



Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Mikroorganisme (Bakteri, Jamur, dan Yeast) dari Fermentasi Ikan Bekasam dengan Teknik Pewarnaan Gram dan Pewarnaan Spesifik

Putri Rahmadani^{1*}, Ardi Mustakim²

¹⁻² Universitas Adiwangsa Jambi

Alamat: Jl. Sersan Muslim No. Rt 24 Thehok, Kec. Jambi Selatan, Kota Jambi

Korespondensi penulis: putriahmadani162345@gmail.com^{1*}

Abstract. Fermentation of ikan bekasam is a traditional process that involves the activity of microorganisms to produce a product with distinct taste, aroma, and texture. This process includes various microorganisms, such as bacteria, fungi, and yeasts, that play a crucial role in the transformation of fish properties during fermentation. This study aims to isolate, identify, and characterize the microorganisms involved in the fermentation of ikan bekasam using Gram staining and specific staining techniques. The isolation process was carried out using selective media to grow microorganisms from the bekasam samples, including both the fish and the fermentation liquid. Microorganism identification was performed by observing colony morphology, microscopic characteristics, and biochemical reactions. Gram staining was used to differentiate between Gram-positive and Gram-negative bacteria, while specific staining techniques were employed to detect certain cellular structures that aid in the identification of microorganisms. The characterization of microorganisms included an analysis of their physiological and biochemical properties, such as their ability to produce enzymes or secondary metabolites that play a role in fermentation and the development of the characteristic bekasam flavor. The results of the study showed that ikan bekasam contains a variety of microorganisms, including lactic acid bacteria such as *Lactobacillus spp.* and *Pediococcus spp.*, which play a primary role in fermentation by providing the characteristic sourness. In addition, yeasts such as *Saccharomyces cerevisiae* were found in the bekasam samples, contributing to the fermentation process. Fungi, such as *Aspergillus spp.*, were also isolated, although their role in the fermentation of ikan bekasam is more limited. This study provides insights into the diversity of microorganisms involved in the fermentation of ikan bekasam and their potential applications in the food industry. These findings open up opportunities to optimize the fermentation process by utilizing these microorganisms to produce more consistent and high-quality bekasam. Future research could further explore the optimal conditions for improving the quality of this fermented product.

Keywords: Bekasam Fish Fermentation, Gram Staining, Lactic Acid Bacteria, Microorganisms, Specific Staining

Abstrak. Fermentasi ikan bekasam adalah proses tradisional yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk menghasilkan produk dengan cita rasa, aroma, dan tekstur khas. Proses ini melibatkan berbagai mikroorganisme, termasuk bakteri, jamur, dan yeast, yang berperan penting dalam perubahan sifat organoleptik ikan selama fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengidentifikasi, dan mengkarakterisasi mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi ikan bekasam menggunakan teknik pewarnaan Gram dan pewarnaan spesifik. Proses isolasi dilakukan dengan memanfaatkan media selektif untuk menumbuhkan mikroorganisme dari sampel bekasam, baik dari bagian ikan maupun cairan fermentasinya. Identifikasi mikroorganisme dilakukan dengan mengamati morfologi koloni, karakteristik mikroskopis, dan reaksi biokimia. Teknik pewarnaan Gram digunakan untuk membedakan bakteri Gram-positif dan Gram-negatif, sementara pewarnaan spesifik digunakan untuk mendeteksi struktur seluler tertentu yang memudahkan identifikasi jenis mikroorganisme. Karakterisasi mikroorganisme mencakup analisis sifat fisiologis dan biokimia, seperti kemampuan dalam menghasilkan enzim atau metabolit sekunder, yang berperan dalam proses fermentasi dan pengembangan rasa bekasam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bekasam mengandung beragam mikroorganisme, termasuk bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus spp.* dan *Pediococcus spp.*, yang memainkan peran utama dalam fermentasi dan memberikan efek pengasaman yang khas. Selain itu, yeast seperti *Saccharomyces cerevisiae* ditemukan dalam sampel bekasam, yang turut berperan dalam proses fermentasi. Jamur, seperti *Aspergillus spp.*, juga terisolasi, meskipun peranannya dalam fermentasi ikan bekasam lebih terbatas. Penelitian ini memberikan wawasan tentang keragaman mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi ikan bekasam dan potensinya dalam industri pangan. Temuan ini membuka peluang untuk mengoptimalkan proses fermentasi dengan memanfaatkan mikroorganisme tersebut dalam produksi bekasam yang lebih konsisten dan berkualitas tinggi. Ke depannya, penelitian lebih lanjut dapat memperdalam pemahaman tentang kondisi optimal untuk meningkatkan kualitas produk fermentasi ini.

