

Potensi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Bahan Substitusi Pakan Ikan Komersial untuk Aplikasi Nutrisi Bagi Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp*)

(Potential of Moringa Leaves (Moringa oleifera) as a Substitute Ingredient for Commercial Fish Feed for Nutritional Application in Red Tilapia (Oreochromis sp))

Muhammad Hijir Al Gazali^{1*}, Ahmad Zaeni², La Ode Rasidun³, Rustam Efendi⁴

¹Chemistry Study Program, Faculty of Engineering, Sulawesi Tenggara University
Jl. Kapten Piere Tendean, No. 109A, Baruga, Kendari, Indonesia

²Chemistry Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Halu Oleo University

³Institut Dharma Bharata Grup

⁴Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Sulawesi Tenggara University

*E-mail: hijir-al-gazali@un-sultra.ac.id

Diterima: 19/04/2024

Disetujui: 22/05/2024

Diterbitkan: 31/05/2024

Kata kunci: daun kelor, data proksimat, effectivemicroorganism-4, moringa oleifera, oreochromis sp.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai daun kelor (*moringa oleifera*) sebagai bahan substitusi pakan ikan buatan untuk aplikasi nutrisi bagi ikan nila merah (*Oreochromis sp*). Daun kelor diolah menjadi tepung lalu difermentasi selama 4 (empat) hari dengan menggunakan bioteknologi komersial EM-4 (Effective Microorganism-4) yang mengandung kultur *Lactobacillus casei* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Perlakuan fermentasi yang diberikan menghasilkan perubahan kadar kandungan nutrisi tepung daun kelor antara lain protein dari 23,45% menjadi 23,75%; serat kasar dari 6,13% menjadi 4,74%; karbohidrat dari 43,71% menjadi 43,32%; lemak dari 4,18% menjadi 3,86%; dan kadar abu dari 10,23% menjadi 10,86%. Secara keseluruhan dari data proksimat kandungan nutrisi daun kelor yang diperoleh menunjukkan tepung daun kelor layak dijadikan bahan substitusi terhadap pakan ikan komersial untuk ikan nila merah.

ABSTRACT

Research has been conducted on Moringa leaves (moringa oleifera) as a substitute for artificial fish feed for nutritional applications for red tilapia (Oreochromis sp). Moringa leaves are processed into flour and then fermented for 4 (four) days using commercial biotechnology EM-4 (Effective Microorganism-4) which contains cultures of Lactobacillus casei and Saccharomyces cerevisiae. The fermentation treatment given resulted in changes in the nutritional content of

Keyword: effective microorganism-4, Moringa leaves, Moringa oleifera, Oreochromis sp, proximate data

Moringa leaf flour, including protein from 23.45% to 23.75%; crude fiber from 6.13% to 4.74%; carbohydrates from 43.71% to 43.32%; fat from 4.18% to 3.86%; and ash content from 10.23% to 10.86%. Overall, the proximate data on the nutritional content of Moringa leaves obtained shows that Moringa leaf flour is suitable as a substitute for commercial fish feed for red tilapia.

PENDAHULUAN

Pakan ikan merupakan salah satu faktor utama dalam proses budidaya ikan yang sangat menentukan keberhasilan kegiatan budidaya tersebut. Tersedianya pakan berkualitas baik dalam jumlah yang memadai sangat menentukan tercapainya produksi ikan yang maksimal. Pakan yang baik harus memenuhi beberapa syarat di antaranya kandungan gizi yang optimal, mudah diperoleh, mudah diolah, mudah dicerna, harga terjangkau serta tidak toksik atau mengandung racun. Pakan ikan secara umum terbagi menjadi dua kategori, yakni pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami misalnya makhluk-makhluk hidup di sekitar habitat ikan yang jadi makanan ikan, baik tersedia secara alami maupun dengan bantuan manusia, contohnya *fitoplankton*, *zooplankton*, dan *benthos* [1].

