

Quantitative Analysis of Omega-3 Content in Fish Waste and Its Application as Aquafeed

Kiki Haetami¹, Abun², Aorenza Delviana Putri^{1*}, Farsya Fadillah Willyanissa¹, Aldiansyah¹, Mario Kristianto Triputra Sihombing¹

¹Program Studi Perikanan, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia;

²Program Studi Nutrisi Unggas dan Teknologi Pakan, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia;

Article History

Received : June 19th, 2025

Revised : June 26th, 2025

Accepted : July 02th, 2025

*Corresponding Author:

Aorenza Delviana Putri,
Departemen Perikanan, Fakultas
Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Padjadjaran,
Jatinangor, Kab. Sumedang,
Indonesia;

Email:

aorenza24001@mail.unpad.ac.id

Abstract: Indonesia has significant potential in fisheries waste production, yet its utilization remains suboptimal due to its low economic value. However, this waste contains essential nutrients such as protein, essential fats, minerals, and vitamins that are beneficial for shrimp growth and health. Meanwhile, the high cost of commercial shrimp feed has driven the demand for more affordable alternatives, one of which is the utilization of fish waste. This study aims to analyze the omega-3 content in fish waste and evaluate its potential as an alternative feed ingredient to enhance the economic value of fisheries waste while providing nutritious feed at a reduced cost. A descriptive qualitative approach was employed through a literature review, with data collected from theses, scientific articles, and relevant journals. Data analysis was systematically conducted using the Miles and Huberman model, encompassing data reduction, data display, and conclusion drawing. The results indicate that various fish waste components (bones, skin, fins, head, and scales) contain essential nutrients including protein ($\geq 50\%$), fat ($\geq 10\%$), and ash ($\leq 5\%$), meeting feed ingredient standards. However, it is important to note that excessive levels of unsaturated fatty acids may compromise feed quality, necessitating proper management. In conclusion, this study highlights the significant potential of fish waste as an omega-3-rich alternative feed source that can increase the economic value of fisheries waste and reduce production costs, provided that nutrient composition is carefully regulated.

Keywords: Aquaculture, fishery waste, fish feed, omega-3, oil extraction.

Pendahuluan

Salah satu sektor yang memiliki peranan signifikan dalam memberikan kontribusi terhadap pendapatan baik nasional maupun daerah merupakan sektor perikanan. Indonesia merupakan negara dengan perairan mendominasi wilayahnya, sehingga sektor perikanan menjadi salah satu sektor yang potensial untuk dikembangkan. Hal ini didukung oleh posisi geografis Indonesia yang terletak di antara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik, sehingga memiliki perkembangan hasil perikanan yang pesat. Oleh karena itu, keanekaragaman hayati perikanan di perairan Indonesia tergolong

tinggi, mencapai sekitar 37% dari total spesies ikan di seluruh dunia, dengan sekitar 15% dari asupan protein hewani masyarakat berasal dari produk kelautan dan perikanan (Athirafitri *et al.*, 2021).

Hasil sektor perikanan dapat ditemukan di semua jenis perairan dengan masing-masing memiliki bentuk dan karakter yang berbeda. Salah satu sifatnya adalah mudah rusak (*highly perishable*) (Athirafitri *et al.* 2021). Oleh karena itu, banyak hasil sektor perikanan yang tidak dapat dimanfaatkan lagi. Menurut Sahar *et al.* (2024), limbah perikanan adalah sisa-sisa atau residu dari hasil pengolahan perikanan yang dibagi menjadi dua jenis, yaitu limbah cair dan limbah padat. Darah, lendir, dan lemak

termasuk ke dalam limbah cair, sedangkan kepala, sirip, kulit, tulang, dan sisik termasuk ke dalam limbah padat.