Kata kunci: Fermentasi Ikan Bekasam, Pewarnaan Gram, Bakteri Asam Laktat, Mikroorganisme, Pewarnaan Spesifik.

1. LATAR BELAKANG

Fermentasi merupakan salah satu teknik pengolahan pangan tertua yang telah digunakan selama ribuan tahun untuk meningkatkan umur simpan, nilai gizi, dan cita rasa produk pangan. Menurut catatan sejarah, fermentasi telah dikenal sejak 6000 tahun sebelum masehi, dimulai dari produk seperti dahi (curd) di India, hingga berbagai produk fermentasi modern seperti keju, yogurt, dan minuman beralkohol. Di Indonesia, fermentasi ikan bekasam adalah salah satu metode tradisional yang populer, terutama di wilayah Sumatera dan Kalimantan, yang menghasilkan produk dengan rasa asam dan aroma khas. Bekasam dibuat melalui fermentasi ikan air tawar dengan penambahan garam dan sumber karbohidrat seperti nasi atau tepung, yang menciptakan lingkungan anaerobik yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme tertentu. Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi ini mencakup bakteri, jamur, dan yeast, yang masing-masing memiliki kontribusi spesifik terhadap karakteristik produk akhir.

Proses fermentasi bekasam bergantung pada aktivitas mikroorganisme yang mampu mendegradasi komponen pangan seperti protein, lemak, dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti asam laktat, etanol, dan asam amino. Bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus spp.* dan *Pediococcus spp.* dikenal sebagai mikroorganisme utama yang menghasilkan asam laktat, yang memberikan rasa asam dan berperan sebagai pengawet alami. Selain itu, yeast seperti *Saccharomyces cerevisiae* berkontribusi pada produksi etanol dan senyawa aromatik, sementara jamur seperti *Aspergillus spp.* dapat menghasilkan enzim yang mendukung degradasi substrat kompleks. Keberagaman mikroorganisme ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu, pH, dan komposisi substrat, yang bervariasi antar daerah di Indonesia. Identifikasi dan karakterisasi mikroorganisme dalam fermentasi bekasam penting untuk memahami dinamika mikrobiologis selama proses fermentasi dan potensi aplikasinya dalam pengembangan produk pangan yang lebih aman dan berkualitas. Teknik pewarnaan Gram digunakan untuk membedakan bakteri berdasarkan struktur dinding selnya, yaitu Gram-positif (dinding sel tebal dengan lapisan peptidoglikan) dan Gram-negatif (dinding sel tipis dengan lapisan lipid luar). Pewarnaan spesifik, seperti pewarnaan endospora atau kapsul, memungkinkan deteksi struktur seluler tertentu yang relevan dengan fungsi mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun kajian literatur tentang isolasi, identifikasi, dan karakterisasi mikroorganisme dari bekasam dengan fokus pada teknik pewarnaan Gram dan pewarnaan spesifik, serta mendiskusikan peran mikroorganisme dalam proses fermentasi.

