
PENGARUH LAMA FERMENTASI EKOENZIM ASAL CAMPURAN FESES SAPI
POTONG DAN JERAMI PADI TERHADAP TOTAL BAKTERI,
KADAR ALKOHOL DAN PH

*THE EFFECT OF FERMENTATION DURATION OF ECOENZYMES DERIVED
FROM A MIXTURE OF BEEF CATTLE FECES AND RICE STRAW ON TOTAL
BACTERIA, ALCOHOL CONTENT AND PH*

Received : Mar 08th 2024

Accepted : May 01th 2024

Iswari Arwadani¹

Eulis Tanti Marlina*²

Yuli Astuti Hidayati²

¹Program Studi Ilmu Peternakan
Fakultas Peternakan
Universitas Padjadjaran

²Departemen Teknologi Hasil
Ternak Fakultas Peternakan
Universitas Padjadjaran

*Korespondensi:

Eulis Tanti Marlina

Departemen Teknologi Hasil
Ternak Fakultas Peternakan
Universitas Padjadjaran

Jl. Ir. Soekarno Km.21
Jatinangor - Kabupaten
Sumedang
Jawa Barat

e-mail:

eulis.tanti@unpad.ac.id

Abstract. The increase in waste volume from the livestock and agriculture sectors requires effective management strategies, including the utilization of eco-enzyme production. Eco-enzymes are versatile liquids made from organic waste, sugar, and water. Generally, eco-enzymes are produced from fruit and vegetable waste; however, evolving information indicates that eco-enzymes can be derived from various types of waste, including livestock waste. The objective of this research is to evaluate the impact of fermentation duration and determine the optimal fermentation period for eco-enzymes derived from a mixture of beef cattle feces and rice straw, specifically focusing on total bacteria, alcohol content, and pH. The research method used was experimental, employing a Completely Randomized Design (CRD), with One-way Anova and Tukey test as the statistical analyses. Four fermentation duration treatments were examined: P1 (7 days), P2 (14 days), P3 (21 days), and P4 (28 days), each replicated five times. The results showed that fermentation duration significantly influenced the pH value, but had no effect on total bacteria and alcohol content. A 28-day fermentation period was identified as the optimal duration for producing eco-enzymes with the highest quality, with the lowest pH reaching 3.45.

Keywords : *Alcohol Content, Beef Cattle Feces, Ecoenzymes, Fermentation, Ph, Total Bacteria*

Sitasi :

Arwadani, I., Marlina, E.T., Hidayati, Y.A (2024). Pengaruh Lama Fermentasi Ekoenzim Asal Campuran Feses Sapi Potong dan Jerami Padi terhadap Total Bakteri, Kadar Alkohol, dan pH. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 5(1): 51-60

PENDAHULUAN

Industri peternakan dan pertanian di Indonesia menghadapi tantangan besar akibat peningkatan limbah yang dihasilkan setiap tahunnya. Peningkat-

an jumlah limbah pertanian dan peternakan mendorong perlunya pengelolaan yang efektif untuk mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan. Dalam upaya mengatasi masalah

tersebut, pengelolaan limbah pertanian dan peternakan secara berkelanjutan menjadi suatu upaya yang diperlukan. Pengelolaan limbah ternak secara terpadu menjadi solusi penting, pendekatan ini melibatkan serangkaian proses pengolahan yang menghasilkan produk beragam. Salah satu diantaranya yaitu pengolahan menjadi ekoenzim (Marlina, dkk. 2019).

