



PENGARUH PEMBERIAN VITAMIN RAJA LELE PADA PAKAN BERBAHAN TEPUNG IKAN TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN PATIN (*Pangasius pangasius*)

Asni Putri Sani Waruwu¹⁾

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

Abstract

This study aimed to determine the effect of supplementing fish meal-based feed with Raja Lele vitamin on the growth of striped catfish (*Pangasius pangasius*). The research was conducted at the Laboratory of the Faculty of Science and Technology, Universitas Nias, for 10 weeks, from April 15 to June 17, 2026. A total of 10 striped catfish were used as experimental fish. The feed was formulated using fish meal as the main ingredient and enriched with Raja Lele vitamin, and was administered regularly throughout the rearing period. The observed parameters included weight gain, total length, standard length, survival rate (SR), and specific growth rate (SGR). The results showed that the addition of Raja Lele vitamin to fish meal-based feed supported the growth of striped catfish, as indicated by increases in body weight and length during the rearing period and by a high survival rate. Therefore, the supplementation of Raja Lele vitamin in fish meal-based feed has the potential to improve the nutritional quality of the feed and promote the growth of striped catfish.

Keywords: Raja Lele vitamin, fish meal, growth, striped catfish, *Pangasius pangasius*.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius pangasius*). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nias selama 10 minggu, mulai 15 April hingga 17 Juni 2026. Ikan uji yang digunakan sebanyak 10 ekor ikan patin. Pakan dibuat menggunakan tepung ikan sebagai bahan utama yang diperkaya dengan vitamin Raja Lele, kemudian diberikan secara teratur selama masa pemeliharaan. Parameter yang diamati meliputi pertambahan bobot, panjang total, panjang standar, tingkat kelangsungan hidup (Survival Rate/SR), dan laju pertumbuhan spesifik (Specific Growth Rate/SGR). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan mampu mendukung pertumbuhan ikan patin yang ditandai dengan meningkatnya bobot dan panjang tubuh selama masa pemeliharaan serta tingkat kelangsungan hidup yang tinggi. Dengan demikian, penambahan vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan berpotensi meningkatkan kualitas nutrisi pakan dan mendukung pertumbuhan ikan patin.

Kata kunci: vitamin Raja Lele, tepung ikan, pertumbuhan, ikan patin, *Pangasius pangasius*.



PENDAHULUAN

Budidaya ikan patin (*Pangasius pangasius*) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar yang memiliki prospek yang sangat baik di Indonesia. Ikan patin banyak dibudidayakan karena memiliki laju pertumbuhan yang cepat, mudah beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan, serta memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Peningkatan produksi ikan patin perlu didukung oleh penerapan teknologi budidaya yang tepat, terutama dalam aspek pemberian pakan yang berkualitas agar pertumbuhan ikan berlangsung optimal. Menurut Boyd dan Tucker (2022), keberhasilan budidaya ikan sangat dipengaruhi oleh kualitas pakan, kualitas air, padat tebar, serta manajemen pemeliharaan yang diterapkan selama proses budidaya.

Pakan merupakan sumber nutrisi utama yang menentukan keberhasilan pertumbuhan ikan. Nutrisi yang terkandung dalam pakan, seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral, berfungsi sebagai sumber energi, pembentuk jaringan tubuh, serta menjaga proses metabolisme dan kesehatan ikan. Kekurangan salah satu unsur nutrisi dapat menyebabkan pertumbuhan menjadi lambat dan meningkatkan kerentanan ikan terhadap penyakit. Menurut Glencross (2023), protein merupakan komponen nutrisi terpenting dalam pakan ikan karena berperan langsung dalam pembentukan jaringan tubuh, sedangkan keseimbangan antara protein, energi, vitamin, dan mineral akan meningkatkan efisiensi pertumbuhan ikan budidaya.