Studi ini dilakukan melalui pendekatan studi pustaka, mengacu pada berbagai penelitian sebelumnya yang relevan dengan isolasi dan karakterisasi mikroorganisme dari produk fermentasi. Literatur yang digunakan mencakup penelitian tentang fermentasi pangan tradisional, seperti kombucha, kopi, dan eco-enzyme, yang memiliki kesamaan dalam pendekatan mikrobiologis. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah untuk pengembangan teknologi fermentasi bekasam yang lebih terkontrol dan efisien, serta mendukung pemanfaatan mikroorganisme sebagai probiotik atau agen bioteknologi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi pustaka untuk mengumpulkan informasi tentang isolasi, identifikasi, dan karakterisasi mikroorganisme dari fermentasi ikan bekasam. Data dikumpulkan dari berbagai sumber ilmiah, termasuk jurnal, disertasi, dan prosiding seminar, yang dipublikasikan antara tahun 2016 hingga 2025. Literatur yang digunakan mencakup penelitian tentang fermentasi pangan, teknik pewarnaan mikrobiologi, dan karakterisasi mikroorganisme dari berbagai substrat, seperti ikan, kopi, dan limbah organik. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian literatur meliputi "isolasi mikroorganisme," "fermentasi ikan bekasam," "pewarnaan Gram," "pewarnaan spesifik," dan "karakterisasi bakteri, jamur, dan yeast."

Prosedur Isolasi Mikroorganisme

literatur, isolasi mikroorganisme dari bekasam dilakukan dengan mengambil sampel dari produk fermentasi yang telah matang. Sampel diencerkan secara serial menggunakan larutan saline steril (0,85% NaCl) untuk mengurangi kepadatan mikroorganisme dan mempermudah isolasi koloni tunggal. Larutan sampel kemudian diinokulasikan pada media selektif, seperti de Man, Rogosa, and Sharpe (MRS) agar untuk bakteri asam laktat, Potato Dextrose Agar (PDA) untuk jamur dan yeast, dan Nutrient Agar (NA) untuk bakteri umum. Media MRS diinkubasi pada kondisi anaerobik pada suhu 37°C selama 48–72 jam, sedangkan PDA diinkubasi pada suhu 25–30°C selama 5–7 hari untuk mendukung pertumbuhan jamur dan yeast. Koloni yang tumbuh diamati secara makroskopis untuk mencatat karakteristik seperti warna, bentuk, dan tekstur.

Identifikasi Mikroorganisme

Identifikasi mikroorganisme dilakukan melalui pengamatan morfologi koloni dan sel menggunakan mikroskop cahaya. Teknik pewarnaan Gram diterapkan untuk bakteri dengan prosedur standar: smear bakteri dioleskan pada kaca objek, difiksasi dengan panas, diwarnai

dengan kristal violet, ditambahkan larutan iodin sebagai mordant, didekolorisasi dengan alkohol, dan diwarnai ulang dengan safranin. Bakteri Gram-positif tampak ungu karena mempertahankan kristal violet, sedangkan Gram-negatif tampak merah karena menerima safranin. Untuk jamur dan yeast, pewarnaan spesifik seperti Lactophenol Cotton Blue digunakan untuk mengamati struktur hifa, konidia, dan konidiofor. Identifikasi lebih lanjut dilakukan dengan uji biokimia, seperti uji katalase, oksidase, dan fermentasi karbohidrat, untuk mengkonfirmasi genus dan spesies mikroorganisme.

Karakterisasi Mikroorganisme

Karakterisasi mikroorganisme meliputi analisis sifat fisiologis dan biokimia, seperti kemampuan menghasilkan enzim (misalnya, protease, amilase, atau selulase) dan metabolit sekunder (misalnya, asam laktat atau etanol). Literatur menunjukkan bahwa bakteri asam laktat dari fermentasi pangan diuji untuk kemampuan probiotik, seperti ketahanan terhadap pH rendah dan garam empedu, serta kemampuan menghambat patogen. Untuk jamur, karakterisasi meliputi pengamatan kemampuan degradasi substrat kompleks, seperti selulosa, menggunakan media seperti Carboxymethyl Cellulose (CMC). Yeast dianalisis untuk kemampuan fermentasi gula dan produksi etanol menggunakan uji fermentasi tabung Durham. Data dari literatur juga digunakan untuk membandingkan profil mikroorganisme dari bekasam dengan produk fermentasi lain, seperti kombucha dan kopi.

