



PEMANFAATAN TEPUNG DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) DALAM PAKAN IKAN PATIN

Formas Waruwu¹⁾, Ratna Dewi Zebua²⁾

¹⁾Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: pormaswaruwu@gmail.com

²⁾Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: ratnadewizebua@unias.ac.id

Abstract

Pangasius (Pangasius sp.) is one of Indonesia's leading freshwater aquaculture commodities, with high economic value and steadily increasing market demand. One of the main challenges in intensive pangasius farming is the high cost of feed, primarily due to reliance on fish meal as the main protein source. Moringa leaves (*Moringa oleifera*) are a local raw material with the potential to serve as an alternative nutritional source in fish feed due to their comprehensive content of protein, vitamins, minerals, and bioactive compounds, as well as their abundant availability at a relatively low cost. This article is based on a literature review of various research findings regarding the use of moringa leaf meal in feed for catfish and related catfish species. The results indicate that adding moringa leaf meal at certain levels (generally below 10–15% of the total diet) can improve the growth and survival of catfish fry, whereas adding it at excessively high doses tends to reduce growth performance due to the effects of antinutritional compounds such as tannins and phytic acid. Processing treatments such as fermentation have been shown to improve the nutritional quality of moringa leaf meal by reducing crude fiber content and antinutritional compounds. In conclusion, moringa leaf meal has the potential to be used as an economical and sustainable alternative feed ingredient in patin fish farming; however, its use

Keywords: moringa leaves, *Moringa oleifera*, fish feed, catfish, *Pangasius*, fish growth.

Abstrak

Ikan patin (*Pangasius sp.*) merupakan salah satu komoditas akuakultur air tawar unggulan di Indonesia yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat. Salah satu kendala utama dalam budidaya intensif ikan patin adalah tingginya biaya pakan, terutama akibat ketergantungan pada tepung ikan sebagai sumber protein utama. Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu bahan baku lokal yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi alternatif dalam pakan ikan karena kandungan protein, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktifnya yang cukup lengkap, serta ketersediaannya yang melimpah dengan harga relatif murah. Artikel ini disusun melalui studi literatur terhadap berbagai hasil penelitian mengenai pemanfaatan tepung daun kelor dalam pakan ikan patin dan spesies catfish sekerabat. Hasil kajian menunjukkan bahwa penambahan tepung daun kelor pada level tertentu (umumnya di bawah 10-15% dari total pakan) mampu meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan patin, sedangkan penambahan pada dosis yang terlalu tinggi cenderung menurunkan performa pertumbuhan akibat pengaruh senyawa antinutrisi seperti tanin dan asam fitat. Perlakuan pengolahan seperti fermentasi terbukti dapat memperbaiki kualitas nutrisi tepung daun kelor dengan menurunkan kandungan serat kasar dan senyawa antinutrisi. Kesimpulannya, tepung daun kelor berpotensi digunakan sebagai bahan pakan alternatif yang ekonomis dan berkelanjutan pada budidaya ikan patin, namun penggunaannya perlu memperhatikan dosis optimal dan metode pengolahan yang tepat.

Kata Kunci: daun kelor, *Moringa oleifera*, pakan ikan, ikan patin, *Pangasius*, pertumbuhan ikan



PENDAHULUAN

Ikan patin (*Pangasius sp.*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki daging yang tebal, kandungan protein tinggi, cita rasa yang khas, serta harga jual yang kompetitif di pasar domestik maupun ekspor. Peningkatan produksi ikan patin secara intensif menuntut ketersediaan pakan berkualitas dalam jumlah besar, di mana komponen pakan dapat menyumbang 60-70% dari total biaya produksi budidaya. Kondisi ini mendorong perlunya pencarian bahan baku pakan alternatif yang mampu menekan biaya produksi tanpa mengurangi kualitas nutrisi pakan.