Sumberdaya perikanan yang melimpah beriringan dengan limbah perikanan yang melimpah pula. Jika terjadi penumpukan, dapat menimbulkan berbagai pencemaran, salah satunya pencemaran udara seperti bau tidak sedap dan berpotensi merusak keseimbangan ekosistem (Sahar *et al.*, 2024). Bahkan menurut Supriyadi *et al.* (2022), salah satu dampak yang ditimbulkan adalah sebagai wadah perkembangbiakan bibit penyakit. Perairan sebagai tempat pembuangan sebagian besar hasil pengolahan produk perikanan juga terganggu kualitasnya sehingga menyebabkan hilangnya keseimbangan perairan dan organisme perairan di dalamnya. Selain itu, kebanyakan industri pengolahan hasil perikanan menimbulkan dampak-dampak lingkungan seperti eutrofikasi, asidifikasi, hingga efek gas rumah kaca (GRK), seperti yang dinyatakan oleh Athirafitri *et al.* (2021). Pemanfaatan limbah hasil perikanan sangat diperlukan guna mengatasi atau mengurangi dampak-dampak yang ditimbulkan.

Limbah hasil perikanan harus dimanfaatkan secara efektif sehingga dapat memberikan dampak positif, mengingat terdapat berbagai kandungan nutrisi di antaranya protein, vitamin, lemak esensial, hingga mineral yang diperlukan oleh ikan maupun udang dalam tumbuh kembangnya. Limbah ikan dapat ditemukan di berbagai tempat pengolahan produk perikanan seperti pasar atau rumah tangga, sehingga mudah untuk ditemukan. Pengolahan limbah menjadi alternatif sumber pakan dalam bidang akuakultur khususnya udang, terutama mengingat tingkat permintaan pakan komersial yang tinggi pada pasar sehingga harga pakan pellet meningkat secara signifikan (Sahat *et al.*, 2024).

Kandungan dalam limbah perikanan yang dapat dimanfaatkan salah satunya adalah omega-3, yang memiliki potensi dimanfaatkan sebagai bahan pakan ikan. Omega-3 berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan, sekaligus meningkatkan kadar omega-3 dalam tubuh ikan itu sendiri. Daging ikan yang kaya akan omega-3 memiliki nilai gizi yang lebih tinggi

dan memberikan manfaat kesehatan bagi konsumen manusia (Suhendra *et al.*, 2023). Asam lemak tak jenuh omega-3, khususnya EPA dan DHA, diketahui memiliki berbagai manfaat kesehatan, antara lain menurunkan kadar triasilgliserol dan kolesterol dalam darah, meningkatkan proses ekskresi, meningkatkan fluiditas membran sel, serta berperan dalam pembentukan eikosanoid yang mengurangi agregasi trombosit. Selain itu, EPA dan DHA berperan dalam perkembangan otak dan retina hingga pencegahan penyakit kardiovaskular (Salasah *et al.*, 2016). Oleh karena itu, kajian mengenai kandungan omega-3 dalam limbah ikan dan pemanfaatannya sebagai pakan ikan perlu dilakukan guna meningkatkan kualitas ikan budidaya.

Bahan dan Metode

Perancangan dan penyusunan penelitian, teknik pengumpulan data melalui studi literatur diterapkan dengan mengumpulkan data-data dari penelitian sebelumnya yang terkait dengan topik penelitian. Metode ini dinamakan metode kualitatif deskriptif. Studi literatur, menurut Munib & Wulandari (2021), merupakan kajian terhadap data yang dikumpulkan dan disusun serta dianalisis dari berbagai sumber referensi seperti buku atau hasil penelitian yang relevan dengan kajian untuk menghasilkan landasan teori maupun masalah penelitian. Sumber data penelitian ini dibatasi pada artikel dan jurnal ilmiah tanpa melibatkan penelitian lapangan.

Analisis data menggunakan pendekatan kualitatif model Miles dan Huberman, dengan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan sebagai cakupan utamanya (Munib & Wulandari, 2021). Data yang dikumpulkan berasal dari artikel ilmiah, skripsi hingga jurnal yang relevan untuk menganalisis kadar omega-3 dalam limbah ikan serta pemanfaatannya sebagai pakan ikan. Selanjutnya, data tersebut dianalisis secara mendalam, kritis, dan sistematis. Tahap selanjutnya adalah mengemas data yang telah dianalisis dalam bentuk narasi.