Pakan ikan yang baik harus memiliki kandungan gizi yang optimal, yakni sesuai dengan proporsi yang dibutuhkan oleh ikan. Berikut beberapa jenis kandungan nutrisi (proksimat) yang memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan ikan, khususnya ikan nila. 1) protein, memiliki peranan penting dalam menunjang pertumbuhan ikan, karena mengandung asam amino esensial dan non-esensial. Protein juga berperan sebagai sumber energi utama untuk ikan. Asupan protein yang ideal bagi ikan nila agar dapat tumbuh optimal berkisar 20-25% [2]. 2) lemak, berfungsi sebagai sumber energi bagi pertumbuhan ikan, setelah protein. kadar lemak yang optimal untuk pertumbuhan ikan umumnya berkisar antara 4-18% [3]. 3) Karbohidrat sebagaimana lemak dan protein, juga berperan sebagai sumber energi dan umumnya didapatkan dari tumbuh-tumbuhan. Kadar karbohidrat yang diperlukan untuk pertumbuhan ikan nila yang optimum berkisar antara 20-40% [4]. 4) Kadar abu, dapat diartikan sebagai residu mineral dalam sebuah bahan, berfungsi sebagai suplai mineral bagi pertumbuhan ikan dengan kadar ideal untuk kebutuhan ikan berkisar antara 3-7% [3]. 5) Serat kasar, suatu jenis kandungan karbohidrat yang sulit dicerna oleh ikan, misalnya selulosa. Kisaran kadar serat kasar yang masih dapat ditoleransi untuk pertumbuhan ikan yang optimal antara 4-8% [5]. Sedangkan pakan buatan merupakan pakan yang diramu dengan formulasi tertentu sesuai dengan komposisi nutrisi yang diharapkan. Pembuatan pakan buatan didasarkan pada pertimbangan kebutuhan nutrisi ikan, sumber dan kualitas bahan baku serta nilai ekonomis [6].

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat tumbuh dengan subur di daerah tropis seperti Indonesia. Tanaman kelor telah dikenal selama berabad-abad memiliki banyak khasiat dan multiguna [7]. Khusus pada daun kelor terdapat kandungan gizi yang cukup tinggi di antaranya protein kasar (24,14%), serat kasar (11,44%), dan lemak kasar (6,11%). Kandungan protein yang cukup tinggi menjadikan bahan daun kelor berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Kualitas pakan ikan buatan sangat dipengaruhi oleh kandungan gizinya terutama protein, lemak, karbohidrat dan suplemen lainnya seperti mineral dan vitamin beserta zat esensial lainnya. Dan bahan pakan lokal yang potensial untuk diolah menjadi bahan pakan ikan karena kandungan gizinya yang lengkap adalah daun kelor [8].

METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain untuk pembuatan pakan ikan meliputi tepung daun kelor, pakan ikan komersial (FF-999), akuades, *Effective Microorganism-4* (EM-4) *livestock grade*; untuk analisis proksimat meliputi OPA (*Orthophalaldehyd*), natrium sulfat (Na₂SO₄), tembaga sulfat (CuSO₄), selenium/TiO₂, asam sulfat (H₂SO₄), natrium hidroksida (NaOH), natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃), asam borat (H₃BO₃), indikator Mr-BCG, asam klorida (HCl), etanol 96%, dan kalium sulfat (K₂SO₄) dengan spesifikasi pro analis (p.a) diperoleh dari Merck.

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain untuk pembuatan pakan ikan meliputi tepung daun kelor, pakan ikan komersial (FF-999), akuades, *Effective Microorganism-4* (EM-4) *livestock grade*; untuk analisis proksimat meliputi OPA (*Orthophalaldehyd*), natrium sulfat (Na₂SO₄), tembaga sulfat (CuSO₄), selenium/TiO₂, asam sulfat (H₂SO₄), natrium hidroksida (NaOH), natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃), asam borat (H₃BO₃), indikator Mr-BCG, asam klorida (HCl), etanol 96%, dan kalium sulfat (K₂SO₄) dengan spesifikasi pro analis (p.a) diperoleh dari Merck.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain untuk fermentasi kelor mencakup wadah reaktor, botol semprot, oven listrik; untuk analisis proksimat mencakup timbangan digital, labu takar 250 mL, erlenmeyer 250 mL, waterbath, alat distilasi, alat soxhlet, lemari asap, kertas saring whatmann, dan kertas lakmus.

