JIP Jurnal Ilmu Perikanan

"Evaluasi Keterkaitan Protein, Kadar Lemak dan Kadar Abu pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan di Danau Limboto"

" Evaluation of the Correlation Between Protein, Fat Content, and Ash Content in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Cultivated in Lake Limboto "

Received: 13 Mei 2026, Revised: 02 Juni 2026,Accepted: 20 Juni 2026
DOI: doi.org/10.31314/jip.1.1.12-16.2026

Sri Gita Tamai[a*]

[a]*Program Studi Akuakultur, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kandungan nutrisi ikan nila (Oreochromis niloticus) yang dibudidayakan di Danau Limboto, khususnya untuk mengetahui keterkaitan antara kadar protein, lemak, dan kadar abu. Sampel ikan nila yang digunakan dalam penelitian ini dianalisis untuk kadar protein kasar, lemak, dan kadar abu dengan menggunakan metode Kjeldahl, Soxhlet, dan pengabuan kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar protein rata-rata ikan nila adalah 18,76%, kadar lemak 3,14%, dan kadar abu 1,47%. Uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa kadar protein berhubungan negatif signifikan dengan kadar lemak (r = -0,398, p < 0,001) dan positif signifikan dengan kadar abu (r = 0,272, p = 0,006). Namun, tidak ditemukan hubungan signifikan antara kadar lemak dan kadar abu (r = -0,140, p = 0,164). Temuan ini menunjukkan bahwa ikan nila yang dibudidayakan di Danau Limboto didominasi oleh kandungan protein yang tinggi, sementara kadar lemak dan abu lebih rendah, dengan hubungan yang signifikan antara protein dan kedua parameter lainnya. Penelitian ini memberikan gambaran penting tentang kualitas gizi ikan nila hasil budidaya dan implikasi faktor lingkungan terhadap kandungan nutrisi ikan.

Kata Kunci : danau limboto; ikan nila; kadar abu; lemak; protein

Abstract

This study aims to evaluate the nutritional content of Nile tilapia (Oreochromis niloticus) cultivated in Lake Limboto, specifically to examine the correlation between protein, fat, and ash content. The Nile tilapia samples used in this study were analyzed for crude protein, fat, and ash content using the Kjeldahl method, Soxhlet method, and dry ashing method. The results showed that the average protein content of the tilapia was 18.76%, fat content was 3.14%, and ash content was 1.47%. Pearson's correlation test revealed a significant negative correlation between protein and fat content (r = -0.398, p < 0.001) and a significant positive correlation between protein and ash content (r = 0.272, p = 0.006). However, no significant correlation was found between fat and ash content (r = -0.140, p = 0.164). These findings indicate that Nile tilapia cultivated in Lake Limboto is dominated by high protein content, while fat and ash levels are lower, with significant correlations between protein and the other two parameters. This study provides valuable insight into the nutritional quality of farmed Nile tilapia and the implications of environmental factors on the fish's nutritional content.

Keywords: ash content; fat; lake limboto; nile tilapia; protein

1. Pendahuluan

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar yang memiliki peran penting dalam ketahanan pangan dan pemenuhan protein hewani bagi masyarakat (Tusaban and Piu 2026). Kandungan protein dalam daging ikan nila menjadikannya sumber nutrisi yang bernilai tinggi untuk kebutuhan pertumbuhan dan perbaikan jaringan tubuh manusia, serta asam lemak esensial yang bermanfaat bagi kesehatan jantung dan fungsi metabolisme lainnya (Birie et al. 2024). Selain itu, lemak dan mineral (termasuk abu sebagai indikasi total mineral) juga merupakan parameter penting yang mencerminkan kualitas gizi ikan sebagai sumber pangan bagi konsumen (Monwar et al. 2024). Kandungan nutrisinya berkisar pada protein sekitar 16–24% dan variasi lemak yang dipengaruhi oleh diet dan kondisi budidaya ikan tersebut (Meal et al. 2021).

