dilakukan.

Perlakuan suhu dingin pada penelitian ini tidak mampu menahan pertumbuhan khamir pada nira aren selama penyimpanan. Komposisi nira aren yang mengandung glukosa mengakibatkan berbagai jenis mikroorganisme tumbuh secara alami di dalam nira aren. Mikroorganisme tersebut dapat berasal dari jenis khamir. Khamir indigenous yang bersumber dari nira aren itu sendiri antara lain *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces ellipsoideus*, *Candida tropicalis*, *Candida crusei*, dan *Schizosaccharomyces* sp. (Periadnadi et al., 2018). Feng et al., (2018) menyebutkan berbagai galur khamir *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan untuk tumbuh pada suhu dingin yang sangat bervariasi. Beberapa galur khamir *Saccharomyces cerevisiae* dapat bertahan pada suhu hingga 4°C. Hal ini diduga mengakibatkan jumlah total khamir yang cukup tinggi yang diperoleh pada nira aren yang disimpan di suhu dingin pada penelitian ini.

Khamir memiliki beberapa enzim penting seperti invertase, fosfatase, lipase, zimase dan proteinase yang menyebabkan khamir memegang peran penting dalam dekomposisi senyawa organik melalui proses fermentasi (Periadnadi et al., 2018; Shetty et al., 2017). Enzim invertase pada khamir akan mengubah sukrosa menjadi gula-gula pereduksi seperti glukosa dan fruktosa (Shetty et al., 2017). Korelasi antara jumlah total khamir dengan hasil analisis parameter lainnya dianalisis dengan uji korelasi Pearson. Hasil menunjukkan nilai korelasi antara jumlah khamir dengan kadar gula pereduksi; nilai TAT; kekeruhan; dan kadar alkohol nira pada penyimpanan suhu ruang berturut-turut sebesar 0,76; 0,65; 0,77; dan -0,97. Hal ini menunjukkan adanya korelasi positif antara jumlah total khamir dengan kadar gula pereduksi, nilai TAT, dan kekeruhan nira saat disimpan di suhu ruang. Sementara itu, korelasi negatif ditunjukkan hanya antara parameter jumlah total khamir dengan parameter kadar alkohol. Nilai korelasi Pearson dapat diartikan sebagai "tidak adanya korelasi" (0,00 – 0,20), "korelasi lemah" (0,21 – 0,40), "korelasi sedang" (0,41 – 0,60), "korelasi kuat" (0,61 – 0,80), dan "korelasi sempurna" (0,81 – 1,00) (Hidayanti & Mandalika, 2023). Korelasi jumlah total khamir dengan kadar gula pereduksi; nilai TAT; dan kekeruhan nira pada penyimpanan suhu ruang masing-masing yang berkisar antara 0,61 – 0,80 menandakan terdapat tingkat korelasi kuat. Sementara itu, nilai korelasi antara total khamir dengan kadar gula pereduksi; nilai TAT; kekeruhan; dan kadar alkohol nira pada penyimpanan suhu dingin berturut-turut sebesar 0,48 (korelasi sedang); 0,62 (korelasi kuat); -0,29 (korelasi lemah); dan 0,50 (korelasi sedang).