Ekoenzim merupakan enzim yang diproduksi dari limbah organik melalui proses fermentasi oleh mikroorganisme. Proses fermentasi ini melibatkan reaksi biokimia di mana mikroorganisme menguraikan bahan organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana (Taslim, dkk. 2017). Ekoenzim memiliki sejumlah kegunaan positif untuk sektor pertanian, diantaranya sebagai biopestisida, desinfektan dan pupuk cair (Noveriza & Melati, 2022). Bahan organik seperti limbah sayuran dan buah sering dimanfaatkan dalam pembuatan ekoenzim. Seiring dengan peningkatan informasi, penelitian juga telah dilakukan untuk memanfaatkan berbagai jenis limbah organik lainnya dalam produksi ekoenzim, seperti limbah kulit kopi (Kamila, dkk. 2022), limbah rumah tangga (Mardatillah, dkk. 2022) dan limbah dapur (Widiani & Novitasari, 2023). Pada penelitian ini, limbah peternakan yaitu feses sapi potong dan limbah pertanian yaitu jerami padi digunakan sebagai bahan baku pembuatan ekoenzim.

Feses sapi mengandung berbagai komponen, termasuk serat seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin,

protein, nitrogen, fosfat, kalium, yang dapat menjadi media pertumbuhan mikroorganisme (Widyasmara, 2012). Feses sapi potong mempunyai kandungan karbon yang rendah sehingga diperlukan bahan dengan kandungan karbon yang tinggi untuk mendapatkan rasio C/N optimal. Salah satu alternatif bahan tambahan adalah jerami padi. Sebagai hasil samping dari kegiatan pertanian, jerami padi memiliki potensi penggunaan yang positif karena memiliki tingkat kandungan karbon yang tinggi (Baon, dkk. 2005).

Proses pembuatan ekoenzim dari campuran feses sapi potong dan jerami padi melibatkan tahapan pengolahan terpadu. Tahap awal dari pengolahan terpadu yaitu dekomposisi awal untuk memperoleh biomassa dari organisme pengurai yang akan dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam produksi ekoenzim. Langkah ini membantu mengurangi bakteri patogen dan gulma yang dapat merugikan saat ekoenzim diaplikasikan. Mikroorganisme *indigenous* yang diperoleh dari proses dekomposisi akan digunakan dalam proses fermentasi ekoenzim. Fermentasi adalah suatu proses di mana substrat organik mengalami perubahan kimia melalui tindakan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Proses fermentasi dilakukan secara anaerob fakultatif dalam toples yang tertutup rapat, dengan menambahkan sumber energi yang telah siap digunakan untuk bakteri, seperti molases (Fifendy, dkk. 2013).

Kualitas ekoenzim dapat dinilai melalui beberapa parameter, salah

satunya adalah total bakteri yang terdapat dalam ekoenzim tersebut. Bakteri ini memiliki peran penting dalam menghasilkan alkohol, asam organik, dan enzim. Semakin tinggi jumlah bakteri dalam ekoenzim, semakin tinggi aktivitas enzim yang dihasilkan. Selain itu, asam organik yang ada dalam ekoenzim memiliki potensi untuk memengaruhi nilai pH. Nilai pH mengindikasikan tingkat keasaman atau alkalinitas suatu larutan. Pertumbuhan mikroorganisme dapat dipengaruhi oleh perubahan pH larutan karena aktivitas enzim sangat bergantung pada tingkat keasamannya (Sukainah, dkk. 2018). Selain itu, keberadaan alkohol dalam ekoenzim juga menjadi indikator kualitas, menunjukkan bahwa ada aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan alkohol (Erna, 2013). Ketiga parameter tersebut penting untuk diteliti, mengingat alkohol, nilai pH dan bakteri yang menghasilkan enzim, dapat berkontribusi dalam mengatasi atau mengusir hama pada tanaman.

Faktor yang mempengaruhi fermentasi ekoenzim diantaranya suhu, waktu, bahan baku, pH dan kadar gula. Pada pembuatan ekoenzim menjadi biopestisida memerlukan lama fermentasi yang optimal dalam menghasilkan suatu zat yang dapat membunuh atau mengusir hama pada tanaman. Zat tersebut diantaranya enzim, alkohol dan asam organik yang dapat menurunkan pH. Enzim dalam ekoenzim diantaranya enzim lipase, tripsin, amilase, mampu mempercepat proses reaksi biokimia alami, termasuk ke-

mampuan untuk mengeliminasi bakteri patogen (Farma, 2021). Di samping itu, ekoenzim mengandung asam asetat yang memiliki potensi untuk menghancurkan kuman, virus, dan bakteri. Kontak dengan alkohol juga dapat membantu membunuh hama seperti serangga dan kutu.