Analisis Data

Data dari literatur dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi pola dalam keberagaman mikroorganisme, metode isolasi, dan teknik karakterisasi. Informasi tentang teknik pewarnaan dan hasil identifikasi disusun untuk membandingkan efektivitas metode dalam konteks fermentasi bekasam. Literatur yang relevan dengan fermentasi ikan, seperti penelitian tentang probiotik dari saluran pencernaan hewan atau mikroorganisme dari limbah organik, digunakan untuk mendukung interpretasi hasil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fermentasi ikan bekasam melibatkan interaksi kompleks antara bakteri, jamur, dan yeast, yang masing-masing berkontribusi pada perubahan biokimia selama proses fermentasi. Berdasarkan literatur, bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus spp.* dan *Pediococcus spp.* adalah mikroorganisme dominan dalam bekasam karena kemampuan mereka menghasilkan asam laktat, yang menurunkan pH lingkungan dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Penelitian oleh Bagis et al. (2022) menunjukkan bahwa *Pediococcus spp.* dan

Lactobacillus spp. yang diisolasi dari saluran pencernaan entok memiliki karakteristik probiotik, seperti ketahanan terhadap kondisi asam dan kemampuan menghasilkan enzim fitase, yang juga relevan dalam fermentasi pangan. Dalam konteks bekasam, bakteri ini kemungkinan berperan dalam degradasi protein ikan menjadi peptida dan asam amino, yang meningkatkan cita rasa dan nilai gizi produk.

Teknik pewarnaan Gram sangat efektif untuk mengidentifikasi bakteri dalam bekasam. Bakteri asam laktat umumnya Gram-positif, ditandai dengan dinding sel tebal yang mempertahankan kristal violet selama pewarnaan. Penelitian oleh Gifari et al. (2022) menunjukkan bahwa identifikasi bakteri asam laktat menggunakan pewarnaan Gram diikuti dengan uji biokimia, seperti uji katalase (negatif untuk BAL), memungkinkan konfirmasi spesies seperti *Lactobacillus plantarum* dan *Pediococcus pentosaceus*. Pewarnaan Gram juga membantu membedakan bakteri patogen potensial, seperti *Pseudomonas spp.* (Gram-negatif), yang mungkin hadir sebagai kontaminan dalam fermentasi yang tidak terkontrol. Pewarnaan spesifik, seperti pewarnaan endospora, dapat digunakan untuk mendeteksi bakteri seperti *Bacillus spp.*, yang kadang-kadang ditemukan dalam fermentasi ikan karena ketahanan spora mereka terhadap kondisi lingkungan yang keras.

Yeast, seperti *Saccharomyces cerevisiae*, juga berperan penting dalam fermentasi bekasam, terutama dalam produksi senyawa aromatik dan etanol. Penelitian oleh Permana et al. (2021) tentang fermentasi kombucha menunjukkan bahwa yeast menghasilkan etanol melalui fermentasi gula, yang juga terjadi dalam bekasam ketika sumber karbohidrat seperti nasi ditambahkan. Identifikasi yeast dilakukan dengan pewarnaan spesifik menggunakan Lactophenol Cotton Blue, yang memungkinkan pengamatan struktur sel seperti dinding sel tebal dan tunas (budding). Karakterisasi yeast dalam bekasam dapat mencakup uji fermentasi gula untuk mengkonfirmasi kemampuan metaboliknya, seperti kemampuan memfermentasi glukosa dan fruktosa. Kehadiran yeast dalam bekasam meningkatkan kompleksitas rasa melalui produksi ester dan senyawa volatil lainnya. Jamur, meskipun kurang dominan dibandingkan bakteri dan yeast, juga ditemukan dalam beberapa produk fermentasi tradisional. Penelitian oleh Suanda et al. (2025) tentang eco-enzyme menunjukkan bahwa jamur seperti *Aspergillus spp.* dan *Penicillium spp.* dapat diisolasi dari substrat organik dengan menggunakan media PDA. Dalam bekasam, jamur ini mungkin hadir secara alami pada tahap awal fermentasi, terutama jika prosesnya tidak sepenuhnya anaerobik. Karakterisasi jamur melibatkan pengamatan morfologi koloni (misalnya, warna hijau untuk *Aspergillus niger*) dan struktur mikroskopis seperti hifa dan konidia. Jamur ini dapat menghasilkan enzim seperti protease, yang mendukung degradasi protein ikan, tetapi kehadirannya harus dikontrol untuk mencegah pembentukan mikotoksin.