Gambar 1. Jumlah Total Khamir pada Sampel Nira Aren Selama Penyimpanan

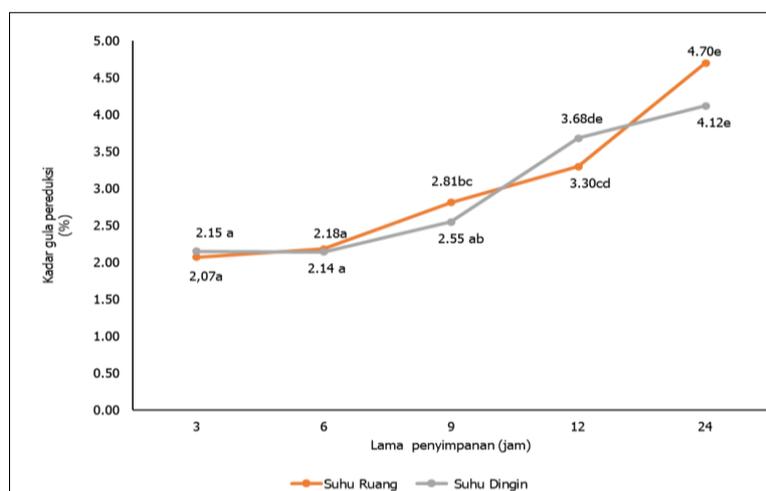
### Kadar Gula Pereduksi

Kadar gula pereduksi setiap sampel nira aren yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Gambar 2. Data menunjukkan nilai kadar gula pereduksi nira aren pada penyimpanan

suhu dingin dan suhu ruang masing-masing berkisar antara 2,15 – 4,12% dan 2,07 – 4,7%. Kadar gula pereduksi nira aren baik yang disimpan di suhu ruang maupun suhu dingin terus mengalami peningkatan hingga akhir waktu penyimpanan 24 jam. Kadar gula pereduksi pada sampel nira yang diperoleh pada penelitian ini cukup rendah dibandingkan hasil penelitian Shetty et al. (2017). Shetty et al. (2017) menunjukkan kadar gula pereduksi pada sampel nira yang berasal dari kelapa selama waktu penyimpanan 3, 5, 9, 11, dan 16 jam di suhu ruang masing-masing adalah sebesar 5,5%, 6,1%, 11,2%, 7,96%, dan 7,39%. Namun demikian, hasil kadar gula pereduksi yang diperoleh pada penelitian ini tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Fitriyani et al. (2014). Kadar gula pereduksi sampel nira aren yang ditambahkan daun manggis hutan (3 g/L) selama penyimpanan 0, 4, 8, dan 24 jam pada suhu ruang berturut-turut adalah 2,15%, 2,53%, 3,73%, dan 4,28% (Fitriyani et al., 2014).

Hasil analisis ANOVA 2 faktor menunjukkan bahwa faktor suhu tidak signifikan (taraf 5%) dalam memengaruhi kadar gula pereduksi selama penyimpanan. Sementara itu, faktor waktu berpengaruh signifikan (taraf 5%) terhadap perubahan kadar gula pereduksi selama penyimpanan. Uji interaksi antar faktor suhu dan waktu memperlihatkan adanya pengaruh interaksi kedua faktor tersebut yang signifikan (taraf 5%) terhadap kadar gula pereduksi selama penyimpanan. Adanya interaksi antara kedua faktor tersebut mengakibatkan uji lanjut dilakukan hanya pada pengaruh interaksi antar faktor. Faktor suhu penyimpanan yang tidak signifikan terhadap perubahan kadar gula pereduksi nira aren sejalan dengan hasil parameter total khamir yang sudah dijelaskan sebelumnya. Khamir masih mampu tumbuh dan melakukan metabolisme perombakan sukrosa menjadi gula pereduksi pada suhu dingin.

Kadar gula pereduksi merupakan salah satu parameter penting untuk menilai kualitas nira aren. Dengan mengukur kadar gula pereduksi, dapat diketahui apakah nira tersebut telah mengalami kerusakan. Tingginya kadar gula pereduksi menjadi indikator bahwa nira aren sudah mengalami penurunan mutu. Fermentasi yang terjadi pada nira aren oleh mikroorganisme seperti khamir akan menghasilkan gula pereduksi seperti glukosa dan fruktosa. Dengan demikian, kadar gula pereduksi pada nira aren dapat menjadi penanda terjadinya proses fermentasi, proses pemecahan sukrosa yang terkandung pada nira aren. Subtrat sukrosa akan dihidrolisis menjadi gula pereduksi melalui enzim invertase yang dimiliki oleh khamir (Fitriyani et al., 2014; Shetty et al., 2017).