Lama fermentasi adalah faktor kunci dalam produksi ekoenzim, dan umumnya diperlukan sekitar 3 bulan. Namun, dalam penelitian ini lama fermentasi akan menjadi variabel yang diteliti untuk mencari tahu lama fermentasi optimal yang menghasilkan ekoenzim berkualitas. Karena perbedaan metode pembuatan, lama fermentasi yang akan digunakan yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi ekoenzim asal campuran feses sapi potong dan jerami padi terhadap total bakteri, kadar alkohol, dan pH serta mengetahui lama fermentasi yang menghasilkan kualitas ekoenzim yang terbaik. Harapannya, penelitian ini akan berperan dalam meningkatkan perkembangan teknologi fermentasi yang lebih efisien dan berkelanjutan, serta menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut dalam bidang ini.

MATERI DAN METODE

1. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan lama fermentasi, 7 hari (P1), 14 hari (P2), 21 hari (P3), dan 28 hari (P4).

Setiap perlakuan diulang 5 kali, sehingga total terdapat 20 percobaan. Uji One-way Anova dan uji Tukey digunakan sebagai analisis statistiknya.

2. Bahan Penelitian

Proses persiapan dan preparasi sampel dimulai dengan tahap dekomposisi awal selama 7 hari, kemudian mengeringkan dekomposisi hingga kadar air 20% lalu melakukan ekstraksi dan filtrasi sehingga menghasilkan filtrat kental. Filtrat tersebut kemudian diencerkan dan ditambahkan molases sebanyak 7,5% lalu difermentasi secara anaerob fakultatif dengan lama fermentasi yang berbeda.

Ekoenzim yang diperoleh pada lama fermentasi berbeda kemudian dianalisis untuk mengetahui total bakteri, kadar alkohol dan nilai pH pada setiap perlakuan. Bahan yang digunakan untuk menganalisis ekoenzim diantaranya NaCl fisiologis, digunakan untuk pengenceran, sementara media agar (NA) digunakan sebagai media untuk menumbuhkan bakteri. Akuades sebagai pelarut dalam pembuatan media NA.

3. Variabel yang diamati

3.1 Total Bakteri

Uji Total Plate Count (TPC) digunakan untuk menghitung jumlah mikroorganisme dalam ekoenzim. 1 ml sampel diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades. Sampel kemudian diencerkan hingga mencapai faktor pengenceran 10^{-9} . Dari pengenceran tersebut, diambil 1 ml larutan yang ditempatkan dalam cawan petri steril. Selanjutnya,

media NA yang telah disiapkan dituangkan ke dalam cawan petri tersebut.

Sampel dalam cawan petri kemudian ditempatkan di dalam inkubator pada suhu 37°C selama 2×24 jam. Setelah inkubasi, jumlah koloni yang tumbuh dihitung menggunakan metode TPC dan dinyatakan dalam satuan cfu/ml (Safitri, 2013). Koloni mikroba dalam setiap cawan sampel dihitung menggunakan colony counter, dengan rentang jumlah koloni yang dianalisis berkisar antara 30-300 koloni cfu/ml (Sukmawati, 2018). Total bakteri dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total bakteri} = \sum \text{koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