Prosedur Penelitian

Pembuatan tepung daun kelor

Daun kelor yang dibuat menjadi tepung diperoleh dari pasaran dan yang ada di sekitar pekarangan rumah, di Kendari, Sulawesi Tenggara. Daun kelor dikeringkan di bawah sinar matahari selama beberapa hari sampai benar-benar kering. Setelah kering daun kelor dibersihkan dari sisa-sisa ranting yang masih melekat di daun. Setelah itu daun kelor kering diblender dan diayak. Tepung kelor yang sudah diayak selanjutnya disimpan dalam wadah yang bersih dan tertutup. Oleh karena banyaknya jumlah tepung

kelor yang dibutuhkan untuk diolah menjadi pakan buatan, sejumlah tepung daun kelor yang sudah tersedia di pasaran juga dibeli untuk kebutuhan penelitian.

Fermentasi tepung daun kelor

Larutan media fermentasi dibuat dengan cara meneteskan sebanyak 1 mL cairan EM-4 ke dalam 1000 mL akuades lalu diaduk sampai homogen dan siap digunakan untuk proses fermentasi. Sebanyak 1500 g tepung daun kelor dimasukkan ke dalam wadah khusus fermentasi (reaktor) yang sudah disiapkan. Reaktor berupa toples plastik yang penutupnya diberi satu buah lubang kecil sebagai tempat keluarnya gas hasil fermentasi. Tepung daun kelor dalam reaktor disemprot/dibasahi secara merata dengan 600 mL larutan media fermentasi sambil diaduk dan setelah itu ditutup. Tepung daun kelor difermentasi dengan kondisi anaerob selama 4 (empat) hari dengan pengadukan setiap 24 jam.

Analisis proksimat tepung daun kelor

Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui perubahan kadar nutrisi dari tepung daun kelor setelah diberi perlakuan fermentasi. Sampel tepung daun kelor yang diuji yakni sampel tepung yang difermentasi dan tanpa fermentasi. Uji proksimat yang dilakukan meliputi kadar protein, serat kasar, lemak, kadar abu, kadar air, dan karbohidrat. Berikut ini diberikan prosedur analisis masing-masing parameter nutrisi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan nilai kandungan nutrisi tepung daun kelor sebagai hasil dari perlakuan fermentasi diamati pada perbandingan antara nilai kandungan nutrisi sebelum dan sesudah fermentasi. Tabel 1 memberikan data perubahan nilai kandungan nutrisi tepung daun kelor.

Tabel 1. Kandungan nutrisi tepung daun kelor sebelum dan setelah fermentasi

No	Parameter	Sebelum fermentasi (%)	Setelah fermentasi (%)
1	Protein	23,45	23,74
2	Lemak	4,18	3,86
3	Karbohidrat	43,71	43,32
4	Serat kasar	6,13	4,74
5	Kadar air	12,30	13,47
6	Kadar abu	10,23	10,86

Tepung daun kelor yang telah dibuat diberi perlakuan fermentasi dengan tujuan meningkatkan kualitas kandungan nutrisinya. Kualitas nutrisi tepung daun kelor diamati berdasarkan nilai kandungan zat-zat nutrisi yang terdapat pada tepung daun kelor tersebut dan dibandingkan dengan kisaran kadar nutrisi yang dianjurkan untuk pakan ikan.

Perubahan kadar nutrisi (Tabel 1) dalam tepung daun kelor yang terjadi setelah proses fermentasi disebabkan oleh aktivitas mikroba dari media fermentasi EM-4 yang menyebabkan terjadinya perombakan senyawa-senyawa organik di dalam tepung daun kelor. EM-4 mengandung beberapa jenis kultur bakteri antara lain *Lactobacillus casei*

($1,5 \times 10^6$ cfu/mL), *Saccharomyces cerevisiae* ($1,5 \times 10^6$ cfu/mL) dan *Rhodopseudomonas palustris* (1×10^6 cfu/mL).

Kultur bakteri *Lactobacillus casei* akan memproduksi sejumlah asam laktat menggunakan karbohidrat seperti molekul-molekul glukosa akan mengalami tahapan metabolisme yang disebut glikolisis dalam sel bakteri *Lactobacillus casei* (reaksi intrasel) untuk dikonversi menjadi molekul-molekul piruvat. Piruvat yang terbentuk dapat dikonversi lebih lanjut menjadi asam laktat atau etanol bergantung pada jenis bakterinya. *Lactobacillus casei* secara khusus akan mengkonversi piruvat menjadi asam laktat sebagai produk utama kemudian diekskresikan keluar sel bakteri.