Gambar 2. Kadar Gula Pereduksi Sampel Nira Aren Selama Penyimpanan

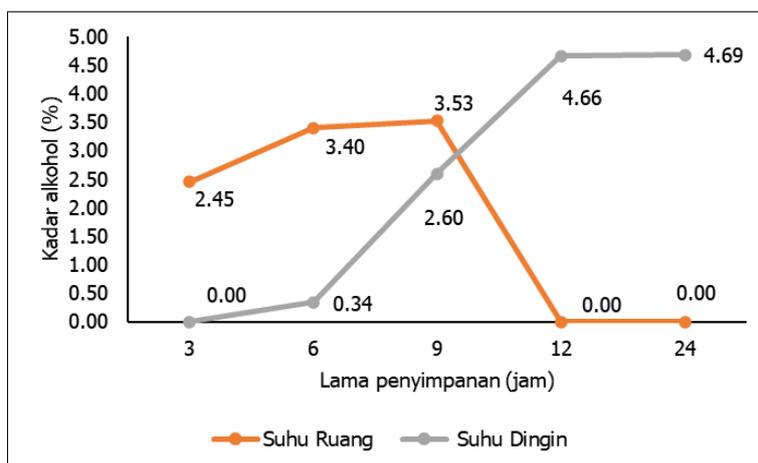
Keterangan: Huruf yang berbeda mengindikasikan perbedaan yang signifikan (taraf 5%) di antara hasil interaksi perlakuan sampel

### Kadar Alkohol

Data kadar alkohol nira aren selama penyimpanan tidak dianalisis dengan ANOVA. Kadar alkohol sampel nira aren selama penyimpanan disajikan pada Gambar 3. Sampel nira aren yang disimpan pada suhu ruang sudah mengandung alkohol sejak waktu pengamatan penyimpanan 3 jam, dengan kadar

alkohol sebesar 2,45%. Kadar alkohol nira aren pada sampel tersebut terus mengalami peningkatan hingga waktu penyimpanan 9 jam. Kadar alkohol selanjutnya sudah tidak terdeteksi pada sampel nira aren yang disimpan di suhu ruang pada waktu pengamatan 12 jam dan 24 jam. Sementara itu, kadar alkohol pada nira aren yang disimpan di suhu dingin baru terdeteksi pada sampel penyimpanan 6 jam, dengan kadar alkohol cukup rendah yakni 0,34%. Kadar alkohol tersebut meningkat jauh pada sampel nira aren dengan waktu penyimpanan 9 jam, mencapai 2,60%. Jumlah ini terus meningkat hingga sampel pada waktu penyimpanan 12 jam yakni 4,66%. Selanjutnya, kadar alkohol konstan hingga penyimpanan akhir 24 jam yakni 4,69%.

Terbentuknya alkohol pada nira aren selama penyimpanan disebabkan oleh aktivitas enzim yang diekspresikan tidak hanya oleh khamir (Shetty et al., 2017) tetapi juga oleh BAL (bakteri asam laktat) heterofermentatif (Eiteman & Ramalingam, 2015). Enzim yang dihasilkan tersebut akan memproduksi alkohol dari substrat gula pereduksi yang terkandung pada sampel akibat pemecahan sukrosa (Mulyawanti et al., 2011). Pada hasil penelitian ini diketahui pola perubahan kadar alkohol nira pada kedua suhu penyimpanan menunjukkan perbedaan. Meskipun jumlah total khamir nira pada kedua suhu penyimpanan tidak berbeda seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, namun korelasi antara total khamir dengan kadar alkohol di kedua suhu penyimpanan menunjukkan perbedaan. Pada suhu ruang, diduga tidak terjadi penghambatan perubahan gula pereduksi menjadi alkohol oleh khamir. Sementara itu, pada suhu dingin terjadi penghambatan konversi gula pereduksi menjadi alkohol oleh khamir. Penelitian Kucharczyk & Tuszy (2018) menunjukkan bahwa suhu yang semakin rendah menghasilkan kadar alkohol yang semakin rendah pada proses fermentasi khamir dalam pembuatan bir. Penghambatan ini mengakibatkan alkohol terdeteksi setelah 6 jam penyimpanan pada suhu dingin. Sementara itu, tidak ditemukannya alkohol pada sampel nira aren yang disimpan di suhu ruang setelah penyimpanan 12 jam dan 24 jam kemungkinan diakibatkan terjadinya konversi alkohol yang sudah terbentuknya sebelumnya menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat (Shetty et al., 2017). Beragam jenis bakteri dan khamir diketahui berperan dalam proses fermentasi alami nira aren.