Hasil dan Pembahasan

Bahan Asal Ikan sebagai Sumber Omega-3

Produksi perikanan tangkap di Indonesia menunjukkan peningkatan yang signifikan dari

tahun 2017 hingga 2023, sebagaimana data yang dirilis oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), yang mencerminkan total nilai produksi perikanan nasional. Peningkatan produksi ini berdampak pada melimpahnya limbah perikanan yang dihasilkan, namun pengelolaannya oleh masyarakat masih belum optimal. Limbah ikan seperti tulang, kulit, sirip, kepala, sisik, dan jeroan mengandung komponen penting seperti air, protein, lemak, dan abu dalam kadar tertentu.

Kandungan tersebut sangat potensial sebagai bahan baku industri pakan, dengan standar mutu pakan bersyarat 20% kadar air maksimum, 50% kadar protein minimum, 10% kadar lemak minimum, dan 5% kadar abu maksimum. Pemanfaatan limbah perikanan sebagai pakan ikan tidak hanya memberikan nilai tambah ekonomi bagi masyarakat pesisir, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kebersihan lingkungan serta mengurangi beban biaya pakan komersial yang cenderung tinggi (Sahar *et al.*, 2024). Asam lemak omega-3 dan omega-6 yang

termasuk asam lemak esensial dalam tubuh ikan sangat melimpah.

Asam lemak esensial didefinisikan sebagai jenis asam lemak yang tidak dapat diproduksi secara endogen namun sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia, di antaranya adalah EPA, DHA, ALA, LA, ARA, asa, laurat, hingga asam palmitoleat (Maulana *et al.*, 20020). Sementara itu, omega-3 merupakan jenis konfigurasi asam lemak dengan ikatan rangkap pertama yang terletak pada atom karbon ketiga dari ujung gugus metil, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dalam pakan ikan (Febrantama *et al.*, 2020). Kualitas daging ikan dan ketahanan ikan terhadap stres lingkungan dapat ditingkatkan melalui penambahan omega-3 dalam pakan ikan (Suhendra *et al.*, 2023). Konsumsi ikan yang kaya omega-3 juga berkontribusi pada peningkatan asupan omega-3 bagi manusia. Kandungan omega-3 bervariasi antar jenis ikan, sebagaimana diperoleh dari hasil studi literatur yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Kandungan omega-3 pada beberapa jenis ikan

Jenis ikan	Bagian ikan yang dijadikan sampel atau limbah	Kandungan omega-3
Ikan patin siam ¹	Kepala	2,280%
	Daging bagian perut	2,110%
	Isi perut	1,450%
Ikan patin jambal ¹	Kepala	3,350%
	Daging bagian perut	3,150%
	Isi perut	2,950%
Ikan lemur ²	Keseluruhan	38,67%
Ikan kakap ³	Keseluruhan	35,19%
Ikan kakap merah ³	Keseluruhan	17,05%
Ikan tongkol ³	Keseluruhan	30,78%
Ikan selar ³	Keseluruhan	30,78%
Ikan kembung ³	Keseluruhan	26,94%
Ikan bawal putih ³	Keseluruhan	10,31%
Ikan tawassang ⁴	Daging	14,79%
Ikan sarden ⁵	Daging	0,527%
Ikan layur (H0) ⁶	Daging	27,06%
Ikan layur (H10) ⁶	Daging	24,46%
Ikan gindara ⁷	Daging	2,540%
Ikan penja ⁸	Keseluruhan	4,750%

(Sumber: Hastarini *et al.*, 2012¹; Estiasih & Ahmadi, 2004²; Sukarsa, 2004³; Hasan *et al.*, 2023⁴; Pandiangan *et al.*, 2023⁵; Jacob *et al.*, 2020⁶; Basmal, 2010⁷; Hasanuddin *et al.*, 2023⁸)

Berdasarkan data pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa setiap jenis ikan memiliki kandungan omega-3 yang berbeda-beda,

demikian pula pada tiap bagian jaringan, limbahnya atau keseluruhan bagian. Menurut Salamah *et al.* (2004), komposisi lemak dan asam

lemak pada ikan sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti spesies, musim, letak geografis, tingkat kematangan gonad, serta ukuran ikan. Pada ikan patin siam dan patin jambal, bagian kepala memiliki kandungan asam lemak omega-3 yang lebih tinggi dibandingkan dengan daging bagian perut dan isi perut. Namun, penelitian yang sama pada ikan kembung menunjukkan hasil yang berbeda, dengan bagian perut memiliki kandungan omega-3 yang lebih tinggi dari bagian tubuh lain. Hal ini dapat terjadi dikarenakan organ perut membutuhkan energi yang cukup besar sebagai organ pencernaan. Perbedaan ini menegaskan bahwa distribusi omega-3 dalam tubuh ikan dapat bervariasi tergantung pada spesies dan fungsi organ terkait.