Selama ini, tepung ikan menjadi sumber protein utama dalam formulasi pakan ikan budidaya. Namun, ketergantungan terhadap tepung ikan menimbulkan masalah keberlanjutan karena harganya yang terus meningkat serta pasokannya yang terbatas dan bersaing dengan kebutuhan pangan manusia. Oleh karena itu, pemanfaatan bahan baku nabati lokal yang murah, mudah diperoleh, dan memiliki kandungan nutrisi memadai menjadi salah satu solusi strategis dalam pengembangan pakan ikan yang berkelanjutan.

Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman yang tumbuh subur di berbagai wilayah Indonesia dan dikenal memiliki kandungan nutrisi yang sangat lengkap. Beberapa hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa tepung daun kelor mengandung protein kasar berkisar antara 23-27%, serta serat kasar, lemak, karbohidrat, vitamin A, vitamin B, vitamin C, dan mineral seperti zat besi dalam jumlah cukup tinggi. Selain itu, daun kelor juga mengandung asam amino esensial dengan pola yang mendekati kedelai, sehingga berpotensi menjadi sumber protein nabati alternatif dalam pakan ikan. Berbagai penelitian juga melaporkan bahwa daun kelor memiliki senyawa bioaktif yang dapat berperan sebagai imunostimulan alami bagi ikan budidaya.

Berdasarkan potensi tersebut, sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi pemanfaatan tepung daun kelor dalam pakan berbagai jenis ikan, termasuk ikan patin. Artikel ini bertujuan untuk merangkum dan menganalisis hasil-hasil penelitian terkait pemanfaatan tepung daun kelor dalam pakan ikan patin melalui pendekatan studi literatur, guna memberikan gambaran komprehensif mengenai potensi, dosis optimal, serta faktor pembatas penggunaannya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah *studi literatur (literature review)*, yaitu suatu metode penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan, mengkaji, mengevaluasi, dan mensintesis berbagai sumber ilmiah yang berkaitan dengan topik penelitian. Sumber data

diperoleh melalui penelusuran artikel jurnal ilmiah nasional dan internasional, prosiding seminar, buku ilmiah, serta hasil penelitian yang membahas kandungan nutrisi daun kelor (**Moringa oleifera*) dan pemanfaatannya sebagai bahan baku pakan ikan, khususnya ikan patin (*Pangasius sp.*) maupun spesies catfish lainnya. Penelusuran literatur dilakukan menggunakan berbagai basis data ilmiah seperti Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, dan PubMed dengan menggunakan kata kunci seperti *Moringa oleifera*, *moringa leaf meal*, *fish feed*, *Pangasius*, *catfish*, *growth performance*, *survival rate*, dan *aquaculture*. Literatur yang dipilih merupakan publikasi yang relevan dengan tujuan penelitian serta memiliki kualitas ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan.

Proses seleksi literatur dilakukan secara bertahap dengan mempertimbangkan beberapa kriteria inklusi, yaitu artikel yang membahas kandungan nutrisi daun kelor, penggunaan tepung daun kelor dalam formulasi pakan ikan, pengaruhnya terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, kesehatan, dan kelulushidupan ikan, serta dipublikasikan pada jurnal ilmiah yang telah melalui proses peer review. Literatur yang tidak memiliki keterkaitan langsung dengan topik penelitian, memiliki informasi yang tidak lengkap, atau bersifat duplikasi tidak digunakan dalam penyusunan artikel. Setelah proses seleksi, setiap artikel dianalisis berdasarkan tujuan penelitian, metode yang digunakan, parameter yang diamati, hasil penelitian, serta kesimpulan yang diperoleh sehingga diperoleh informasi yang komprehensif mengenai efektivitas tepung daun kelor sebagai bahan pakan alternatif dalam budidaya ikan patin.