Gambar 3. Kadar Alkohol Sampel Nira Aren Selama Penyimpanan

### Total Asam Tertitrasi (TAT)

Tabel 1 menyajikan data nilai total asam tertitrasi (TAT) nira selama penyimpanan. Nilai TAT nira masing-masing pada penyimpanan suhu ruang dan suhu dingin berkisar antara 0,7 – 1,55% dan 0,7 – 1,3%. Nilai TAT nira cenderung meningkat selama penyimpanan, baik yang disimpan di suhu ruang maupun di suhu dingin. Nilai TAT mulai mengalami peningkatan signifikan pada waktu penyimpanan 12 jam jika dibandingkan dengan waktu penyimpanan terendah 3 jam. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa faktor waktu signifikan dalam memengaruhi nilai TAT nira selama penyimpanan ( $p < 0.05$ ). Berbeda dengan faktor waktu, faktor suhu justru tidak signifikan dalam memengaruhi nilai TAT nira.

Hasil uji interaksi antara kedua faktor waktu dan suhu menunjukkan tidak terdapat interaksi yang signifikan antar kedua faktor dalam memengaruhi perubahan nilai TAT nira selama penyimpanan.

Terbentuknya asam pada sampel selama penyimpanan merupakan hasil dari fermentasi. Alkohol yang juga merupakan hasil fermentasi dari glukosa (gula pereduksi) selanjutnya mengalami fermentasi lanjutan menghasilkan asam asetat oleh kelompok bakteri asam asetat (Fitriyani et al., 2014). Selain itu, terbentuknya asam pada sampel selama penyimpanan disebabkan oleh reaksi fermentasi yang dilakukan kelompok bakteri asam laktat (BAL). Fermentasi glukosa dan sukrosa oleh BAL menghasilkan produk utama asam laktat serta produk turunan lainnya bergantung pada jenis BAL. Secara umum, BAL mengkonversi glukosa melalui jalur *Embden-Meyerhof-Parnas* (EMP) yang menghasilkan laktat sebagai produk utama pada jenis fermentasi homolaktik oleh kelompok BAL homofermentatif. Sementara itu, fermentasi heterolaktik, selain menghasilkan asam laktat juga menghasilkan etanol dan asam asetat (Eiteman & Ramalingam, 2015). Sukrosa difermentasi oleh BAL menjadi glukosa dan fruktosa dengan menggunakan enzim invertase. Glukosa dan fruktosa kemudian digunakan lebih lanjut oleh BAL melalui jalur glikolisis menghasilkan asam laktat sebagai produk utama (Miyamoto et al., 2023).

Hasil penelitian ini menunjukkan faktor suhu tidak berpengaruh terhadap nilai TAT nira. Sementara itu, faktor suhu berpengaruh pada kadar alkohol nira, dimana suhu dingin mengakibatkan alkohol lebih lama terbentuk dibandingkan dengan nira aren di suhu ruang. Hal ini menimbulkan dugaan terdapat perbedaan mekanisme pembentukan asam, antara nira yang disimpan di suhu dingin dengan di suhu ruang. Pada nira yang disimpan di suhu ruang, asam dihasilkan melalui dua cara, pertama melalui konversi gula pereduksi menjadi asam oleh BAL dan kedua melalui konversi alkohol menjadi asam oleh bakteri asam asetat. Sedangkan pada nira yang disimpan di suhu dingin, asam terbentuk terutama melalui perubahan gula pereduksi menjadi asam oleh BAL, karena kadar alkohol di suhu dingin jumlahnya rendah.