Data kandungan omega-3 dari berbagai jenis ikan yang diambil sampelnya dari keseluruhan tubuh dan diekstrak menjadi minyak menunjukkan perbedaan signifikan. Ikan lemur memiliki kandungan omega-3 tertinggi sebesar 38,67%, sedangkan ikan penja memiliki kandungan omega-3 terendah sebesar 4,57%. Untuk sampel yang diambil dari bagian daging, ikan layur menunjukkan kandungan omega-3 tertinggi sebesar 27,06%, sedangkan ikan sarden memiliki kandungan terendah sebesar 0,527%. Selanjutnya ikan layur dengan perlakuan disimpan dalam suhu rendah selama 10 hari, terjadi penurunan kandungan omega-3 dari 27,06% pada hari pertama menjadi 24,46% pada hari kesepuluh, seperti pernyataan Jacob *et al.* (2020) bahwa secara umum asam lemak tidak mengalami perubahan yang terlihat secara signifikan selama penyimpanan suhu rendah selama 10 hari, dan dapat dipertahankan nilai

total asam lemak jenuh maupun tak jenuh selama periode tersebut.

Asam lemak tak jenuh ganda (*poly unsaturated fatty acid*/PUFA) yang ditemukan pada jaringan ikan air tawar dan air laut didominasi oleh linolenic (omega-3), baik pada ikan air tawar maupun ikan air laut. Sebaliknya konsentrasi PUFA omega-6 dalam jaringan ikan umumnya rendah, walaupun pada spesies ikan tawar terdapat beberapa yang memiliki konsentrasi tinggi. Oleh sebab itu dianggap bahwa makanan (dari sumber lingkungan) ikan air tawar banyak mengandung komponen yang kaya akan asam lemak seri omega-6, seperti tampak pada Tabel 1 yang memperlihatkan bahwa ikan patin siam dan jambal mengandung kadar omega 3 yang lebih rendah dibanding jenis ikan-ikan laut. Seperti pernyataan yang dikemukakan oleh Andhikawati *et al.* (2021) bahwa perbedaan ini disebabkan oleh habitat, lingkungan, dan faktor makanan yang berbeda, seperti ikan air laut yang memakan plankton, alga, dan kerang-kerangan dengan sumber omega-3 yang tinggi.

Pengolahan: Ekstraksi Sampel Ikan

Pengambilan sampel minyak ikan dilakukan dengan mengekstraksi minyak atau lemak dari sampel ikan menggunakan metode tertentu yang memisahkan minyak dari bahan yang dikandungnya. Berbagai metode ekstraksi minyak ikan tersedia dan dapat dipilih sesuai kebutuhan, seperti yang disajikan dalam Tabel 2. Metode-metode ini mencakup teknik fisik, kimia, dan berbasis enzim yang bertujuan untuk memperoleh minyak dengan kualitas optimal.

Tabel 2 Jenis dan prinsip kerja ekstraksi

Jenis Ekstraksi	Prinsip Kerja
<i>Wet Rendering</i> ¹	Menggunakan akuades (1:1) dalam <i>waterbath shaker</i> dengan kecepatan 20 rpm selama 30 menit pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$, dilakukan 4 kali pengulangan.
<i>Dry Rendering</i> ²	Mengeluarkan air dari dalam sampel sehingga didapat minyak lebih banyak dibandingkan <i>wet rendering</i> ; menggunakan oven dalam suhu $40\text{--}100^{\circ}\text{C}$ selama 2–4 jam yang kemudian di- <i>press</i> menggunakan alat <i>press</i> hidrolik.
Metode Soxhletasi ³	Menggunakan alat soxhlet dan pelarut polar n-heksan, dietil eter, kloroform, dan benzena yang dipanaskan dalam rentang suhu $50\text{--}90^{\circ}\text{C}$, sesuai dengan titik didih pelarut.
Fermentasi ⁴	Menghidrolisis lemak oleh enzim lipase menjadi asam lemak dan gliserol menggunakan bakteri asam laktat (BAL).