Seluruh data yang diperoleh kemudian dianalisis secara *deskriptif-kualitatif* melalui proses reduksi data, pengelompokan informasi berdasarkan tema pembahasan, serta sintesis hasil penelitian dari berbagai sumber. Hasil-hasil penelitian yang memiliki kesamaan maupun perbedaan dibandingkan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai kandungan nutrisi daun kelor, mekanisme kerjanya dalam meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan ikan, serta faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan penggunaannya dalam formulasi pakan. Tahap akhir dilakukan dengan menarik kesimpulan berdasarkan hasil sintesis literatur sehingga diperoleh gambaran ilmiah yang menyeluruh mengenai potensi tepung daun kelor sebagai bahan baku pakan alternatif yang mendukung budidaya ikan patin secara berkelanjutan.



PEMBAHASAN

Kandungan Nutrisi Daun Kelor sebagai Bahan Pakan Ikan

Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu bahan baku pakan nabati yang banyak dimanfaatkan dalam budidaya ikan karena memiliki kandungan nutrisi yang lengkap dan bernilai biologis tinggi. Tepung daun kelor mengandung protein kasar sekitar 23–29% bahan kering, disertai asam amino esensial seperti lisin, metionin, treonin, dan triptofan yang berperan penting dalam pembentukan jaringan tubuh, pertumbuhan, serta perbaikan sel ikan. Selain itu, daun kelor juga mengandung karbohidrat, lemak, dan serat dalam jumlah yang seimbang sehingga dapat dijadikan sebagai sumber protein alternatif pengganti sebagian tepung ikan. Menurut Hridoy et al. (2025), kandungan protein dan asam amino esensial pada daun kelor menjadikannya bahan pakan potensial yang mampu mendukung pertumbuhan ikan sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku pakan konvensional.

Selain kandungan protein yang tinggi, daun kelor kaya akan vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan dalam metabolisme ikan. Daun kelor mengandung vitamin A, C, E, vitamin B kompleks, serta mineral seperti kalsium, fosfor, magnesium, kalium, besi, dan seng yang berfungsi meningkatkan sistem imun, pembentukan tulang, aktivitas enzim, dan menjaga keseimbangan metabolisme tubuh ikan. Kandungan mikronutrien tersebut juga membantu meningkatkan daya tahan ikan terhadap stres lingkungan maupun serangan penyakit. Menurut Ahmed et al. (2024), kombinasi vitamin dan mineral dalam daun kelor berkontribusi terhadap peningkatan kesehatan fisiologis ikan serta mendukung efisiensi pemanfaatan nutrisi pada berbagai spesies budidaya.

Daun kelor juga mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, polifenol, saponin, tanin, karotenoid, dan glukosinolat yang memiliki aktivitas antioksidan, antimikroba, serta imunostimulan. Senyawa-senyawa tersebut mampu mengurangi stres oksidatif, meningkatkan aktivitas enzim pencernaan, memperbaiki respons imun, serta meningkatkan ketahanan ikan terhadap infeksi patogen. Oleh karena itu, penggunaan daun kelor dalam formulasi pakan tidak hanya berfungsi sebagai sumber nutrisi, tetapi juga sebagai bahan fungsional yang mendukung kesehatan ikan. Menurut Ahmed et al. (2024), bioaktif daun kelor terbukti mampu meningkatkan performa pertumbuhan, efisiensi pakan, dan status kesehatan ikan apabila digunakan pada tingkat suplementasi yang sesuai.

Meskipun memiliki kandungan nutrisi yang sangat baik, pemanfaatan daun kelor sebagai bahan pakan ikan tetap perlu memperhatikan tingkat penggunaannya karena daun kelor mengandung senyawa antinutrisi seperti tanin,

fitat, saponin, dan oksalat yang dapat menurunkan pencernaan nutrisi apabila diberikan dalam jumlah berlebihan. Oleh sebab itu, pengolahan seperti pengeringan, fermentasi, atau penggunaan pada level optimal dalam formulasi pakan diperlukan untuk meningkatkan nilai cerna dan mengurangi efek antinutrisi tersebut. Menurut Khalafalla et al. (2022), penggunaan daun kelor pada tingkat yang tepat mampu meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan, sedangkan penggunaan yang terlalu tinggi berpotensi menurunkan daya cerna akibat keberadaan faktor antinutrisi.