Nilai TAT nira selama penyimpanan di kedua suhu pada penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Ansar et al. (2019). Pada penelitian ini, suhu penyimpanan dingin tidak memengaruhi nilai TAT nira. Sementara itu, penelitian Ansar et al., (2019) menunjukkan pH nira yang disimpan di suhu 10°C masih di atas 6 hingga akhir penyimpanan 10 jam, sementara pH nira yang disimpan di suhu 29°C sudah di bawah 6 pada penyimpanan akhir 10 jam.

Tabel 1. Total Asam Tertitiasi Sampel Nira Aren Selama Penyimpanan

Waktu Penyimpanan (jam)	Nilai TAT (%)	
	Suhu ruang	Suhu dingin
3	0.70a	0.70a
6	1.10ab	0.80ab
9	1.10ab	0.90ab
12	1.30bc	1.15bc
24	1.55c	1.30c

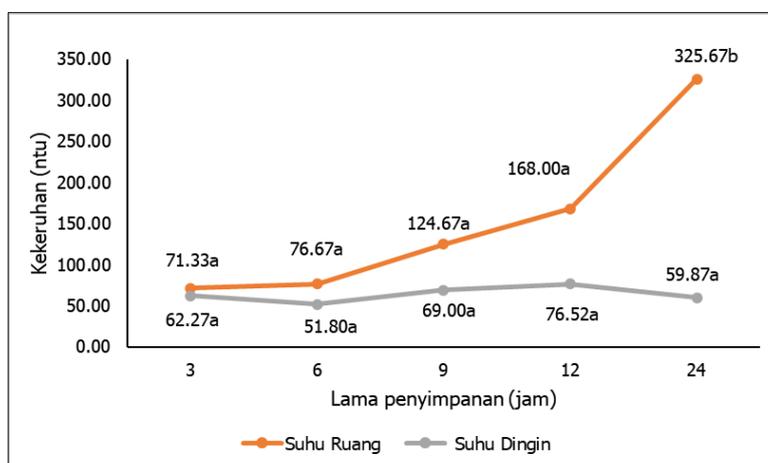
Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf signifikansi 5%

### Kekeruhan

Gambar 4 menunjukkan nilai kekeruhan nira aren selama penyimpanan. Nilai kekeruhan nira aren di suhu ruang berkisar antara 71,33 – 325,67 NTU. Nilai kekeruhan nira aren terus meningkat selama penyimpanan di suhu ruang. Sementara itu, kekeruhan nira aren di suhu dingin bernilai 62,27 NTU di 3 jam penyimpanan dan turun menjadi 59,87 NTU di akhir penyimpanan 24 jam. Hasil uji statistik menunjukkan faktor suhu dan faktor waktu masing-masing signifikan dalam memengaruhi nilai kekeruhan nira aren selama penyimpanan. Hasil uji interaksi menunjukkan terdapat interaksi antara suhu dan waktu dalam memengaruhi nilai kekeruhan nira aren. Oleh karena itu, uji lanjut dilakukan

tanpa memerhatikan masing-masing faktor dan generalisasi ditujukan pada pengaruh interaksi antara suhu dan waktu. Nilai kekeruhan nira aren menunjukkan perbedaan signifikan pada penyimpanan 24 jam di suhu ruang mencapai 325,67 ntu. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Mulyawanti et al. (2011) yang menyatakan kekeruhan nira mengalami penurunan selama penyimpanan 15 jam pada suhu ruang.