(Sumber: Suseno *et al.*, 2020¹; Seviyanto, *et al.*, 2022²; Sahriawati dan Daud, 2016³; Fajri *et al.*, 2014⁴)

Pemurnian Minyak Ikan

Pemurnian minyak ikan bertujuan untuk menghilangkan komponen yang tidak diinginkan atau pengotor sehingga menghasilkan minyak dengan rasa dan bau yang lebih baik, warna yang menarik, serta masa simpan yang lebih panjang. Hal itu dilakukan agar dapat siap digunakan sebelum diolah sebagai bahan baku dalam industri. Kualitas minyak ikan yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh cara penyimpanan dan penanganan ikan sebelum proses pemurnian dilakukan. Proses pemurnian minyak ikan umumnya meliputi beberapa tahapan, yaitu penyaringan, degumming, netralisasi, pemisahan sabun, pemucatan, dan deodorisasi (Sari *et al.*, 2015).

1. Tahap penyaringan: hasil samping produk perikanan berupa minyak ikan disaring dengan tujuan menghilangkan kontaminan visual seperti sisa jaringan daging dan gumpalan protein.
 2. Tahap *degumming*: proses pemisahan getah serta lendir dari kandungan air, residu karbohidrat, protein, fosfatida, serta resin yang dilakukan tanpa menurunkan kadar asam lemak bebas yang terdapat di dalam minyak ikan.
 3. Tahap netralisasi: reaksi asam lemak bebas dalam minyak dengan basa atau reagen lain hingga terbentuk sabun yang berfungsi membantu penggumpalan dan pengendapan bahan-bahan pengotor.
 4. Tahap pemucatan: proses penghilangan atau pengurangan intensitas warna yang tidak diinginkan, penghilangan getah, serta penyerapan partikel koloid dan senyawa hasil degradasi minyak seperti peroksida.
 5. Tahap deodorisasi: proses penghilangan bau dan rasa yang tidak diinginkan di dalam minyak, sehingga meningkatkan kualitas sensorik pada produk akhir.
- (Sari *et al.*, 2015)

Pemanfaatan Bahan Asal Ikan dalam Pakan

Pakan ikan yang umum digunakan dalam budidaya perikanan adalah pakan komersial yang memiliki harga relatif tinggi. Hal ini dapat diatasi dengan membuat alternatif lain yang efektif, yaitu dengan membuat pakan mandiri berbahan baku lokal. Beberapa bahan baku lokal yang dapat dimanfaatkan antara lain tepung ikan,

tepung bungkil kedelai, ampas tahu, dan dedak. Tepung ikan, sebagai salah satu bahan baku lokal, memiliki kandungan protein sebesar 65,6%, lemak 4,8%, BETN 14,2%, serat kasar 2,8%, dan kadar abu 12,6% (Amin *et al.*, 2020). Namun, dalam proses pembuatan pakan, baik yang berasal dari sumber nabati maupun hewani, bahan pakan sumber lemak biasanya mengalami pengepresan dan pengeringan, sehingga menyebabkan penurunan kandungan minyak ikan (Haetami *et al.*, 2022). Selain rendahnya kandungan asam lemak esensial pada bahan pakan yang digunakan, kelemahan lain yang sering ditemukan pada pakan buatan adalah penurunan kualitas lemak akibat proses pengolahan dan lamanya masa penyimpanan.

Limbah hasil pengolahan produk perikanan yang terdiri dari kulit, sisik, tulang, kepala, sirip, hingga jeroan mengandung komponen penting seperti air, lemak, protein, dan kadar abu yang relatif rendah. Kandungan tersebut sangat potensial sebagai bahan baku dalam industri pakan, dengan standar mutu pakan yang mensyaratkan kadar air maksimal 20%, protein minimal 50%, lemak minimal 10%, dan kadar abu maksimal 5%. Pemanfaatan limbah perikanan sebagai pakan ikan menghasilkan berbagai manfaat, di antaranya kebersihan lingkungan yang meningkat, ekonomi masyarakat pesisir yang menguat, serta dapat mengurangi ketergantungan pada pakan komersial yang berbiaya tinggi (Sahar *et al.*, 2024). Namun, perlu diperhatikan bahwa sumber asam lemak esensial umumnya berasal dari minyak hewani seperti minyak ikan dan *beef tallow*, serta minyak nabati seperti minyak jagung, yang penggunaannya dalam pakan komersial sering dibatasi karena mudah mengalami kerusakan selama penyimpanan. Sebagaimana dikemukakan oleh Febrantama *et al.* (2020) bahwa kualitas pakan ikan dapat menurun apabila kandungan asam lemak tak jenuh yang terlalu tinggi.