* *Korespondensi: Program Studi Akuakultur, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo.*
e-mail: gitatamai992@gmail.com

Dalam konteks budidaya, kualitas nutrisi ikan tidak berdiri sendiri, melainkan dipengaruhi oleh interaksi antara faktor pakan, fisiologi ikan, dan kondisi ekosistem tempat pemeliharaan (Birie et al. 2024). Hal ini relevan untuk Danau Limboto, karena danau ini telah lama dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan, termasuk budidaya ikan nila dalam keramba jaring apung, dan usaha tersebut dilaporkan layak secara ekonomi untuk dijalankan. Namun, pada saat yang sama, Danau Limboto juga menghadapi tekanan ekologis yang serius (Koniyo et al. 2017). Berbagai penelitian menggambarkan danau Limboto mengalami sedimentasi atau pendangkalan, eutrofikasi, dan penurunan kualitas perairan. Kajian kualitas air menunjukkan bahwa beberapa parameter penting, seperti nitrat, fosfat, dan hidrogen sulfida, telah melampaui baku mutu, sementara penelitian lain menegaskan bahwa masukan nutrien dari kegiatan perikanan, pertanian, perkebunan, dan aktivitas rumah tangga telah mengubah struktur ekologis dan menurunkan kualitas fisik-kimia perairan Danau Limboto (Lahay and Koem 2022).

Tantangan tersebut menjadi penting karena produktivitas budidaya ikan nila tidak hanya ditentukan oleh pertumbuhan biomassa, tetapi juga oleh kualitas nutrisi daging ikan yang dihasilkan. Dari sisi nutrisi budidaya, penelitian terbaru menunjukkan bahwa kadar protein dan lipid pakan yang berbeda dapat memengaruhi pertumbuhan, efisiensi pemanfaatan protein, dan respons fisiologis ikan nila (Paul et al. 2022). Ini berarti bahwa variasi kandungan protein dan lemak tubuh ikan budidaya sangat mungkin berkaitan dengan cara ikan memanfaatkan nutrien dalam lingkungan budidayanya (Hamed et al. 2024). Di sisi lain, kadar abu sebagai representasi fraksi mineral juga dapat berubah mengikuti kualitas pakan, kondisi perairan, dan proses metabolik ikan. Dengan demikian, pengkajian hubungan antara protein, lemak, dan kadar abu menjadi penting, karena dapat membantu menjelaskan apakah mutu nutrisi ikan nila di Danau Limboto terbentuk secara saling berkaitan atau justru dipengaruhi oleh faktor yang berbeda-beda (Niagara et al. 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Apakah terdapat korelasi yang signifikan antara kadar protein dan lemak, protein dan abu, serta lemak dan abu pada daging ikan nila yang dibudidayakan di Danau Limboto? Penelitian ini bertujuan untuk menilai korelasi antarparameter nutrisi, yaitu protein, lemak, dan kadar abu, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai mutu gizi ikan nila hasil budidaya di Danau Limboto.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Oktober 2025 di Danau Limboto untuk sampel ikan nila hasil budidaya. Laboratorium balai pengujian, penerapan mutu dan diversifikasi produk perikanan Provinsi Gorontalo untuk pengujian protein, lemak dan kadar abu.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan utama: Sampel ikan nila, H_2SO_4, NaOH 40%, H_3BO_3 (asam borat) 4%, HCl 0,1 N, Indikator campuran (metil merah dan bromokresol hijau), Heksana, Aquadest (air suling), dan Kertas saring Whatman.

Alat: Timbangan analitik (akurasi 0,001 g), Oven pengering, Tanur (muffle furnace), Alat Soxhlet, Alat Kjeldahl lengkap (digester, distilator, buret titrasi), Cawan porselen, Erlenmeyer, beaker glass, dan gelas ukur, Pipet ukur dan mikropipet, Lemari asam, Desikator, Pisau dan talenan.

2.3 Prosedur Penelitian

a. Persiapan Sampel

Sampel ikan yang telah diperoleh segera dibersihkan menggunakan air bersih mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan tubuh. Selanjutnya ikan dibedah, dipisahkan bagian kepala, isi perut, kulit, dan tulangnya, kemudian diambil bagian dagingnya. Daging ikan yang telah dipisahkan dipotong kecil-kecil agar memudahkan proses homogenisasi.

b. Analisis Nutrisi

Analisis nutrisi yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi kadar protein kasar, kadar lemak, dan kadar abu. Penentuan kadar protein kasar dilakukan dengan metode Kjeldahl. Kadar lemak dianalisis dengan metode Soxhlet. Sementara itu, kadar abu ditentukan dengan metode pengabuan kering.