Kekeruhan sampel nira dapat diakibatkan oleh komponen sel dari mikroorganisme yang tumbuh pada nira aren, baik dari kelompok bakteri maupun khamir. Kekeruhan nira dipengaruhi juga oleh konsentrasi protein dan keberadaan senyawa polifenol. Interaksi antara protein dan polifenol akan membentuk kompleks yang menghasilkan partikel koloid yang lebih besar yang bertanggung jawab pada kekeruhan nira (Khadka et al., 2024). Hasil pengujian total khamir seperti yang sudah disampaikan sebelumnya menunjukkan jumlah total khamir yang tinggi yakni mencapai 8 Log CFU/mL sejak penyimpanan 3 jam baik di suhu ruang maupun suhu dingin. Namun, perbedaan nilai kekeruhan antara sampel nira yang disimpan di suhu dingin dengan di suhu ruang dapat disebabkan oleh mikroorganisme jenis lain selain khamir seperti bakteri asam laktat (Shetty et al., 2017) dan bakteri asam asetat (Fitriyani et al., 2014) yang diduga lebih banyak tumbuh pada sampel nira yang disimpan di suhu ruang. BAL berperan dalam mengakibatkan kekeruhan nira karena adanya gum seperti dekstran yang dihasilkan di tahap awal fermentasi (Khadka et al., 2024). Peningkatan kekeruhan pada nira aren selama penyimpanan menandakan terjadinya fermentasi (Yuniarto et al., 2021) dan menandakan peningkatan suspensi khamir dan bakteri (Khadka et al., 2024).