Pemanfaatan Omega-3 dalam Pakan

Asam lemak omega-3 termasuk ke dalam kelompok asam lemak rantai panjang atau *polyunsaturated fatty acids* (PUFAs) yang memiliki efektivitas dalam penurunan kadar trigliserida dan kolesterol dalam sirkulasi darah. Selain itu, omega-3 berperan penting dalam

perkembangan otak, miokardium, dan retina. Lebih jauh, asam lemak ini juga merupakan komponen esensial yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan jaringan tubuh. Kandungan omega-3 yang tinggi dapat meningkatkan kualitas pakan melalui proses *enrichment feed*, sehingga menghasilkan pakan alternatif yang berfungsi sebagai bahan pangan fungsional. Namun, kadar asam lemak tak jenuh yang terlalu tinggi dapat merusak pakan ikan karena mudah teroksidasi saat terpapar oksigen, yang menyebabkan pakan menjadi tengik dan menurunkan daya simpan. Proses oksidasi ini dipercepat oleh paparan oksigen udara dan sinar ultraviolet (UV) dengan panjang gelombang pendek dan energi tinggi, yang dapat memutus ikatan rangkap asam lemak sehingga membentuk radikal bebas (Febrantama *et al.*, 2020). Oleh karena itu, pengaturan kadar omega-3 dalam pakan ikan perlu dilakukan agar kandungan tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa mengorbankan kualitas pakan.

Limbah Perikanan: Fase Pasca Kematian Ikan

Limbah perikanan didefinisikan sebagai bagian-bagian ikan yang sudah tidak digunakan lagi (Sahar *et al.*, 2024). Bagian-bagian limbah tersebut, apabila masih berada dalam fase *pre rigor* hingga *post rigor*, masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan, salah satunya sebagai pakan ikan alternatif. Menurut Wibowo *et al.* (2014), fase-fase pasca kematian ikan sangat mempengaruhi kualitas produk perikanan, dengan tahapan penurunan kesegaran meliputi *pre rigor*, *rigor mortis*, dan *post rigor*, dengan data penelitian yang menunjukkan bahwa kondisi ikan pada fase *pre rigor* dan *rigor mortis* merupakan kondisi terbaik untuk dijadikan pakan. Selain itu, penyimpanan pada suhu rendah dapat memperpanjang durasi fase-fase tersebut. Pemanfaatan bagian ikan yang tidak terpakai sebagai pakan ikan tidak hanya mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga memberikan kontribusi positif untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatan ikan karena memiliki kandungan nutrisi penting seperti asam lemak esensial, protein, mineral, hingga vitamin (Sahar *et al.*, 2024).

Kesimpulan

Limbah ikan, seperti kepala, tulang, kulit,

sirip, dan sisik, mengandung kadar omega-3 yang cukup tinggi (hingga mencapai 30%) dan pada ikan lemuru keseluruhan mencapai 38,67%. Sebagai nutrient lemak esensial lemak. Kontribusi utama dari penelitian ini bagi komunitas ilmiah adalah menguatkan pemahaman mengenai potensi biokonversi limbah perikanan menjadi sumber daya bernilai guna tinggi, sekaligus menjadi solusi inovatif terhadap tantangan ketergantungan pada pakan komersial. Secara ekonomi, pemanfaatan limbah ikan mampu menciptakan peluang usaha baru bagi masyarakat pesisir dan mendukung keberlanjutan sektor akuakultur melalui pendekatan ramah lingkungan dan berbasis sumber daya lokal.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dan memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan mencapai tujuan yang diharapkan.