Asam laktat yang terbentuk akan mengkatalisis reaksi hidrolisis selulosa dan lignin yang terdapat dalam tepung daun kelor (hidrolisis dalam suasana asam). Molekul asam laktat dapat menciptakan suasana asam di mana proton (H^+) yang dilepaskan molekul asam laktat akan memprotonasi atom O (oksigen) yang menghubungkan monomer-monomer penyusun selulosa melalui ikatan glikosidik. Protonasi atom O ini merupakan tahapan inisiasi reaksi hidrolisis yang menjadikan ikatan glikosidik mudah putus. Kemudian dengan adanya molekul air maka reaksi hidrolisis selulosa (komponen serat kasar) akan berlangsung.

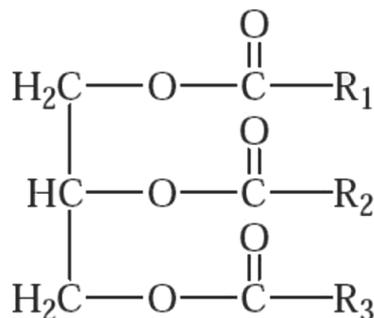
Bakteri *Lactobacillus casei* tidak hanya menggunakan gula sebagai bahan memproduksi asam laktat, melainkan juga sebagai nutrisi untuk keberlangsungan hidup dan berkembang biak. Sehingga selama proses fermentasi berlangsung populasi *Lactobacillus casei* terus meningkat sehingga kondisinya akan menjadi lebih asam karena meningkatnya produksi asam laktat yang juga menyebabkan meningkatnya aktivitas penguraian komponen serat kasar. Berdasarkan hasil uji kadar nutrisi tepung daun kelor, kandungan serat kasar mengalami penurunan yang cukup signifikan dari 6,13% menjadi 4,74%. Hal ini membuktikan adanya aktivitas bakteri *Lactobacillus casei* yang memproduksi asam laktat yang mampu mengkatalisis proses penguraian komponen serat kasar. Berdasarkan nilai kandungan serat kasar yang dianjurkan untuk pakan ikan nila, yaitu 4-8%, pada dasarnya kadar serat kasar tepung daun kelor telah memenuhi syarat untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan ikan. Namun dengan perlakuan fermentasi, kadar serat kasar tepung daun kelor dapat diturunkan sehingga kecernaan tepung daun kelor menjadi lebih baik.

Protein yang terkandung dalam bahan pangan, tak terkecuali daun kelor, pada umumnya dapat berupa protein sederhana dan protein kompleks. Protein kompleks biasanya tak dapat langsung dimanfaatkan oleh makhluk hidup sebagai nutrisi karena masih terikat dengan komponen serat kasar, seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin [9]. Protein yang terikat pada komponen serat kasar ini dapat diolah agar lebih tersedia sebagai nutrisi siap cerna bagi ikan, di antaranya dengan cara fermentasi. Penguraian serat kasar akibat produksi asam laktat oleh *Lactobacillus casei* akan berdampak positif bagi pencernaan protein tepung daun kelor. Hasil analisa kandungan nutrisi menunjukkan bahwa kadar protein dalam tepung daun kelor sebelum dan setelah fermentasi cenderung naik meskipun tidak begitu signifikan, yaitu dari 23,45% menjadi 23,74%. Kecenderungan kenaikan kadar protein ini dapat disebabkan oleh penurunan massa total dari tepung daun kelor setelah proses fermentasi. Komponen-komponen penyusun tepung daun kelor yang sebagian besar merupakan bahan-bahan organik seperti serat kasar, lemak, karbohidrat mengalami proses oksidasi/perombakan oleh mikroba yang menghasilkan molekul-molekul kecil seperti gas CO_2 sehingga massa total tepung daun kelor menurun. Selain itu berdasarkan kadar protein yang dianjurkan bagi pertumbuhan ikan nila (20-25%) kadar protein tepung daun kelor pada dasarnya telah memenuhi syarat sebagai bahan pakan ikan nila.