Gambar 1. Pengamatan Protein,Kadar Lemak dan Kadar Abu

2.4 Analisis Data

Data hasil analisis kandungan protein, lemak, dan kadar abu dianalisis secara statistik menggunakan analisis deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik setiap parameter nutrisi dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi (mean ± SD). Tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai sebaran kandungan nutrisi ikan nila hasil budidaya di Danau Limboto. Rumus rata-rata (Whitley and Ball 2002) digunakan untuk mengetahui nilai tengah dari kandungan protein, lemak, dan kadar abu.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Keterangan:

$\bar{X}$: $nilai\ rata - rata$

$\sum X_i$: nilai pengamatan ke-i

n: Jumlah

Untuk mengetahui hubungan antarparameter nutrisi, dilakukan uji korelasi antara kadar protein dengan lemak, protein dengan kadar abu, serta lemak dengan kadar abu dengan menggunakan uji korelasi Pearson. Seluruh pengujian statistik dilakukan pada tingkat signifikansi 95% dengan batas keputusan $p < 0,05$. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik SPSS yang mendukung analisis korelasi (Hasan et al. 2023). Uji korelasi Pearson (Bewick et al. 2003) digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua parameter nutrisi, yaitu protein, lemak, dan kadar abu.

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Keterangan:

r: Koefisien korelasi Pearson

n: Jumlah sampel

X: Nilai dari variabel pertama

Y: Nilai dari variabel kedua

$\sum X$: Jumlah seluruh nilai variabel X

$\sum Y$: Jumlah seluruh nilai variabel Y

$\sum XY$: Jumlah hasil perkalian antara nilai X dan Y

$\sum X^2$: Jumlah kuadrat dari seluruh nilai X

$\sum Y^2$: Jumlah kuadrat dari seluruh nilai Y

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kandungan Protein, Lemak dan Kadar Abu Ikan Nila

Dalam penelitian ini, parameter yang diamati meliputi kadar protein, kadar lemak, dan kadar abu pada ikan nila yang dibudidayakan di Danau Limboto. Ketiga parameter tersebut dipilih karena dapat menggambarkan komposisi nutrisi utama daging ikan serta memberikan informasi mengenai mutu gizi hasil budidaya (Al and Korish 2024). Kadar protein diamati untuk menunjukkan nilai nutrisi ikan sebagai sumber protein hewani, kadar lemak diamati untuk menilai cadangan energi dan kualitas komponen lipid, sedangkan kadar abu diamati sebagai indikator kandungan mineral total dalam jaringan ikan (Rukshana et al. 2023). Dengan demikian, pengamatan terhadap ketiga parameter ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai karakteristik nutrisi ikan nila hasil budidaya. Hasil pengamatan protein, lemak dan kadar abu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Protein, Lemak dan Kadar Abu