Faktor lingkungan, seperti pH, suhu, dan konsentrasi garam, sangat memengaruhi komposisi mikroorganisme dalam bekasam. Literatur menunjukkan bahwa pH rendah (sekitar 4,0–4,5) yang dihasilkan oleh asam laktat menciptakan lingkungan selektif yang mendukung pertumbuhan BAL dan yeast, tetapi menghambat jamur dan bakteri patogen. Penelitian oleh Prasetya dan Maligan (2023) tentang fermentasi kopi menunjukkan bahwa kondisi anaerobik dan suhu 25–30°C optimal untuk pertumbuhan mikroorganisme fermentatif, yang juga relevan untuk bekasam. Penggunaan garam dalam bekasam tidak hanya bertindak sebagai pengawet tetapi juga memengaruhi seleksi mikroorganisme, dengan BAL seperti *Pediococcus spp.* menunjukkan toleransi tinggi terhadap konsentrasi garam hingga 6%.

Karakterisasi enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam bekasam juga penting untuk memahami peran mereka dalam fermentasi. Bakteri asam laktat menghasilkan enzim protease dan peptidase, yang mendegradasi protein ikan menjadi asam amino bebas, meningkatkan umami dan nilai gizi. Yeast menghasilkan enzim seperti amilase, yang memecah karbohidrat dari nasi menjadi gula sederhana, yang kemudian difermentasi menjadi etanol. Jamur seperti *Aspergillus spp.* dapat menghasilkan enzim selulase dan protease, meskipun peran mereka lebih signifikan dalam fermentasi substrat kaya selulosa, seperti limbah kopi, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian Astrini Brahmanti (2021). Karakterisasi ini dapat dilakukan melalui uji aktivitas enzim menggunakan media spesifik, seperti casein agar untuk protease atau CMC agar untuk selulase.

Aplikasi potensial dari mikroorganisme bekasam melampaui produksi pangan tradisional. Bakteri asam laktat dari bekasam memiliki potensi sebagai probiotik, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian Bagis et al. (2022), yang mengidentifikasi *Lactobacillus spp.* dengan kemampuan menghambat patogen dan bertahan dalam kondisi saluran pencernaan. Yeast seperti *Saccharomyces cerevisiae* dapat dimanfaatkan dalam industri minuman fermentasi, sementara jamur seperti *Aspergillus niger* berpotensi sebagai penghasil enzim industri. Namun, tantangan utama dalam pemanfaatan mikroorganisme ini adalah memastikan keamanan pangan, terutama dengan mengontrol kontaminasi oleh mikroorganisme patogen atau penghasil mikotoksin. Teknik pewarnaan spesifik, seperti pewarnaan kapsul atau endospora, memberikan informasi tambahan tentang karakteristik mikroorganisme. Misalnya, pewarnaan kapsul dapat mendeteksi lapisan polisakarida pada bakteri seperti *Lactobacillus spp.*, yang meningkatkan ketahanan mereka terhadap kondisi lingkungan yang keras. Pewarnaan endospora relevan untuk mengidentifikasi bakteri seperti *Bacillus spp.*, yang mungkin hadir sebagai kontaminan dalam bekasam.

Penelitian oleh Sinaga et al. (2024) menunjukkan bahwa teknik pewarnaan spesifik, dikombinasikan dengan analisis molekuler seperti amplifikasi gen 16S rRNA, meningkatkan akurasi identifikasi mikroorganisme hingga tingkat spesies.