3.2 Kadar Alkohol

Proses pengukuran kadar alkohol menggunakan alkoholmeter, langkah awal adalah menyiapkan peralatan dan bahan yang dibutuhkan, diantaranya ekoenzim, *measuring cylinder* yang lebih tinggi dari panjang alkoholmeter, dan termometer. Kemudian, ekoenzim dimasukkan ke dalam *measuring cylinder* hingga mencapai tingkat yang cukup untuk menyelamkan alkoholmeter sepenuhnya. Suhu ekoenzim diukur terlebih dahulu dengan memasukkan termometer ke dalam *measuring cylinder* dan mencatat suhunya. Selanjutnya, batang alkoholmeter dimasukkan ke dalam *measuring cylinder*, memastikan bahwa alkoholmeter benar-benar tenggelam dalam larutan alkohol dan tidak ada udara terperangkap di sekitar alkohol-

meter. Alkoholmeter dibiarkan dalam larutan untuk mencapai keseimbangan suhu dengan alkohol. Setelah itu, batas air pada alkoholmeter diamati dan dicatat (Wijaya, dkk. 2012). Selanjutnya, suhu dan angka yang tertera pada alkoholmeter dikonversikan menggunakan *alcohol meter conversion table* untuk mendapatkan nilai kadar alkohol dalam ekoenzim.

3.3 pH

Pengukuran pH sampel, beberapa langkah harus diikuti untuk memastikan hasil yang akurat menurut Azizah, dkk. (2012). Pertama, suhu sampel diukur untuk menyesuaikan kondisi pengukuran. Kemudian, pH meter diaktifkan dan elektroda ditempatkan dalam larutan buffer dengan pH 4 untuk kalibrasi, diikuti dengan pencucian elektroda menggunakan aquades. Elektroda dimasukkan ke dalam larutan sampel dan ditunggu selama 2-3 menit atau sampai mencapai titik kestabilan yang diinginkan. Kemudian layar pH meter yang menunjukkan nilai pH ekoenzim dicatat.

3.4 Analisis Statistik

Data total bakteri, kadar alkohol dan pH yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam, dan jika perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap variabel, akan dilakukan uji lanjut Tukey dengan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Total Bakteri pada Ekoenzim

Total bakteri pada ekoenzim campuran feses sapi potong dan jerami padi dengan lama fermentasi yang berbeda disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Total Bakteri pada Ekoenzim

| Perlakuan | Total Bakteri |
|-----------|-------------------------|
| | $\times 10^{10}$ cfu/ml |
| P1 | $5,87 \pm 1,61^a$ |
| P2 | $7,85 \pm 4,54^a$ |
| P3 | $8,79 \pm 5,17^a$ |
| P4 | $10,40 \pm 3,27^a$ |

^aSuperskrip yang sama ke arah kolom menunjukkan tidak berbeda $p > 0,05$

Tabel 1. memperlihatkan bahwa dalam penelitian ini, lama fermentasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($P > 0,05$) terhadap total bakteri pada ekoenzim yang berasal dari campuran feses sapi potong dan jerami padi. Lama fermentasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap total bakteri karena adanya perbedaan interaksi kompleks antara mikroba dalam setiap medium fermentasi (Waluyo, 2004). Kompetisi antara mikroba baik dan merugikan serta pembentukan konsorsium mikroba dapat menciptakan keseimbangan yang memungkinkan pertumbuhan bakteri tanpa mengubah total bakteri secara drastis. Selain itu, karakteristik medium seperti jenis substrat, kandungan nutrisi, pH, suhu, dan faktor lingkungan lainnya juga memainkan peran dalam menentukan pertumbuhan bakteri (Yunilas, 2022). Faktor-faktor ini dapat bekerja bersama-sama

untuk mempertahankan pertumbuhan bakteri tanpa perubahan yang signifikan pada jumlah total bakteri.

Nutrisi yang mencakup sumber karbon, nitrogen, mineral, memberikan zat makanan yang diperlukan bagi mikroba untuk berkembang biak. Suhu optimal juga penting, dengan rentang suhu tertentu yang mendukung pertumbuhan bakteri. Konsentrasi ion hidrogen (pH) juga dapat memengaruhi pertumbuhan bakteri, dengan bakteri umumnya tumbuh pada rentang pH tertentu (Aldelberg, dkk. 2008).