Gambar 4. Kekeruhan Sampel Nira Aren Selama Penyimpanan

## KESIMPULAN

Perlakuan suhu penyimpanan berpengaruh terhadap kadar alkohol dan kekeruhan nira. Sementara itu, waktu penyimpanan berpengaruh terhadap kadar gula pereduksi, kadar alkohol, TAT, dan kekeruhan. Interaksi kedua faktor berpengaruh terhadap kadar gula pereduksi, kekeruhan, dan kadar alkohol. Karakteristik mikrobiologis nira pada awal penyimpanan menunjukkan jumlah total khamir berkisar 8 Log CFU/mL. Penggunaan suhu dingin tidak cukup efektif dalam menghambat pertumbuhan khamir dan menghambat fermentasi nira. Penyimpanan suhu dingin akan efektif dalam mencegah pertumbuhan khamir yang masif yang berdampak pada pencegahan kerusakan nira jika dikombinasikan dengan penerapan sanitasi yang baik sejak tahap penyadapan nira.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mataram yang telah memberikan dukungan finansial terhadap penelitian ini melalui program Penelitian Penugasan DIPA BLU (PNBP) Nomor kontrak 2610/UN18.L1/PP/2023.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ansar, Nazaruddin, & Azis, A. D. (2019). Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap perubahan pH dan warna nira aren (*Arenga pinnata* Merr) setelah penyadapan. *Teknik Pertanian Lampung*, 8(1), 40–48.
- Eiteman, M. A., & Ramalingam, S. (2015). Microbial production of lactic acid. *Biotechnology Letters*, 37(5), 955–972. <https://doi.org/10.1007/s10529-015-1769-5>.
- Elfriede, D. P., Arifin, Y., & Hidayat, L. F. (2024). Chemical analysis of arenga palm sugar and its relationship with consumer acceptability. *Bio Web of Conferences*, 98, 3001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249803001>.
- Feng, L., Jia, H., Qin, Y., Song, Y., Tao, S., & Liu, Y. (2018). Rapid identification of major QTLs associated with near-freezing temperature tolerance in *Saccharomyces cerevisiae*. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2110. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02110>.
- Fitriyani, Djangi, M. J., & Alimin. (2014). Pengaruh penambahan daun manggis hutan (*Garcinia hombroniana* Pierre) terhadap umur simpan nira aren (*Arenga pinnata* Merr). *Jurnal Chemica*, 15(1), 82–93.
- Gunawan, W., Maulani, R. R., Hati, E. P., Awaliyah, F., Afif, A. H., & Albab, R. G. (2020). Evaluation of palm sap (neera) quality (*Arenga pinnata* Merr) in processing of house hold palm sugar (case study on aren farmers in Gunung Halu Village, Gunung Halu District, West Bandung Regency). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/466/1/012001>.
- Hidayanti, A. A., & Mandalika, E. N. D. (2023). Analisis korelasi Pearson biaya produksi terhadap luas lahan petani garam di Kecamatan Bolo Kabupaten Bima. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Sains*, 4(1), 5–10.
- Kalengkongan, C., Pontoh, J., & Fatimah, F. (2013). Hubungan antara beberapa kriteria kualitas dengan warna gula aren (*Arenga pinnata* Merr.). *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(2), 86. <https://doi.org/10.35799/jis.13.2.2013.2887>.
- Khadka, N., Raj, D., Dangal, A., Rai, K., Gurung, G., Sherma, G., Bahadur, S., & Gautam, N. (2024). Heliyon study on the changes during the fermentation of the wine prepared from palm (*Phoenix sylvestris*) sap. *Heliyon*, 10(15), e35799. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35799>.
- Kismurtono, M. (2012). Fed-batch alcoholic fermentation of palm juice (*Arenga pinnata* Merr.): Influence of the feeding rate on yeast, yield and productivity. *International Journal of Engineering Dan Technology*, 2(5), 795–799.
- Kucharczyk, K., & Tuszy, T. (2018). The effect of temperature on fermentation and beer volatiles at an industrial scale. *Journal of the Institute of Brewing*, 124, 230–235. <https://doi.org/10.1002/jib.491>.
- Laily, I., Santy, W. H., & Nu, V. (2019). Pengaruh kultur campuran dalam fermentasi alkohol terhadap sifat fisikokimia dan sensoris cuka belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(3), 9–18.
- Lastriyanto, A., & Aulia, A. I. (2021). Analisa kualitas madu singkong (gula pereduksi, kadar air, dan total padatan terlarut) pasca proses pengolahan dengan vacuum cooling. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 09(30), 110–114.