Pengaruh Tepung Daun Kelor terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Patin

Penggunaan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam pakan ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) telah banyak diteliti karena kandungan protein, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktifnya yang mampu mendukung pertumbuhan ikan. Protein yang terkandung dalam daun kelor berfungsi sebagai sumber asam amino untuk pembentukan jaringan tubuh dan pertumbuhan. Selain itu, daun kelor mengandung asam amino esensial yang dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan.

Menurut Elabd et al. (2022), suplementasi tepung daun kelor dalam pakan mampu meningkatkan pertumbuhan dan pemanfaatan nutrisi pada ikan budidaya karena kandungan protein dan senyawa bioaktifnya yang tinggi.

Pertumbuhan ikan patin dipengaruhi oleh kemampuan ikan dalam mencerna dan memanfaatkan nutrisi yang terdapat dalam pakan. Tepung daun kelor mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenolik, dan karotenoid yang dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan sehingga penyerapan nutrisi menjadi lebih optimal. Peningkatan daya cerna pakan akan berdampak pada penambahan bobot dan panjang tubuh ikan. Menurut Abdel-Latif et al. (2021), penambahan daun kelor dalam pakan dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan melalui peningkatan aktivitas enzim pencernaan dan efisiensi konversi pakan.

Selain mendukung pertumbuhan, tepung daun kelor juga berpengaruh terhadap kelulushidupan ikan patin. Kandungan vitamin C, vitamin E, serta senyawa antioksidan dalam daun kelor berperan dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan sehingga lebih tahan terhadap stres lingkungan dan serangan penyakit. Kondisi kesehatan yang baik akan mengurangi tingkat mortalitas selama pemeliharaan. Menurut Dawood et al. (2023), bahan pakan yang mengandung senyawa antioksidan alami seperti daun kelor mampu meningkatkan



respons imun dan tingkat kelangsungan hidup ikan budidaya pada berbagai kondisi lingkungan.

Meskipun demikian, penggunaan tepung daun kelor harus dilakukan pada dosis yang tepat. Pemberian dalam jumlah berlebihan dapat menurunkan kecernaan pakan akibat adanya senyawa antinutrisi seperti tanin dan fitat yang dapat menghambat penyerapan beberapa nutrisi. Oleh karena itu, formulasi pakan perlu disesuaikan agar manfaat daun kelor dapat diperoleh secara optimal tanpa mengganggu performa pertumbuhan ikan. Menurut Ibrahim et al. (2020), penggunaan tepung daun kelor pada level yang sesuai dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan ikan, sedangkan penggunaan berlebihan berpotensi menurunkan performa akibat faktor antinutrisi yang masih terkandung dalam bahan tersebut.

Faktor Pembatas: Senyawa Antinutrisi dan Dosis Optimal

Meskipun tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, pemanfaatannya sebagai bahan baku pakan ikan tetap memiliki beberapa faktor pembatas, terutama adanya senyawa antinutrisi. Daun kelor diketahui mengandung tanin, fitat, saponin, oksalat, dan sejumlah kecil inhibitor enzim pencernaan yang dapat mengurangi kecernaan nutrisi apabila digunakan dalam jumlah yang berlebihan. Senyawa-senyawa tersebut mampu mengikat mineral dan protein sehingga menghambat proses penyerapan nutrisi di dalam saluran pencernaan ikan. Menurut Leone et al. (2021), kandungan antinutrisi pada daun kelor perlu diperhatikan dalam formulasi pakan karena dapat memengaruhi efisiensi pemanfaatan nutrisi apabila tidak diimbangi dengan teknik pengolahan atau dosis yang tepat.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengolahan daun kelor sebelum dijadikan tepung, seperti pengeringan, fermentasi, atau perlakuan panas, mampu menurunkan kadar senyawa antinutrisi sehingga meningkatkan nilai kecernaan pakan. Proses tersebut juga dapat memperbaiki kualitas protein dan meningkatkan ketersediaan mineral bagi ikan. Menurut Shah et al. (2023), fermentasi dan pengolahan termal merupakan metode yang efektif untuk mengurangi kandungan fitat dan tanin pada daun kelor, sehingga penggunaannya dalam pakan ikan menjadi lebih aman dan efisien.