Parameter	Rata-Rata (%)
Protein	18,76
Lemak	3,14
Abu	1,47

Berdasarkan hasil pengamatan protein, lemak dan kadar abu yang disajikan pada Tabel 1, diperoleh nilai rata-rata kadar protein sebesar 18,76, kadar lemak sebesar 3,14, dan kadar abu sebesar 1,47. Temuan ini menunjukkan bahwa komponen proksimat ikan nila yang dibudidayakan di Danau Limboto didominasi oleh fraksi protein, sedangkan fraksi lemak dan mineral total yang direpresentasikan oleh kadar abu berada pada proporsi yang lebih rendah. Tingginya kadar protein mengindikasikan bahwa ikan nila memiliki mutu gizi yang baik sebagai sumber protein hewani, mengingat protein merupakan komponen utama yang berperan dalam pembentukan dan pemeliharaan jaringan tubuh (Birie et al. 2024). Sementara itu, kadar lemak yang relatif lebih rendah dibandingkan kadar protein menunjukkan bahwa akumulasi lipid dalam jaringan ikan berada pada tingkat yang masih wajar, sehingga mencerminkan keseimbangan komposisi nutrien dalam daging ikan (Islam et al. 2021). Adapun kadar abu menggambarkan kandungan mineral total yang terdapat dalam jaringan, sehingga nilai yang diperoleh menunjukkan keberadaan unsur mineral dalam jumlah yang lebih kecil dibandingkan komponen organik utama (Rukshana et al. 2023). Secara keseluruhan, hasil ini memberikan gambaran bahwa profil nutrisi ikan nila pada lokasi penelitian lebih didominasi oleh kandungan protein, dengan kontribusi lemak dan mineral yang lebih rendah, serta dapat dijadikan dasar awal untuk menilai kualitas nutrisi ikan dan menganalisis keterkaitan antarparameter yang diamati. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan (Hussain et al. 2024) yang menekankan peran faktor lingkungan dalam menentukan kadar protein, dan yang menyoroti pentingnya komposisi pakan dalam variasi kandungan proksimat.

3.2 Hubungan Antar Nutrisi

Untuk mengetahui hubungan antarparameter nutrisi, dilakukan uji korelasi Pearson antara kadar protein dengan lemak, protein dengan kadar abu, serta lemak dengan kadar abu. Seluruh pengujian statistik dilakukan pada tingkat signifikansi 95 persen dengan batas keputusan $p < 0,05$.

Tabel 2. Hasil uji korelasi Pearson antarparameter nutrisi

Pasangan variabel	Nilai r	Nilai p	Keputusan
Protein dengan lemak	-0,398	< 0,001	Signifikan
Protein dengan abu	0,272	0,006	Signifikan
Lemak dengan abu	-0,140	0,164	Tidak signifikan

Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif yang signifikan antara kadar protein dan kadar lemak dengan nilai $r = -0,398$ dan $p < 0,001$. Selain itu, terdapat hubungan positif yang signifikan antara kadar protein dan kadar abu dengan nilai $r = 0,272$ dan $p = 0,006$. Sementara itu, hubungan antara kadar lemak dan kadar abu menunjukkan nilai $r = -0,140$ dengan $p = 0,164$, sehingga tidak signifikan secara statistik. Dengan demikian, pada tingkat signifikansi 95 %, kadar protein berhubungan signifikan dengan kadar lemak dan kadar abu, sedangkan kadar lemak tidak berhubungan signifikan dengan kadar abu.

3.2 Hubungan Protein dengan Lemak

Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa kadar protein memiliki hubungan negatif yang signifikan dengan kadar lemak, dengan nilai koefisien korelasi sebesar $r = -0,398$ dan nilai signifikansi $p < 0,001$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel bersifat berlawanan arah, yaitu semakin tinggi kadar protein pada ikan nila, maka kadar lemak cenderung semakin rendah. Secara statistik, hasil ini bermakna karena nilai p lebih kecil dari 0,05, sehingga hubungan yang ditemukan tidak terjadi secara kebetulan. Dari segi biologis, kondisi ini dapat mengindikasikan adanya kecenderungan perbedaan alokasi komponen nutrisi dalam jaringan ikan, di mana peningkatan fraksi protein dapat diikuti oleh penurunan fraksi lemak (Thammapat et al. 2010). Meskipun demikian, nilai korelasi yang diperoleh menunjukkan kekuatan hubungan pada tingkat rendah sampai sedang, sehingga hubungan tersebut tidak bersifat sangat kuat, tetapi tetap cukup untuk menunjukkan adanya kecenderungan yang nyata antara kedua parameter. Studi nutrisi pada tilapia juga menunjukkan bahwa peningkatan level protein pakan mengurangi akumulasi lipid tubuh (Hussain et al. 2024).