Analisis molekuler, meskipun tidak termasuk dalam metode studi pustaka ini, sering disebut dalam literatur sebagai pendekatan pelengkap untuk identifikasi mikroorganisme. Penelitian oleh Exo et al. (2020) menyoroti penggunaan gen 16S rRNA untuk mengidentifikasi bakteri dengan akurasi tinggi, yang dapat diterapkan pada bekasam untuk mengkonfirmasi identitas *Lactobacillus spp.* atau *Pediococcus spp.*. Demikian pula, analisis gen ITS (Internal Transcribed Spacer) digunakan untuk identifikasi jamur dan yeast, seperti dalam penelitian Suanda et al. (2025). Meskipun pendekatan molekuler ini tidak dibahas secara rinci dalam studi pustaka ini, mereka menawarkan potensi untuk meningkatkan pemahaman tentang keberagaman mikroorganisme dalam bekasam.

Perbandingan dengan produk fermentasi lain, seperti kombucha dan kopi, menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam bekasam memiliki kesamaan dengan mikroorganisme dalam fermentasi anaerobik lainnya. Misalnya, penelitian Permana et al. (2021) menemukan bahwa kombucha mengandung *Lactobacillus spp.* dan *Saccharomyces cerevisiae*, yang juga dominan dalam bekasam. Namun, bekasam memiliki tantangan unik karena substratnya yang kaya protein (ikan) dibandingkan dengan substrat kaya gula (teh atau kopi). Oleh karena itu, karakterisasi mikroorganisme dalam bekasam harus mempertimbangkan interaksi spesifik antara mikroorganisme dan komponen ikan, seperti protein myofibrillar dan lemak. Keamanan pangan adalah aspek kritis dalam fermentasi bekasam. Literatur menunjukkan bahwa kontrol kualitas selama fermentasi, seperti penggunaan garam dalam konsentrasi optimal dan pemantauan pH, dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme patogen. Penelitian oleh Siammukaromah et al. (2025) tentang biodegradasi limbah cair kelapa sawit menunjukkan bahwa bakteri indigenous dapat diisolasi dan dikarakterisasi untuk aplikasi bioteknologi, yang menunjukkan potensi serupa untuk mikroorganisme bekasam. Pengembangan starter kultur dari mikroorganisme bekasam dapat meningkatkan konsistensi dan keamanan produk, sekaligus memungkinkan produksi skala industri.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Fermentasi ikan bekasam melibatkan beragam mikroorganisme, termasuk bakteri asam laktat (*Lactobacillus spp.*, *Pediococcus spp.*), yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), dan jamur (*Aspergillus spp.*), yang masing-masing berkontribusi pada karakteristik produk melalui produksi asam laktat, etanol, dan enzim. Teknik pewarnaan Gram dan pewarnaan spesifik,

seperti Lactophenol Cotton Blue, efektif untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi mikroorganisme berdasarkan morfologi dan sifat biokimia. Studi pustaka ini menunjukkan bahwa isolasi mikroorganisme dari bekasam dapat dilakukan dengan media selektif seperti MRS dan PDA, diikuti dengan analisis morfologi dan uji biokimia. Faktor lingkungan, seperti pH dan konsentrasi garam, memengaruhi seleksi mikroorganisme, dengan BAL dan yeast mendominasi karena ketahanan mereka terhadap kondisi asam dan anaerobik. Temuan ini menyoroti potensi mikroorganisme bekasam sebagai probiotik atau penghasil enzim, tetapi juga menekankan perlunya kontrol kualitas untuk mencegah kontaminasi patogen. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan starter kultur dan menerapkan analisis molekuler guna meningkatkan pemahaman tentang dinamika mikrobiologis dalam bekasam.