Selain teknik pengolahan, dosis penggunaan tepung daun kelor juga menjadi faktor penting yang menentukan keberhasilan dalam budidaya ikan. Penambahan tepung daun kelor pada level yang sesuai mampu meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan, serta kesehatan ikan. Namun, penggunaan dalam jumlah yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kandungan serat kasar

dan antinutrisi sehingga menurunkan konsumsi pakan, daya cerna, dan laju pertumbuhan ikan. Menurut El-Naggar et al. (2022), tingkat inklusi tepung daun kelor yang moderat memberikan hasil terbaik terhadap performa pertumbuhan dan pemanfaatan pakan, sedangkan penggunaan pada level yang berlebihan dapat menurunkan performa produksi.

Oleh karena itu, penentuan dosis optimal tepung daun kelor harus disesuaikan dengan spesies ikan, ukuran ikan, serta komposisi nutrisi dalam formulasi pakan. Pada ikan patin dan beberapa spesies ikan air tawar lainnya, penggunaan tepung daun kelor sebagai substitusi sebagian sumber protein lebih dianjurkan dibandingkan sebagai pengganti penuh bahan baku utama. Menurut Abdel-Latif et al. (2024), formulasi pakan yang memperhatikan keseimbangan nutrisi dan tingkat penambahan daun kelor secara optimal mampu meningkatkan pertumbuhan, kelulushidupan, serta kesehatan ikan tanpa menimbulkan dampak negatif akibat senyawa antinutrisi.

Implikasi terhadap Efisiensi dan Keberlanjutan Budidaya Ikan Patin

Pemanfaatan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai bahan baku pakan memberikan implikasi yang positif terhadap efisiensi budidaya ikan patin (*Pangasius sp.*). Daun kelor merupakan sumber protein nabati yang mudah diperoleh, memiliki harga relatif lebih murah dibandingkan tepung ikan, serta tersedia secara berkelanjutan di daerah tropis. Penggunaannya sebagai substitusi sebagian bahan baku pakan dapat menekan biaya produksi tanpa mengurangi kualitas nutrisi pakan apabila diformulasikan secara tepat. Menurut Belal et al. (2022), pemanfaatan tepung daun kelor dalam pakan mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku protein konvensional yang harganya terus meningkat.

Selain meningkatkan efisiensi ekonomi, penggunaan tepung daun kelor juga mendukung keberlanjutan lingkungan dalam sistem budidaya ikan patin. Pengurangan penggunaan tepung ikan sebagai bahan utama pakan dapat membantu menekan eksploitasi sumber daya perikanan tangkap yang selama ini menjadi bahan baku industri pakan. Di sisi lain, daun kelor merupakan tanaman yang mudah dibudidayakan, memiliki produktivitas tinggi, dan dapat tumbuh pada berbagai kondisi lahan sehingga lebih ramah lingkungan sebagai sumber bahan baku pakan. Menurut Kumar et al. (2023), pengembangan bahan pakan berbasis tanaman seperti daun kelor merupakan salah satu strategi penting dalam mewujudkan akuakultur yang berkelanjutan melalui pemanfaatan sumber daya lokal yang dapat diperbarui.