Referensi

- Amin, M., Taqwa, F. H., Yulisman, Mukti, R. C., Rarassari, M. A. & Antika, R. M. 2020. Efektivitas Pemanfaatan Bahan Baku Lokal sebagai Pakan Ikan Terhadap Peningkatan Produktivitas Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp.) di Desa Sakatiga, Kecamatan Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 9(3): 222–231. DOI: <https://doi.org/10.20473/jafh.v9i3.17969>.
- Andhikawati, A., Junianto, Permana, R. & Oktavia, Y. 2021. Review: Komposisi Gizi Ikan terhadap Kesehatan Tubuh Manusia. *Marinade*, 4(2): 76–84. DOI: <http://dx.doi.org/10.31629/marinade.v4i0.2.3871>.
- Athirafitri, N., Indrasti, N. S. & Ismayana, A. 2021. Analisis Dampak Pengolahan Hasil Perikanan Menggunakan Metode *Lyfe Cycle Assesment* (LCA): Studi Literatur. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(3): 274–282. DOI:

- <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.3.274>.
- Basmal, J. 2010. Ikan Gindara (*Lepidocybium flavobrunneum*) sebagai Sumber Asam Lemak Esensial. *Squalen*, 5(3): 109–117. DOI: <https://doi.org/10.15578/SQUALEN.V5I3.54>.
- Estiasih, T. & Ahmadi. 2004. Pembuatan Trigliserida Kaya Asam Lemak ω -3 dari Minyak Hasil Samping Pengalengan Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 5(3): 116–128. DOI: <https://jtp.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/175>.
- Fajri, Y., Sukarso, A. A. & Rasmi, D. A. C. 2014. Fermentasi Ikan Kembung (*Rastrelliger* sp.) dalam Pembuatan Peda dengan Penambahan Bakteri Asam Laktat (BAL) yang Terkandung dalam Terasi Empang pada Berbagai Konsentrasi Garam. *Jurnal Biologi Tropis*, 14(2): 153–161. DOI: <https://doi.org/10.29303/jbt.v14i2.142>.
- Febrantama, Y. D., Hambali, M. I., Akbar, A. & Ningsih, N. 2020. Review: Penambahan Mikroenkapsulasi Minyak Ikan pada Pakan sebagai Inovasi *Enrichment Feed* untuk Meningkatkan Produktivitas Unggas. *E-Prosiding Seminar Nasional Ilmu Peternakan Terapan*, 1(1): 143–151. DOI: <https://doi.org/10.25047/PROC.ANIM.SC.1.2020.20>.
- Haetami, K., Junianto J, Iskandar I, Rostika R. & Abun A. 2017. Durability and Water Stability of Pellet Fish Supplementation Results pairing Coconut Oils and Hazlenut Oil. *Int J Environ Agric Biotechnol*, 2(3): 638–42. DOI: <https://doi.org/10.22161/ijeab/2.3.40>.
- Hasan, T., Yasnidar, Risaldi, M. J., Sofiana, M. S. J. & Safitri, I. 2023. Analisis Kadar Omega-3 pada Ikan Tawassang (*Naso thynnoides*) Asal Paotere Kota Makassar. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 13(1): 1–7. DOI: <http://dx.doi.org/10.33512/jpk.v13i1.17935>.
- Hasanuddin, R., Alim, N. & Karnidayanti. 2023. Pengukuran Omega-3 pada Ikan Penja (*Awaous* sp.) Asal Polewali Mandar Provinsi Sulawesi Barat. *Sasambo Journal of Pharmacy*, 4(2): 132–136. DOI: <https://doi.org/10.29303/sjp.v4i2.256>.
- Hastarini, E., Fardiaz, D., Irianto, H. E. & Budijanto, S. 2012. Karakteristik Minyak Ikan dari Limbah Pengolahan Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) dan Patin Jambal (*Pangasius djambal*). *Agritech*, 32(4): 403–410. DOI: <https://doi.org/10.22146/agritech.9584>.
- Jacoeb, A. M., Nurjanah, Hidayat, T. & Perdiansyah, R. 2020. Komposisi Kimia dan Profil Asam Lemak Ikan Layur Segar Penyimpanan Suhu Dingin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1): 147–157. DOI: <https://doi.org/10.17844/JPHPI.V23I1.31057>.
- Maulana, I. T., Sari, R. W., Partina, R. S. & Azizah, I. N. 2020. Telaah Kandungan Asam Lemak Esensial dalam Empat Jenis Minyak Ikan Konsumsi di Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 3(2): 92–101. DOI: <https://doi.org/10.29313/jiff.v3i2.5977>.
- Munib, A. & Wulandari, F. 2021. Studi Literatur: Efektivitas Model Kooperatif Tipe *Course Review Horay* dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 7(1): 160–172. DOI: <https://doi.org/10.29407/jpdn.v7i1.16154>.
- Pandiangan, M., Daniela, C., Sihombing, D. R. & Daeli, W. K. 2023. Komposisi Kandungan Asam Lemak pada Minyak Ikan Sarden (*Sardinella* sp.). *Jurnal Riset dan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian (RETIPA)*, 4(1): 1–7. <https://ejournal.ust.ac.id/index.php/retipa/article/view/3170/2548>.
- Sahar, R. A., Am, R. F., Arsyad, M. A., Umar, K., Agus, M. N. A. & Ikram. 2024. Pemanfaatan Limbah Ikan Menjadi Pakan Bernutrisi Tinggi Solusi Inovatif dalam Sektor Perikanan di Kabupaten Kepulauan Selayar. *Jurnal Ilmiah Wahana Laut Lestari*, 2(1): 1–7. DOI: <https://doi.org/10.33096/jiwall.v2i1.480>.
- Sahriawati & Daud, A. 2016. Optimasi Proses Ekstraksi Minyak Ikan Metode Soxhletasi dengan Variasi Jenis Pelarut dan Suhu Berbeda. *Jurnal Galung Tropika*, 5(3): 164–170. DOI: <https://doi.org/10.31850/jgt.v5i3.186>.