- Limo, S. R., Pontoh, J. S., & Wuntu, A. D. (2015). Analisis beberapa asam organik pada nira aren menggunakan HPLC fasa terbalik kolom YMC Triart C 18. *JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE* 4(1), 51–56.
- Maghfirah, I., Santoso, H., & Syauqi, A. (2019). Uji rendemen nira dan gula semut aren (*Arenga pinnata* Merr.) hasil penyadapan pagi dan sore hari dengan instrumen refraktometer. *Jurnal Sains Alami (Known Nature)*, 2(1). <https://doi.org/10.33474/j.sa.v2i1.2959>.
- Mahulette, F., Rupilu, Z., & Pattipeilohy, M. (2020). Pengaruh lama penyimpanan dan bahan pengawet terhadap karakteristik fisikokimia nira aren (*Arenga pinnata* Merr.). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 8(4), 219–225. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2020.008.04.5>.
- Marwati, M., Febriandini, I., Candra, K. P., Yuliani, Y., & Nurkaya, H. (2023). Crystal palm sugar yield optimization and its chemical and sensory characteristics. *Food Science and Technology Journal (Foodscitech)*, 70–77. <https://doi.org/10.25139/fst.v6i2.6095>.
- Meikapasa, N. W. P., Pravitri, K. G., & Ulpiana, M. (2025). Analisis fisikokimia gula aren di wilayah Gunung Sari Lombok Barat. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(1), 396–404. <https://doi.org/10.56338/jks.v8i1.6845>.
- Miyamoto, J., Shimizu, H., Hisa, K., Matsuzaki, C., Inuki, S., Ando, Y., Nishida, A., Izumi, A., Yamano, M., Ushiroda, C., Irie, J., Katayama, T., Ohno, H., Itoh, H., Yamamoto, K., & Kimura, I. (2023). Host metabolic benefits of prebiotic exopolysaccharides produced by *Leuconostoc mesenteroides*. *Gut Microbes*, 15(1). <https://doi.org/10.1080/19490976.2022.2161271>.
- Mulyawanti, I., Setyawan, N., & Nur Alam Syah, A. (2011). Evaluasi mutu kimia, fisika dan mikrobiologi nira aren (*Arenga pinnata*) selama penyimpanan. *Agritech*, 31(4), 325–332.
- Nuh, M., Barus, W. B. J., Miranti, Waridha, A., Sitompul, A., Barus, W. R. N. K., & Ardi, M. Y. (2021). Efektifitas Ekstrak polar kayu nangka untuk mempertahankan kualitas nira aren. *Wahana Inovasi*, 10(1), 31–37.
- Periadnadi, P., Sari, D. K., & Nurmiati, N. (2018). Isolasi dan keberadaan khamir potensial pemfermentasi nira aren (*Arenga pinnata* Merr.) dari dataran rendah dan dataran tinggi di Sumatera Barat. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 4(1), 29–36. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v4i1.5927>.
- Putra, Y. A. S., Putri, N. I., Pratiwi, A. R., Ananingsih, V. K., & Franz, N. (2024). Effect of betel lime (Ca(OH)<sub>2</sub>) concentration on the physicochemical characteristics of sugar palm juice. *Praxis Jurnal Sains Teknologi Masyarakat dan Jejaring*, 7(1), 62–76. <https://doi.org/10.24167/praxis.v7i1.12683>.
- Quddus, A., & Rostwentiavi, V. (2018). Peningkatan nilai tambah terhadap nira aren melalui penggunaan pengawet alami. *Mahatani*, 1(1), 18–25.
- Rahman, Y., Syarif, J., & Halimsyah, N. U. (2017). Analisis kadar alkohol pada tape ubi yang difermentasikan selama 3 hari dan 6 hari yang dijual pada pasar boro kecamatan rumbia kabupaten jeneponto 1. *Jurnal Media Laboran*, 7(2), 46–51.
- Shetty, P., D'Souza, A., Poojari, S., Narayana, J., & Rajeeva, P. (2017). Study of fermentation kinetics of palm sap from *Cocos nucifera*. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 5(3), 375–381. <https://doi.org/10.3126/ijasbt.v5i3.18297>.
- 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>.

- Suganda, J., Afriyansyah, B., & Fembriyanto, R. K. (2018). Cempedak crude extract (*Artocarpus champeder*) and ube-ube root (*Derris elegans*) natural preservatives to palm juice (*Arenga pinnata*). *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*, 11(2), 163–170.
- Sumiasih, I. H., Shanaz, S. N., & Natawijaya, A. (2022). Edible coating berbasis kitosan dengan penambahan minyak sereh dalam memperpanjang masa simpan buah belimbing. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 13(3), 163–170. <https://doi.org/10.29244/jhi.13.3.163-170>.
- Syahidah, S., Rayu, S. M. F., Akbar, M. I., & Rahma, A. (2023). Production process and its influence on the quality of palm sugar from various regions in South Sulawesi. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 1230(1), 12168. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012168>.
- Utomo, W. L. P., Santoso, G., & Ridlo, A. (2024). Pengaruh penambahan mikroalga (*Spirulina platensis*) pada edible coating kitosan untuk meningkatkan daya simpan udang (*Penaeus vannamei*). *Journal of Marine Research*, 13(3), 407–418. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i3.41758>.
- Yuniarto, K., Okta Muvianto, C. M., & Ernia, E. (2021). Aplikasi ultrasound assisted extraction untuk produksi minyak bawang putih varietas lokal. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(3), 177–186. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2021.022.03.3>.