Hasil uji kandungan nutrisi tepung daun kelor menunjukkan kadar karbohidrat juga mengalami penurunan namun tidak begitu signifikan, yaitu dari 43,71% menjadi 43,32%. Penurunan kadar karbohidrat ini dipengaruhi oleh aktivitas bakteri *Lactobacillus casei* yang mengubah sejumlah gula menjadi molekul asam laktat [10] dan juga bakteri

Saccharomyces cerevisiae yang memiliki kemampuan mengubah molekul gula menjadi alkohol [11]. Sebagaimana telah dibahas sebelumnya mengenai bakteri *Lactobacillus casei*, molekul-molekul karbohidrat mengalami serangkaian reaksi intrasel dalam proses metabolisme mikroba yang kemudian menghasilkan produk akhir seperti asam laktat dan etanol. Selain itu, kandungan karbohidrat yang dianjurkan bagi pertumbuhan ikan nila berkisar 20-40%. Dengan demikian pada dasarnya kandungan karbohidrat dalam tepung daun kelor sangat mencukupi bagi kebutuhan karbohidrat ikan nila.

Bakteri *Lactobacillus casei* juga tergolong sebagai bakteri yang mampu menghidrolisis lemak menjadi asam lemak (RCOOH) dan gliserol (C₃H₅) (OH)₃ dengan mengeluarkan enzim lipase [12]. Secara umum lemak memiliki struktur seperti Gambar 1.



Gambar 1. Struktur lemak secara umum [13]

Enzim lipase menginisiasi reaksi hidrolisis dengan menyerang karbon karbonil dari makromolekul lemak yang menyebabkan bagian rantai karboksilat (RCOO⁻) terpisah dari kerangka trigliserida. Kemudian dengan adanya molekul air, reaksi hidrolisis menjadi sempurna dengan terbentuknya gliserol dan asam lemak sebagai produk reaksi. Peningkatan populasi dari bakteri *Lactobacillus casei* menyebabkan aktivitas degradasi makromolekul lemak dalam tepung daun kelor juga meningkat, karena semakin banyak enzim lipase yang tersedia bagi proses hidrolisis lemak. Berdasarkan hasil uji kandungan nutrisi, kadar lemak dalam tepung daun kelor setelah perlakuan fermentasi cenderung mengalami penurunan meski tidak begitu signifikan, yaitu 4,18% menjadi 3,86%. Kecenderungan penurunan kadar lemak ini disebabkan oleh adanya ekskresi enzim lipase oleh *Lactobacillus casei* yang dapat mengkatalisis proses hidrolisis lemak, sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya. Selain itu, berdasarkan kadar lemak yang dianjurkan bagi pertumbuhan ikan nila yaitu 4-18%, dapat disimpulkan bahwa perlakuan fermentasi menyebabkan kadar lemak dalam tepung daun kelor sedikit menurun dari nilai yang dipersyaratkan.

Kadar air dalam sampel tepung cenderung meningkat dari 12,30% menjadi 13,47% setelah proses fermentasi. Peningkatan kadar air ini disebabkan oleh aktivitas mikroba selama proses fermentasi yang memanfaatkan senyawa-senyawa karbohidrat sebagai sumber energi bagi kelangsungan hidupnya (Putri et al., 2021). Hal ini sebagaimana yang dikatakan oleh Suparno [14] bahwa molekul air di antara hasil samping dari proses fermentasi. Peningkatan kadar abu juga teramati setelah perlakuan fermentasi. Berdasarkan hasil uji kadar nutrisi tepung daun kelor diketahui bahwa kadar abu cenderung meningkat setelah proses fermentasi yaitu dari 10,23% menjadi 10,86%. Kadar abu merepresentasikan kauntitas kandungan bahan-bahan anorganik berupa mineral dalam suatu bahan [15]. Menurut Retnaningtyas, et al. [16] hasil samping dari proses fermentasi di antaranya karbon dioksida, CO₂. Dengan demikian persentase kadar mineral dalam sampel tepung daun kelor memang seharusnya meningkat setelah proses fermentasi karena sebagian komponen penyusun tepung daun kelor yang berupa molekul organik berubah menjadi CO₂ yang dapat terpisah dari bahan. Selain itu, kadar abu yang dianjurkan untuk bahan pakan ikan berkisar 3-7%. Hal ini berarti kadar abu