2. Kadar Alkohol pada Ekoenzim

Kadar Alkohol pada ekoenzim campuran feses sapi potong dan jerami padi dengan lama fermentasi yang berbeda disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Alkohol pada Ekoenzim

| Perlakuan | Kadar Alkohol |
|-----------|--------------------------|
| | % |
| P1 | 3,42 ± 0,66 ^a |
| P2 | 3,43 ± 0,53 ^a |
| P3 | 3,86 ± 0,60 ^a |
| P4 | 3,89 ± 0,74 ^a |

^aSuperskrip yang sama ke arah kolom menunjukkan tidak berbeda $p > 0,05$

Hasil uji *One-way Anova* menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi tidak memiliki pengaruh signifikan ($P > 0,05$) terhadap kadar alkohol pada ekoenzim yang berasal dari campuran feses sapi potong dan jerami padi. Alkohol tersebut dihasilkan dari aktivitas mikroba yang memanfaatkan nutrisi pada ekoenzim. Selama proses glikolisis, sumber nutrisi dalam proses fermentasi akan diuraikan menjadi

asam piruvat, yang selanjutnya akan diubah menjadi etanol dalam kondisi anaerobik (Santosa dkk, 2021).

Menurut Rusdianasari, dkk. (2021) secara umum fermentasi ekoenzim dilakukan selama tiga bulan, diketahui bahwa ekoenzim akan memproduksi etanol pada bulan pertama, diikuti oleh pembentukan asam asetat pada bulan kedua, dan pada bulan ketiga akan menghasilkan enzim. Meskipun kadar alkohol dihasilkan selama bulan pertama fermentasi, peningkatan mingguan kadar alkohol tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh faktor-faktor lain yang memengaruhi proses fermentasi secara langsung maupun tidak langsung. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Kunaepah (2008), ada beragam faktor yang dapat memengaruhi fermentasi, termasuk substrat, suhu, pH, oksigen, dan jenis mikroba yang digunakan. Tingkat alkohol yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh pertumbuhan khamir selama proses fermentasi. (Nge & Ballo. 2022). Faktor-faktor ini dapat menyebabkan aktivitas khamir dalam menghasilkan alkohol tanpa adanya perubahan yang signifikan.

Dalam bulan berikutnya, kadar alkohol kemungkinan akan menurun karena aktivitas bakteri yang mengubah alkohol tersebut menjadi asam asetat (Santosa, dkk. 2021). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Supriyani, dkk. (2020), dimana dalam kondisi anaerobik, asam piruvat akan mengalami degradasi melalui tindakan piruvat dekarboksilase, menghasilkan

karbon dioksida dan etanol dengan bantuan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Di samping itu, bakteri *Acetobacter* akan melakukan konversi etanol menjadi asam asetat dengan memanfaatkan oksigen.

3. Nilai pH pada Ekoenzim

Nilai pH pada ekoenzim campuran feses sapi potong dan jerami padi dengan lama fermentasi yang berbeda disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai pH pada Ekoenzim

| Perlakuan | Nilai pH |
|-----------|--------------------------|
| P1 | 4,26 ± 0,15 ^b |
| P2 | 3,76 ± 0,38 ^a |
| P3 | 3,51 ± 0,07 ^a |
| P4 | 3,45 ± 0,03 ^a |

^{ab}Superskrip yang sama ke arah kolom menunjukkan pengaruh yang nyata $p > 0,05$

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi memiliki dampak signifikan ($P < 0,05$) terhadap pH pada ekoenzim yang berasal dari campuran feses sapi potong dan jerami padi. Analisis dilanjutkan dengan uji Tukey. Hasil analisis Tukey menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) antara perlakuan fermentasi selama 7 hari dengan fermentasi selama 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