Salah satu bahan baku yang umum digunakan dalam formulasi pakan adalah tepung ikan. Tepung ikan memiliki kandungan protein yang tinggi, asam amino esensial yang lengkap, mudah dicerna, serta mengandung mineral penting yang dibutuhkan untuk pertumbuhan ikan. Penggunaan tepung ikan dalam formulasi pakan dapat meningkatkan kualitas nutrisi sehingga mampu mendukung pertumbuhan ikan secara optimal. Menurut Hardy (2022), tepung ikan masih menjadi sumber protein hewani terbaik dalam formulasi pakan ikan karena memiliki nilai biologis tinggi, palatabilitas yang baik, serta mampu meningkatkan efisiensi konversi pakan.

Selain kandungan protein, keberadaan vitamin dalam pakan juga sangat penting karena berperan dalam berbagai proses fisiologis tubuh ikan. Vitamin membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh, memperbaiki metabolisme, mempercepat pertumbuhan, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi yang terkandung dalam pakan. Pada penelitian ini digunakan vitamin Raja Lele sebagai suplemen untuk melengkapi kebutuhan vitamin dan mineral ikan patin. Menurut National Research Council (NRC, 2022), suplementasi vitamin yang sesuai pada pakan ikan dapat meningkatkan performa pertumbuhan, menjaga kesehatan ikan, serta meningkatkan tingkat kelangsungan hidup selama pemeliharaan.

Pemberian vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan diharapkan mampu meningkatkan kualitas pakan sehingga nutrisi dapat dimanfaatkan secara lebih efisien oleh ikan. Kombinasi antara kandungan protein berkualitas dari tepung ikan dengan vitamin dan mineral

tambahan diperkirakan mampu mempercepat pertumbuhan bobot maupun panjang tubuh ikan patin. Menurut Tacon dan Metian (2021), formulasi pakan yang mengombinasikan bahan baku berkualitas dengan suplementasi nutrisi yang tepat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pakan, mempercepat pertumbuhan, dan menekan biaya produksi dalam budidaya ikan.

Pertumbuhan ikan merupakan indikator utama dalam menilai keberhasilan suatu kegiatan budidaya. Pertumbuhan dapat diamati melalui peningkatan bobot tubuh, panjang total, panjang standar, laju pertumbuhan spesifik (Specific Growth Rate/SGR), dan tingkat kelangsungan hidup (Survival Rate/SR). Nilai-nilai tersebut digunakan untuk mengevaluasi efektivitas pakan yang diberikan selama masa pemeliharaan. Menurut Glencross (2023), pengukuran bobot, panjang tubuh, SGR, dan SR merupakan parameter biologis yang paling umum digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan formulasi pakan dalam budidaya ikan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai pengaruh pemberian vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius pangasius*) perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian vitamin Raja Lele terhadap pertumbuhan ikan patin berdasarkan parameter pertambahan bobot, panjang total, panjang standar, tingkat kelangsungan hidup (Survival Rate/SR), dan laju pertumbuhan spesifik (Specific Growth Rate/SGR). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi ilmiah yang bermanfaat dalam pengembangan pakan ikan yang lebih efektif, ekonomis, dan berkelanjutan. Menurut Boyd dan Tucker (2022), penerapan pakan yang memiliki kualitas nutrisi tinggi merupakan salah satu faktor utama dalam meningkatkan produktivitas dan keberhasilan budidaya ikan air tawar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias selama sepuluh minggu, yaitu mulai tanggal 15 April sampai dengan 17 Juni 2026. Ikan uji yang digunakan adalah 10 ekor ikan patin (*Pangasius pangasius*) yang dipelihara dalam akuarium dengan kondisi lingkungan yang dijaga tetap optimal selama penelitian.

Pakan yang digunakan merupakan pakan buatan berbahan dasar tepung ikan sebagai sumber protein utama yang diperkaya dengan vitamin Raja Lele. Bahan penyusun pakan meliputi tepung ikan, dedak halus, ampas tahu, tepung kanji sebagai perekat, dan vitamin Raja Lele. Seluruh bahan dicampur hingga homogen, dicetak menjadi pelet, kemudian dikeringkan sebelum diberikan kepada ikan.