dalam tepung daun kelor masih relatif tinggi bagi keamanan konsumsi ikan nila. Namun dengan penambahan komponen lain dalam pembuatan pakan diharapkan dapat mengurangi konsentrasi kandungan mineral-mineral tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh diketahui terjadi perubahan nilai proksimat (kandungan gizi) dari bahan daun kelor. Terkhusus pada parameter protein dan serat kasar, protein mengalami sedikit peningkatan dan serat kasar kadarnya sedikit menurun. Hal ini merupakan hal yang menguntungkan bagi kualitas bahan pakan ikan. Dengan demikian perlakuan fermentasi dapat memberikan pengaruh positif terhadap bahan yang akan dijadikan pakan ikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Merawati and M. Agus, "Analisis pertumbuhan dan kelulushidupan larva lele (*clarias gariepenus*) yang diberi pakan *daphnia* sp. hasil kultur massal menggunakan pupuk organik difermentasi," *Pena: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, vol. 26, no. 1, pp. 1-11, 2015.
- [2] R. Iskandar and Elrifadah, "Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi pakan buatan berbasis kiambang," *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, vol. 40, no. 1, pp. 18-24, 2015.
- [3] R. Iskandar and S. Fitriadi, "Analisa Proksimat Pakan Hasil Olahan Pembudidaya Ikan di Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan," *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, vol. 42, no. 1, pp. 65-68, 2017.
- [4] H. Amarwati, Subandiyono, and Pinandoyo, "Pemanfaatan tepung daun singkong (*Manihot utilissima*) yang difermentasi dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan benih Ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*)," *Journal of aquaculture management technology*, vol. 4, no. 2, pp. 51-59, 2015.
- [5] R. Rukmana, *Ikan Nila, Budi Daya dan Prospek Agribisnis*. Kanisius, 1997.
- [6] A. R. Niode, N. Nasriani, and A. M. Irdja, "Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Pakan Buatan Yang Berbeda," *Akademika*, vol. 6, no. 2, 2017.
- [7] Z. Irwan, "Kandungan Zat Gizi Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Berdasarkan Metode Pengeringan," *Jurnal Kesehatan Manarang*, vol. 6, no. 1, pp. 69-77, 2020.
- [8] I. N. Kantja, U. Nopriani, and M. Pangli, "Uji kandungan nutrisi tepung daun kelor (*Moringa oleifera* L) sebagai pakan ternak," *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Hewani*, vol. 1, no. 1, pp. 1-7, 2022.
- [9] D. Nisa, J. Achmadi, and F. Wahyono, "Degradabilitas bahan organik dan produksi total *Volatile Fatty Acids* (VFA) daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam rumen secara in vitro," *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, vol. 27, no. 1, pp. 12-17, 2017.
- [10] R. Maulida and K. Maghfiroh, "Karakteristik susu probiotik fortifikasi belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dengan perbedaan konsentrasi bakteri (*Lactobacillus casei* strain Shirota)," *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 14, no. 1, pp. 105-117, 2023.

- [11] T. Khazalina, "Saccharomyces cerevisiae dalam pembuatan produk halal berbasis bioteknologi konvensional dan rekayasa genetik," *Journal of Halal Product and Research*, vol. 3, no. 2, pp. 88-94, 2020.
- [12] M. Y. Rizky, R. D. Fitri, U. S. Hastuti, and S. Prabaningtyas, "Identifikasi, Uji Kemampuan Hidrolisis Lemak dan Penentuan Indeks Zona Bening Asam Laktat pada Bakteri dalam Wadi Makanan Traditional Kalimantan Tengah," in *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, 2017, vol. 14, no. 1, p. 263.
- [13] D. L. Nelson, A. L. Lehninger, and M. M. Cox, *Lehninger principles of biochemistry lecture notebook*. Macmillan, 2004.
- [14] Suparno, *Aspek Nutrisi Proses Fermentasi*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, 1989.
- [15] R. Kurnijasanti, "Hasil analisis proksimat dari kulit kacang yang difermentasi dengan probiotik Biomc4," *Jurnal Agro Veteriner*, vol. 5, no. 1, pp. 28-33, 2016.
- [16] A. Y. Retnaningtyas, R. R. Hidayat, W. Widiyastuti, and S. Winardi, "Studi Awal Proses Fermentasi pada Desain Pabrik Bioethanol dari Molasses," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 1, pp. B-123-B-126, 2017.