Tabel 3. menunjukkan bahwa rata-rata nilai pH cenderung menurun seiring bertambahnya durasi fermentasi. Rata-rata nilai pH ekoenzim yang berasal dari campuran feses sapi potong dan jerami padi berkisar antara 3,45 hingga 4,26 dengan rata-rata pH tertinggi tercatat pada fermentasi 7 hari (P1), sementara nilai pH terendah

terjadi pada fermentasi 28 hari (P4). Menurut penelitian oleh Rochyani, dkk. (2020), ekoenzim memiliki sifat asam pada rentang pH antara 3 dan 4 secara kimia. Namun pada fermentasi 7 hari, pH berada di atas 4, yang menunjukkan bahwa ekoenzim dengan lama fermentasi 7 hari tidak termasuk kedalam sifat asam ekoenzim. Pada hari ke 14-28 fermentasi, nilai pH kembali berada di bawah 4, sesuai dengan standar yang baik untuk produksi ekoenzim, seperti yang disebutkan oleh Putra & Suyasa (2022).

Kehadiran asam organik seperti asam asetat, asam sitrat, dan asam laktat dalam ekoenzim, yang dihasilkan dari aktivitas mikroba yang menghidrolisis selulosa, menjadi penyebab utama penurunan nilai pH (Widiani & Novitasari. 2023). Konsentrasi asam organik yang semakin tinggi mengakibatkan penurunan pH ekoenzim, karena asam organik berperan sebagai indikator keasaman pH (Rasit, dkk. 2019).

KESIMPULAN

Lama fermentasi memengaruhi nilai pH secara signifikan, namun tidak berpengaruh terhadap total bakteri dan kadar alkohol. Lama fermentasi selama 28 hari menghasilkan kualitas ekoenzim yang terbaik, dengan rata-rata pH paling rendah dibandingkan dengan lama fermentasi lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Rektor Universitas Padjadjaran melalui Direktorat Riset & Pengabdian Masyarakat atas bantuan pendanaan yang diberikan melalui Hibah Riset Percepatan Lektor Kepala (RPLK) tahun 2023, sehingga penelitian ini terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelberg., Jawetz dan Melnick. (2008). *Medical Microbiology. Edisi 23*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Azizah, N., Al-Baari, A. N. dan Mulyani, S. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey Dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2).
- Baon, J. B., R. Sukasih. dan Nurkholis (2005). Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos Limbah Padat Kopi: Pengaruh Aktivator dan Bahan Baku Kompos. *Jurnal Pelita Perkebunan*, 21(1): 31– 42.
- Erna, M.K. (2013). Efek Fermentasi Dengan *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Karakteristik Biokimia. *Tapioca Agritech*, 33(3): 4281-2874.
- Farma, S. A., Handayani, D., Putri, I. L. E. dan Putri, D. H. (2021). Pemanfaatan Sisa Buah dan Sayur sebagai Produk ECOBY Ecoenzyme di Kampus Universitas Negeri Padang. Suluh Bendang. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 21(2): 81-88.
- Fifendy, M., Irdawati. dan Eldini. (2013). Pengaruh Pemanfaatan Molase terhadap Jumlah Mikroba dan Ketebalan Nata Pada Teh Kombucha. *Semirata Unila*, 1(1): 67–72.
- Kamila, Z. A., Mulyadi, H., Suharti dan Haryono, N. Y. (2022). Optimasi Pembuatan Ekoenzim dari Limbah Kulit Kopi dan Pepaya. *Proceedings of Life and Applied Sciences*, 1 : 129-137.
- Kunaepah, U. (2008). *Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah*. Universitas Diponegoro, Semarang
- Mardatillah, A., Mikra, D. P., Salma, F. dan Fevria, R. (2022). Pembuatan Ecoenzyme sebagai Upaya Pengolahan Limbah Rumah Tangga. *Prosiding SEMNAS BIO 2022, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta*, ISSN: 2809-8447.