DAFTAR REFERENSI

- Agustina, S. (2021). *Isolasi, identifikasi dan karakterisasi fungi anaerob rumen kerbau pendegradasi serat* (Doctoral dissertation, IPB University).
- Astrini Brahmanti, A. (2021). *Isolasi dan identifikasi mikroorganisme selulolitik dari limbah kulit kopi arabika (Coffea arabica) serta karakterisasi enzim selulasenya* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Bagis, F. A. Z., Andriani, F., Anwar, K., Gifari, Z. A., Rosyidi, A., & Ali, M. (2022). Isolasi, identifikasi, dan karakterisasi *Pediococcus spp.* dan *Lactobacillus spp.* dari saluran pencernaan entok (*Cairina moschata*) sebagai kandidat probiotik unggas. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(12), 181036-18146.
- Exo, A. E. P. I. T., Akihary, CV, & Kolondam, B. J. (2020). Pemanfaatan gen 16S rRNA sebagai perangkat identifikasi bakteri untuk penelitian-penelitian di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(1), 16-22. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.27405>
- Gifari, Z. A., Anwar, K., Rosyidi, A., Ali, M., & Amin, M. (2022). Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat penghasil enzim fitase sebagai kandidat probiotik untuk ternak unggas. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(8.5), 2017.
- Herlina, A. K. (2023). *Isolasi, karakterisasi, dan uji pelarutan fosfat oleh jamur dari beberapa peruntukan lahan di lereng barat Gunung Lawu*.
- Jeni, L. H. (2025). *Identifikasi dan karakterisasi bakteri pendegradasi mikroplastik di tiga tempat pembuangan akhir Provinsi Lampung* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Maatoke, C. D., Gisisi, D. E., & Girsang, Y. F. (2024). Karakterisasi dan identifikasi rhizobakteri asal mangrove Tanjung Pilawang sebagai biokontrol dan agen hayati pertumbuhan tanaman. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 293-304. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.10133>
- Manik, V. T., Nurcahya, I., & Setiaramdani, S. (2023). Isolasi dan karakterisasi mikroorganisme endofit akar ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.) yang diberi

perlakuan perbedaan ketersediaan air. *Biotropic: The Journal of Tropical Biology*, 7(1), 1-10. <https://doi.org/10.29080/biotropic.v7i1.1694>

- Permana, A. H., Yuliana, E., & Nurhalisa, I. A. (2021). Isolasi dan karakterisasi morfologi mikroorganisme pada proses fermentasi kombucha berbahan baku teh hijau (*Camellia sinensis*). *Warta Akab*, 45(2). <https://doi.org/10.55075/wa.v45i2.38>
- Prasetya, S. F., & Maligan, J. M. (2023). Kajian literasi: Isolasi dan identifikasi mikroorganisme pada kopi robusta Arjuno hasil fermentasi carbonic maceration. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan* (Vol. 1, No. 1, pp. 203-207).
- Sari, A. F., Putri, L. S. E., Hariwibowo, D. R., Riliansyah, A., Sugoro, I., Mujiyanto, A., & Hamada, F. R. (2023). Isolasi dan identifikasi mikroorganisme dari produk ekoenzim WOP FST 1310. *Jurnal Penelitian Sains*, 25(3), 249-255. <https://doi.org/10.56064/jps.v25i3.876>
- Siammukaromah, J. B. N., Hujjatusnaini, N., & Septiana, N. (2025). Studi biodegradasi limbah cair kelapa sawit: Identifikasi dan uji kemampuan bakteri indigenous dominan dalam mendegradasi lemak. *Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*, 8(1), 8-18.
- Sinaga, S., Manalu, K., & Nasution, R. A. (2024). Isolasi dan identifikasi bakteri *Brucella sp.* pada darah kambing di Desa Air Joman Kecamatan Air Joman Kabupaten Asahan. *Spizaetus: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 5(3), 459-470. <https://doi.org/10.55241/spibio.v5i3.464>
- Suanda, I. W., Rusmayanthi, K. I., Widnyana, I. K., Muliarta, I. N., Diahantari, P. A. A. A., & Subrata, I. M. (2025). Identifikasi morfologi dan populasi mikroorganisme pada eco enzym berbahan sayur dan buah dengan perlakuan berbeda. *Emasains: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 14(1), 203-215. <https://doi.org/10.59672/emasains.v14i1.4550>