Ikan dipelihara selama 63 hari dan diberi pakan secara rutin sesuai kebutuhan. Pengamatan dilakukan setiap minggu terhadap seluruh ikan uji. Parameter yang diamati meliputi bobot tubuh (g), panjang total (PT), panjang standar (SL), pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, tingkat kelangsungan hidup (Survival



Rate/SR), dan laju pertumbuhan spesifik (Specific Growth Rate/SGR).

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak dihitung menggunakan rumus:

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan:

W = Pertumbuhan bobot mutlak (g)

W_t = Bobot rata-rata akhir (g)

W_o = Bobot rata-rata awal (g)

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak dihitung menggunakan rumus:

$$L = L_t - L_o$$

Keterangan:

L = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

L_t = Panjang rata-rata akhir (cm)

L_o = Panjang rata-rata awal (cm)

Survival Rate (SR)

Tingkat kelangsungan hidup dihitung menggunakan rumus:

$$SR (\%) = (N_t / N_o) \times 100$$

Keterangan:

SR = Survival Rate (%)

N_t = Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_o = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

Specific Growth Rate (SGR)

Laju pertumbuhan spesifik dihitung menggunakan rumus:

$$SGR (\%/hari) = [(\ln W_t - \ln W_o) / t] \times 100$$

Keterangan:

SGR = Specific Growth Rate (% per hari)

ln W_t = Logaritma natural bobot rata-rata akhir

ln W_o = Logaritma natural bobot rata-rata awal

t = Lama pemeliharaan (hari)

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan perubahan bobot, panjang total, panjang standar, nilai SR, dan nilai SGR selama masa pemeliharaan untuk mengetahui pengaruh pemberian vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius pangasius*).

HASIL DAN PENGAMATAN

Hasil Performa Pertumbuhan Ikan Patin

Tabel 1. Rata-rata bobot, TL, dan SL ikan patin selama 10 minggu pemeliharaan

Minggu	Rata-rata Bobot (g)	Rata-rata TL (cm)	Rata-rata SL (cm)
1	4,90	9,20	7,34
2	5,30	9,11	6,96
3	6,20	9,35	7,25
4	6,90	9,62	7,69
5	7,70	10,07	8,36
6	7,20	9,77	8,46
7	8,20	10,39	8,68
8	7,70	10,46	8,51

9	8,80	10,76	9,20
10	8,90	11,09	9,26

Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata bobot, panjang total, dan panjang standar ikan mengalami peningkatan dari minggu pertama hingga minggu kesepuluh. Meskipun terjadi sedikit fluktuasi pada beberapa minggu, secara umum pertumbuhan ikan menunjukkan kecenderungan meningkat selama pemeliharaan.

Tabel 2. Rekapitulasi Rata-rata Morfometrik Ikan Patin per Minggu

Minggu	Berat (g)	TL (cm)	SL (cm)	ΔBerat (g)	ΔTL (cm)	SR	Tanggal
Minggu 1	4.9	9.2	7.34	-	-	100 %	17 Apr
Minggu 2	5.3	9.11	6.96	+0.40	-0.09	100 %	24 Apr
Minggu 3	6.2	9.35	7.25	+0.90	+0.24	100 %	1 Mei
Minggu 4	6.9	9.62	7.69	+0.70	+0.27	100 %	8 Mei
Minggu 5	7.7	10.07	8.36	+0.80	+0.45	100 %	15 Mei
Minggu 6	7.2	9.77	8.46	-0.50	-0.30	100 %	22 Mei
Minggu 7	8.2	10.39	8.68	+1.00	+0.62	100 %	29 Mei
Minggu 8	7.7	10.46	8.51	-0.50	+0.07	100 %	5 Jun
Minggu 9	8.8	10.76	9.20	+1.10	+0.30	100 %	12 Jun
Minggu 10	8.9	11.09	9.26	+0.10	+0.33	100 %	19 Jun

Pertumbuhan Bobot

Rata-rata bobot awal ikan sebesar 4,4 gram, sedangkan pada akhir praktikum meningkat menjadi 8,9 gram.