- Marlina, E.T., Hidayati, Y.A. dan Badruzzaman, D.Z. (2019). Pengolahan Terpadu Limbah Ternak di Kelompok Tani Rancamulya Sumedang. *Jurnal Mitra Kencana Teknologi Tepat Guna*, 3(1): 5-12
- Nge, S. T. dan Ballo, A. (2022). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol dan Tingkat Kesukaan Wine Sorgum (*Sorghum bicolor L. Moench*). *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 7(2): 146–152.
- Noveriza, R. dan M. Melati. (2022). Potensi Pemanfaatan Ekoenzim Air Cucian Beras Sebagai Biopestisida dan Biofertilizer. *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIPA*, 7(12): 44–54.
- Putra, I. G. N. B. S. D. dan Suyasa, I. N. G. (2022). Perbedaan Kualitas Cairan Eco Enzyme Berbahan Dasar Kulit Jeruk, Kulit Mangga Dan Kulit Apel. *Jurnal Skala Husada: The Journal of Health*, 19(1): 1–4.
- Rasit, N., Fern, L. H. dan Ghani, A. W. A. K. (2019). Production and Characterization of Eco Enzyme Produced From Tomato and Orange Wastes and Its Influence On The Aquaculture Sludge. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10(3): 967–980.
- Rochyani, N., Utpalasari, R. L. dan Dahliana, I. (2020). Analisis Hasil Konversi Eco Enzyme Menggunakan Nenas (*Ananas comosus*) dan Pepaya (*Carica papaya L.*) *Jurnal Redoks*, 5(2): 1-8.
- Rusdianasari, A., Syakdani M., Zaman F. F., Sari N. P., Nasyta. dan R. Amalia. (2021). Production of Disinfectant by Utilizing Eco-enzyme from Fruit Peels Waste. *Internasional. Journal. Res. Vocat. Stud.*, 1(3): 1–7.
- Safitri, M.F. (2013). Kualitas Kefir Berdasarkan Konsentrasi Kefir Grain. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2).
- Santosa, K. M., Supriyadi, S., Anggrahini, & Y. Rahmadian. Sensory Analysis, Caffeine, Chlorogenic Acid and Non-Volatile Taste Compounds of Arabica Coffee (*Coffea arabica*) Fermented with Sugar Addition for Brew Taste. *Indonesia Food Nutrien*, 17(2): 45.
- Sukainah, A., Putra, R. P. dan Hatima, H. (2018). The Changes in *Aspergillus* sp. Population and Biochemical Changes During The Process of Controlled Corn Flour Fermentation and The Rheological Properties of Corn Flour Produced. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, volume 201.

- Sukmawati. (2018). Isolasi Bakteri Selulolitik dari Limbah Kulit Pisang. *The Journal of Tropical biology*, 2(1): 46–52.
- Supriyani, Astuti, A. P. dan Tri, E., Maharani, W. (2020). Pengaruh Variasi Gula Terhadap Produksi Ekoenzim Menggunakan Limbah Buah dan Sayur. *Seminar Nasional Edusainstek UNIMUS*. 470–479. Semarang, Indonesia.
- Taslim, M., Mailoa, M. dan Rijal, M. (2017). Pengaruh pH dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Ethanol dari *Sargassum crassifolium*. *Jurnal Biologi Laut*, 10(2): 45-56.
- Waluyo, Lud. (2004). *Mikrobiologi Umum*. Malang: UMM Press.
- Widiani, N. dan Novitasari, A. (2023). Produksi dan Karakterisasi Eco-Enzim dari Limbah Organik Dapur. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(2): 1-8.
- Windyasmara, L., Ambar P. dan Lies M. Y. (2012). Pengaruh Jenis Kotoran Ternak Sebagai Substrat Dengan Penambahan Serasah Daun Jati (*Tectona Grandis*) Terhadap Karakteristik Biogas Pada Proses Fermentasi. *Buletin Peternakan UGM*, 36(1): 40-47.
- Wijaya, I. A. S., Arthawan, G. K. A. dan Novitasari, A. (2012). Potensi Nira Kelapa Sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Bumi Lestari*, 85-92.
- Yunilas. (2022). *Inokulum Campuran Sebagai Kultur Starter Fermentasi Pakan: Buku Monograf*. Medan: USU Press.