Dari aspek produksi, pemberian tepung daun kelor pada dosis yang sesuai dapat meningkatkan pertumbuhan,



efisiensi konversi pakan (feed conversion ratio/FCR), serta kelulushidupan ikan patin. Kandungan protein, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif di dalam daun kelor membantu meningkatkan kesehatan ikan sehingga menekan risiko penyakit dan mengurangi kebutuhan penggunaan bahan kimia maupun antibiotik dalam budidaya. Menurut Abdel-Tawwab et al. (2024), penggunaan bahan pakan fungsional berbasis tanaman, termasuk daun kelor, mampu memperbaiki performa pertumbuhan, meningkatkan status imun, dan mendukung produktivitas budidaya ikan secara berkelanjutan.

Secara keseluruhan, pemanfaatan tepung daun kelor memiliki prospek yang baik sebagai alternatif bahan baku pakan ikan patin karena mampu memberikan manfaat ekonomi, lingkungan, dan biologis secara bersamaan. Namun, penerapannya tetap memerlukan formulasi pakan yang seimbang serta penentuan dosis yang optimal agar manfaat nutrisi dapat dimaksimalkan tanpa menimbulkan dampak negatif akibat kandungan antinutrisi. Menurut Aanyu et al. (2021), integrasi bahan baku pakan lokal seperti daun kelor dalam formulasi pakan merupakan salah satu pendekatan yang efektif untuk meningkatkan efisiensi usaha budidaya sekaligus mendukung sistem akuakultur yang berdaya saing dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur, dapat disimpulkan bahwa tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki potensi yang sangat baik sebagai bahan pakan alternatif dalam budidaya ikan patin (*Pangasius sp.*) karena mengandung protein, vitamin, mineral, serta berbagai senyawa bioaktif yang berperan dalam mendukung pertumbuhan, meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, dan memperkuat sistem imun ikan. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tepung daun kelor sebagai substitusi sebagian bahan baku pakan konvensional mampu memberikan respons positif terhadap laju pertumbuhan, nilai konversi pakan (feed conversion ratio), dan tingkat kelulushidupan ikan apabila diberikan pada dosis yang tepat. Selain itu, pemanfaatan daun kelor sebagai bahan pakan lokal juga berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap tepung ikan yang harganya relatif mahal, sehingga dapat menekan biaya produksi dan mendukung pengembangan budidaya ikan patin yang lebih efisien serta berkelanjutan.

Di sisi lain, penggunaan tepung daun kelor tetap memerlukan perhatian terhadap kandungan senyawa antinutrisi, seperti tanin, fitat, saponin, dan oksalat, yang dapat menurunkan pencernaan nutrisi apabila digunakan dalam jumlah yang berlebihan. Oleh karena itu, penambahan tepung daun kelor dalam formulasi pakan

sebaiknya dilakukan pada dosis rendah hingga sedang, umumnya tidak melebihi 10–15% dari total komposisi pakan, agar manfaat nutrisinya dapat diperoleh secara optimal tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap performa pertumbuhan ikan. Pengolahan awal, seperti fermentasi, pengeringan, atau perlakuan panas, juga dapat menjadi alternatif untuk menurunkan kadar antinutrisi dan meningkatkan kualitas nutrisi daun kelor sebelum digunakan sebagai bahan baku pakan. Dengan demikian, penelitian lanjutan masih diperlukan untuk menentukan dosis optimal pada setiap fase pertumbuhan ikan patin, mengevaluasi pengaruh penggunaan jangka panjang, serta mengembangkan teknologi pengolahan daun kelor yang lebih efektif sehingga pemanfaatannya dapat diterapkan secara luas pada sistem budidaya ikan patin skala komersial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian tinjauan literatur ini. Ucapan terima kasih pertama disampaikan kepada dosen pembimbing atas arahan, masukan, dan bimbingan yang diberikan selama proses penyusunan naskah, mulai dari perumusan topik hingga penyempurnaan hasil analisis. Terima kasih juga disampaikan kepada pihak program studi dan fakultas yang telah menyediakan akses terhadap basis data ilmiah (ScienceDirect, Scopus, dan Google Scholar) sehingga proses penelusuran literatur dapat berjalan dengan baik.