- Salamah, E., Hendarwan & Yunizal. 2004. Studi Tentang Asam Lemak Omega-3 dari Bagian-bagian Tubuh Ikan Kembang Laki-laki (*Rastrelliger kanagurta*). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 8(2): 30–37. journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/article/download/1040/902
- Salasah, R., Mappiratu & Nilawati, J. 2016. Kajian Peningkatan Asam Lemak Omega-3 EPA dan DHA pada Minyak Ikan Lele yang Diberi Pakan Minyak Kacang Kedelai. *e-Jurnal Mitra Sains*, 4(2): 1–12. DOI: <https://doi.org/10.22487/mitrasains.v4i2.167>.
- Sari, R. N., Utomo, B. S. B., Basmal, J. & Kusumawati, R. 2015. Pemurnian Minyak Ikan Hasil Samping (Pre-Cooking) Industri Pengalengan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(3): 276–286. journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/article/download/11279/8786.
- Seviyanto, K., Suharto, S. & Anggo, A. D. 2022. Karakteristik Minyak Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dari Hasil Dry Rendering dengan Suhu dan Waktu yang Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 4(1): 49–58. DOI: <https://dx.doi.org/10.14710/jitpi.2022.13236>.
- Suhendra, Sugianti, A. F., Safitri, A. & Wahyudiyanto. 2023. Potensi Pakan Mengandung Omega-3 Menggunakan Mikroalga *Aurantiochytrium* untuk Industri Perikanan yang Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1–8. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnas/article/view/19403>.
- Sukarsa, D. R. 2004. Studi Aktivitas Asam Lemak Omega-3 Ikan Laut pada Mencit sebagai Model Hewan Percobaan. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 7(1): 68–79. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/29542>.
- Suprihadi, S., Thaib, A., Nurhayati, N. & Handayani, L. 2022. Potensi Limbah Perikanan sebagai Alternatif Sumber Kalsium Alami: Sebuah Kajian. *Acta Aquatica*, 10(2): 163–171. DOI: <https://doi.org/10.29103/aa.v10i2.9755>.
- Suseno, S. H., Kamini & Listiana, D. 2020. Ekstraksi Wet Rendering Minyak Ikan Layang (*Decapterus macarellus*) dengan Suhu Rendah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3): 495–502. DOI: <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i3.32629>.
- Wibowo, I. R., Darmanto, Y. S. & Anggo, A. D. 2014. Pengaruh Cara Kematian dan Tahapan Penurunan Kesegaran Ikan terhadap Kualitas Pasta Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(3): 95–103. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpbhp/article/view/556654>