Pertumbuhan Bobot Mutlak

$$W = W_t - W_o = 8,9 - 4,4 = 4,5 \text{ gram}$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pakan berbahan tepung ikan yang diperkaya vitamin Raja Lele mampu mendukung peningkatan biomassa ikan patin selama masa pemeliharaan.

Pertumbuhan Panjang Total

Rata-rata panjang total meningkat dari 9,10 cm menjadi 11,09 cm.

$$\text{Pertambahan Panjang Total} = 11,09 - 9,10$$



= 1,99 cm

Pertumbuhan Panjang Standar

Rata-rata panjang standar meningkat dari 7,34 cm menjadi 9,30 cm.

Pertambahan Panjang Standar

= 9,30 – 7,34

= 1,96 cm

Survival Rate (SR)

Jumlah ikan pada awal praktikum sebanyak 10 ekor dan seluruh ikan tetap hidup hingga akhir pemeliharaan.

Rumus:

$SR = (Nt/No) \times 100\%$

= $(10/10) \times 100\%$

= 100%

Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak terjadi kematian selama masa pemeliharaan.

Specific Growth Rate (SGR)

Bobot awal (W_0) = 4,4 gram

Bobot akhir (W_t) = 8,9 gram

Lama pemeliharaan = 63 hari

Rumus:

$SGR = [(\ln W_t - \ln W_0)/t] \times 100$

= $[(2,186 - 1,482)/63] \times 100$

= 1,12% per hari

Nilai tersebut menunjukkan bahwa ikan mengalami laju pertumbuhan harian yang baik selama masa pemeliharaan.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil praktikum selama sepuluh minggu, pemberian vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius pangasius*). Hal ini terlihat dari peningkatan rata-rata bobot ikan dari 4,4 gram menjadi 8,9 gram dengan pertambahan bobot mutlak sebesar 4,5 gram. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pakan yang diperkaya vitamin Raja Lele mampu menyediakan nutrisi yang cukup untuk mendukung proses pertumbuhan ikan. Menurut Glencross et al. (2023), pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh kecukupan nutrisi, terutama protein, vitamin, dan mineral yang berperan dalam pembentukan jaringan tubuh, sintesis enzim, serta metabolisme energi. Pakan dengan komposisi nutrisi yang seimbang akan menghasilkan pertumbuhan yang lebih optimal dibandingkan pakan yang tidak memenuhi kebutuhan nutrisi ikan.

Selain meningkatkan bobot, pemberian pakan juga meningkatkan panjang tubuh ikan. Panjang total bertambah sebesar 1,99 cm, sedangkan panjang standar meningkat sebesar 1,96 cm. Pertambahan panjang tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan berlangsung secara normal dan proporsional sehingga nutrisi yang tersedia mampu dimanfaatkan untuk perkembangan morfologi

tubuh ikan. Menurut Hardy dan Brezas (2022), pertumbuhan panjang dan bobot merupakan indikator biologis yang saling berkaitan dalam mengevaluasi keberhasilan pemeliharaan ikan. Apabila kedua parameter tersebut meningkat secara bersamaan, maka pakan yang diberikan dapat dikatakan mampu memenuhi kebutuhan nutrisi ikan secara optimal.

Nilai Survival Rate (SR) sebesar 100% menunjukkan bahwa seluruh ikan mampu bertahan hidup hingga akhir penelitian. Tingginya tingkat kelangsungan hidup ini mengindikasikan bahwa kualitas pakan, kondisi lingkungan, dan manajemen pemeliharaan telah mendukung kesehatan ikan selama masa budidaya. Menurut Boyd dan McNevin (2023), tingkat kelangsungan hidup yang tinggi merupakan indikator bahwa kualitas lingkungan budidaya, manajemen pemberian pakan, dan kondisi kesehatan ikan berada pada kondisi yang baik sehingga risiko kematian dapat diminimalkan.