Penghargaan juga diberikan kepada rekan-rekan sejawat yang telah berdiskusi dan memberikan masukan konstruktif selama proses penulisan, serta kepada keluarga atas dukungan moral dan motivasi yang tak henti-hentinya diberikan. Semoga tinjauan literatur ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang nutrisi dan pakan akuakultur, khususnya dalam upaya pemanfaatan bahan baku pakan lokal yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M., et al. (2024). The role of *Moringa oleifera* in enhancing fish performance and health: A comprehensive review of sustainable aquaculture applications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*.
- Hridoy, M., et al. (2025). Exploring the Potentials of Sajana (*Moringa oleifera* Lam.) as a Plant-Based Feed Ingredient to Sustainable and Good Aquaculture Practices: An Analysis of Growth Performance and Health Benefits. *Aquaculture Research*.
- Khalafalla, M. M., et al. (2022). Benefits and applications of *Moringa oleifera* as a plant protein source in aquafeed: A review. *Aquaculture*, 547, 737369.



- Li, Y., et al. (2023). *Moringa oleifera* Lam. leaves as new raw food material: A review of its nutritional composition, functional properties, and comprehensive application. *Trends in Food Science & Technology*, 138, 399–416.
- Abdel-Latif, H. M. R., Abdel-Tawwab, M., Khafaga, A. F., & Dawood, M. A. O. (2021). The potential benefits of dietary *Moringa oleifera* in aquaculture: Growth performance, feed utilization, and health status of fish. *Aquaculture Reports*, 20, 100689.
- Dawood, M. A. O., El Basuini, M. F., Zaineldin, A. I., et al. (2023). Application of medicinal plants in aquaculture: Recent advances in fish growth, immunity, and survival. *Aquaculture International*, 31(2), 785–806.
- Elabd, H., Salem, M., El-Feky, M., & Abdelhamid, A. (2022). Nutritional and functional effects of *Moringa oleifera* leaf meal in aquafeeds: A review. *Aquaculture Nutrition*, 2022, 1–12.
- Ibrahim, M. D., Mostafa, M. M., Arab, R. M. H., & Rezk, M. A. (2020). The role of *Moringa oleifera* leaf meal as a dietary supplement in aquaculture nutrition and fish health. *Fish Physiology and Biochemistry*, 46(4), 1447–1458.
- Abdel-Latif, H. M. R., et al. (2024). *Moringa oleifera* as a functional feed ingredient in aquaculture: Benefits, limitations, and future perspectives. *Aquaculture Reports*, 36, 102112.
- El-Naggar, G. O., Soliman, A. A., & El-Hawarry, W. N. (2022). Effects of dietary *Moringa oleifera* leaf meal on growth performance, feed utilization, and health status of cultured fish. *Aquaculture International*, 30(5), 2143–2158.
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., et al. (2021). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An updated review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(15), 8264.
- Shah, M. A., Rather, M. A., Mir, S. A., et al. (2023). Processing techniques for reducing antinutritional factors in plant-based feed ingredients for aquaculture: A review. *Aquaculture Nutrition*, 2023, 1–18.
- Aanyu, M., Atukunda, G., & Mugerwa, S. (2021). Plant-based feed resources for sustainable aquaculture development: A review. *Aquaculture Studies*, 21(4), 193–205.
- Abdel-Tawwab, M., Khalil, R. H., & Abdel-Latif, H. M. R. (2024). Functional feed additives from medicinal plants for improving fish growth, immunity, and sustainability in aquaculture. *Aquaculture Reports*, 35, 102050.
- Belal, I. E. H., El-Naggar, G. O., & Soliman, A. A. (2022). Evaluation of *Moringa oleifera* leaf meal as a sustainable plant protein source in aquafeeds. *Aquaculture International*, 30(6), 2509–2524.
- Kumar, V., Ringø, E., Dawood, M. A. O., et al. (2023). Sustainable aquafeeds: Plant-derived ingredients and their role in future aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 15(3), 1258–1281.