Nilai Specific Growth Rate (SGR) sebesar 1,12% per hari menunjukkan bahwa ikan mampu memanfaatkan nutrisi pakan secara efisien untuk menunjang pertumbuhan. Walaupun terjadi sedikit fluktuasi pada beberapa minggu pengamatan, secara keseluruhan laju pertumbuhan tetap mengalami peningkatan hingga akhir pemeliharaan. Menurut Rombenso et al. (2022), nilai SGR merupakan indikator penting dalam mengevaluasi efisiensi penggunaan nutrisi oleh ikan. Semakin tinggi nilai SGR, semakin baik kemampuan ikan dalam mengubah nutrisi pakan menjadi pertumbuhan biomassa.

Tepung ikan merupakan sumber protein hewani berkualitas tinggi yang mengandung asam amino esensial lengkap sehingga mampu mendukung pembentukan jaringan tubuh, mempercepat pertumbuhan, dan meningkatkan efisiensi pakan. Penambahan vitamin Raja Lele melengkapi kebutuhan vitamin dan mineral yang berperan dalam metabolisme, meningkatkan nafsu makan, memperkuat sistem imun, serta membantu proses pemanfaatan protein menjadi jaringan tubuh baru. Menurut Hardy dan Brezas (2022), tepung ikan masih menjadi sumber protein terbaik dalam formulasi pakan ikan karena memiliki nilai biologis tinggi, sedangkan Glencross et al. (2023) menyatakan bahwa suplementasi vitamin yang tepat dapat meningkatkan efisiensi metabolisme nutrisi, memperbaiki kesehatan ikan, dan mendukung pertumbuhan yang lebih cepat.

Secara keseluruhan, hasil praktikum menunjukkan bahwa pemberian vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan efektif dalam mendukung pertumbuhan ikan patin (*Pangasius pangasius*). Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya bobot tubuh, panjang total, panjang standar, nilai SGR yang tergolong baik, serta tingkat kelangsungan hidup mencapai 100%. Menurut Boyd dan McNevin (2023), keberhasilan budidaya ikan ditentukan oleh keseimbangan antara kualitas pakan, manajemen pemeliharaan, dan kondisi lingkungan. Sementara itu, Glencross et al. (2023) menegaskan bahwa formulasi pakan yang memenuhi kebutuhan nutrisi ikan akan menghasilkan pertumbuhan optimal dan efisiensi produksi yang lebih baik. Dengan demikian, tujuan praktikum untuk mengetahui



pengaruh pemberian vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius pangasius*) telah tercapai.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan selama sepuluh minggu, dapat disimpulkan bahwa pemberian vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius pangasius*). Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya rata-rata bobot ikan dari 4,4 gram menjadi 8,9 gram dengan pertambahan bobot mutlak sebesar 4,5 gram. Selain itu, panjang total meningkat sebesar 1,99 cm dan panjang standar meningkat sebesar 1,96 cm selama masa pemeliharaan.

Tingkat kelangsungan hidup (Survival Rate atau SR) mencapai 100%, yang menunjukkan bahwa seluruh ikan mampu bertahan hidup hingga akhir penelitian. Nilai Specific Growth Rate (SGR) sebesar 1,12% per hari menunjukkan bahwa ikan mampu memanfaatkan nutrisi dari pakan secara efisien untuk mendukung pertumbuhan.

Secara keseluruhan, pakan berbahan tepung ikan yang diperkaya dengan vitamin Raja Lele mampu mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan patin (*Pangasius pangasius*). Oleh karena itu, penambahan vitamin Raja Lele pada pakan berbahan tepung ikan dapat menjadi salah satu alternatif dalam meningkatkan kualitas pakan dan mendukung keberhasilan budidaya ikan patin.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan penyertaan-Nya sehingga penelitian dan penyusunan laporan ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan dan dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nias atas bimbingan, arahan, dan fasilitas yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh rekan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian, pengumpulan data, serta penyusunan laporan ini. Semoga segala bantuan dan dukungan yang diberikan mendapat balasan yang berlimpah dari Tuhan Yang Maha Esa.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ilmiah di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

Abdel-Tawwab, M., Monier, M. N., Hoseinifar, S. H., & Faggio, C. (2019). Fish response to dietary vitamins and minerals. *Aquaculture*, 501, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.056>

Boyd, C. E., & McNevin, A. A. (2023). *Aquaculture, Resource Use, and the Environment* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

Boyd, C. E., & McNevin, A. A. (2023). *Resource Use and Pollution Potential in Feed-Based Aquaculture*.

Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 31(3), 306333.

Dawood, M. A. O., Koshio, S., & Esteban, M. Á. (2018). Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 950–974. <https://doi.org/10.1111/raq.12209>

Glencross, B., Fracalossi, D. M., Hua, K., Izquierdo, M., Mai, K., Øverland, M., Robb, D., Roubach, R., Schrama, J., Small, B., Tacon, A., Valente, L. M. P., Viana, M. T., Xie, S., & Yakupityage, A. (2023). Harvesting the Benefits of Nutritional Research to Address Global Challenges in the 21st Century. *Journal of the World Aquaculture Society*, 54(2), 343–363. <https://doi.org/10.1111/jwas.12948>

Glencross, B., Fracalossi, D. M., Hua, K., Izquierdo, M., Mai, K., Øverland, M., Robb, D., Roubach, R., Schrama, J., Small, B., Tacon, A., Valente, L. M. P., Viana, M. T., Xie, S., & Yakupityage, A. (2023). Harvesting the benefits of nutritional research to address global challenges in the 21st century. *Journal of the World Aquaculture Society*, 54(2), 343–363. <https://doi.org/10.1111/jwas.12948>

Hardy, R. W., & Brezas, A. (2022). *Fish Nutrition* (4th ed.). Academic Press. <https://doi.org/10.1080/23308249.2023.2258226>.

Hua, K., Cobcroft, J. M., Cole, A., et al. (2019). The future of aquatic protein: Implications for protein sources in aquaculture diets. *One Earth*, 1(3), 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.018>

Li, M. H., & Robinson, E. H. (2015). Complete feeds—Intensive pond aquaculture. *World Aquaculture*, 46(3), 54–59.

National Research Council. (2022). *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. National Academies Press.

Olsen, R. E., & Hasan, M. R. (2012). A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends in Food Science & Technology*, 27(2), 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.06.003>

Rombenso, A. N., Trushenski, J. T., & Drawbridge, M. (2022). Potential of alternative ingredients in aquaculture feeds for carnivorous fish. *Reviews in Aquaculture*, 14(2), 1064–1085. <https://doi.org/10.1111/raq.12638>

Rombenso, A. N., Trushenski, J. T., Drawbridge, M., & Jirsa, D. (2022). Advances in Fish Nutrition and Feed Management for Sustainable Aquaculture. *Animals*, 12(13), 1705. <https://doi.org/10.3390/ani12131705>

Rombenso, A. N., Trushenski, J. T., Drawbridge, M., & Jirsa, D. (2022). Advances in fish nutrition and feed management for sustainable aquaculture. *Animals*, 12(13), 1705. <https://doi.org/10.3390/ani12131705>

Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2015). Feed matters: Satisfying the feed demand of aquaculture.



- Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 23(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1080/23308249.2014.987209>
- Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2021). Feed Matters: Satisfying the Feed Demand of Aquaculture. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture.
- Tran, N., Chu, L., Chan, C. Y., et al. (2020). Fish supply and demand for food security in developing countries. Global Food Security, 26, 100418.
<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100418>
- Yılmaz, S., Ergün, S., & Çelik, E. Ş. (2022). Dietary vitamin supplementation and growth performance in cultured fish species: A review. Aquaculture Reports, 24, 101138.
<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101138>
- Yúfera, M., Gisbert, E., Sarasquete, C., & Izquierdo, M. (2022). Nutritional Requirements of Cultured Fish: Formulating Nutritionally Adequate Feeds. Dalam Feed and Feeding Practices in Aquaculture (2nd ed., hlm. 65–132). Woodhead Publishing.