3.3 Hubungan Protein dengan Abu

Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa kadar protein memiliki hubungan positif yang signifikan dengan kadar abu, dengan nilai $r = 0,272$ dan $p = 0,006$. Nilai ini menunjukkan bahwa hubungan kedua variabel bersifat searah, artinya peningkatan kadar protein cenderung diikuti oleh peningkatan kadar abu. Karena nilai p lebih kecil dari 0,05, maka hubungan tersebut dinyatakan signifikan secara statistik. Kadar abu merupakan gambaran kandungan mineral total dalam jaringan ikan, sehingga temuan ini menunjukkan bahwa ikan dengan kandungan protein yang lebih tinggi cenderung juga memiliki kandungan mineral yang lebih tinggi (Ullah et al. 2022). Namun demikian, besarnya koefisien korelasi menunjukkan bahwa kekuatan hubungan ini relatif lemah, sehingga peningkatan protein tidak selalu diikuti oleh peningkatan kadar abu dalam derajat yang besar. Dengan demikian, hubungan yang ditemukan lebih tepat diartikan sebagai adanya kecenderungan positif yang nyata, bukan hubungan yang sangat kuat. Kandungan abu merupakan indikator mineralia tubuh seperti kalsium dan fosfor yang esensial dalam pembentukan jaringan dan fungsi metabolik (Amer et al. 2022). Peningkatan kadar protein tubuh sejalan dengan dinamika metabolisme mineral, terutama fosfor, yang berperan sebagai kofaktor dalam sintesis protein. Hal ini menegaskan keterkaitan erat antara status protein dan ketersediaan mineral dalam tubuh ikan nila (Qiao et al. 2025).

3.4 Hubungan antara Lemak dan Kadar Abu.

Hasil uji korelasi Pearson antara kadar lemak dan kadar abu menunjukkan nilai $r = -0,140$ dengan $p = 0,164$. Nilai koefisien korelasi tersebut menunjukkan arah hubungan yang negatif, tetapi kekuatannya sangat lemah. Selain itu, karena nilai p lebih besar dari 0,05, maka hubungan antara kedua variabel dinyatakan tidak signifikan secara statistik. Hal ini berarti bahwa perubahan kadar lemak pada ikan nila tidak diikuti secara konsisten oleh perubahan kadar abu, sehingga tidak dapat

dinyatakan adanya hubungan yang bermakna antara kedua parameter tersebut (Abdel-tawwab et al. 2010). Dengan kata lain, kadar lemak dan kadar abu dalam penelitian ini cenderung bervariasi secara independen, sehingga peningkatan atau penurunan salah satu parameter tidak dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan parameter lainnya secara meyakinkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, ikan nila yang dibudidayakan di Danau Limboto menunjukkan kandungan protein yang tinggi, yang mengindikasikan mutu gizi yang baik sebagai sumber protein hewani, sementara kadar lemak dan abu berada pada proporsi yang lebih rendah. Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan signifikan antara kadar protein dengan kadar lemak serta kadar protein dengan kadar abu, meskipun hubungan antara kadar lemak dan kadar abu tidak signifikan secara statistik. Temuan ini memberikan gambaran bahwa ikan nila di lokasi penelitian didominasi oleh komponen protein, sementara lemak dan mineral (yang diwakili oleh kadar abu) menunjukkan variasi yang lebih kecil, serta mempertegas pentingnya peran kadar protein dalam kualitas gizi ikan yang dibudidayakan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh staf dan teknisi Laboratorium balai pengujian, penerapan mutu dan diversifikasi produk perikanan Provinsi Gorontalo yang membantu dalam proses penelitian.

Daftar Pustaka

Abdel-tawwab, Mohsen, Mohammad H Ahmad, Yassir A E Khattab, and Adel M E Shalaby. 2010. “Effect of Dietary Protein Level , Initial Body Weight , and Their Interaction on the Growth , Feed Utilization , and Physiological Alterations of Nile Tilapia , *Oreochromis Niloticus* (L .).” *Aquaculture* 298(3–4): 267–74. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.10.027.

Al, Lafi, and Mohamed Korish. 2024. “Heliyon Proximate Composition , Fatty Acid Characteristics , Amino Acid Profile and Mineral Content of Fish Acanthurus Sohal.” *Heliyon* 10(16): e36474. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e36474.

Amer, Shimaa A., Mahmoud Farahat, Tarek Khamis, Samar A. Abdo, Elsayed M. Younis, Abdel Wahab A. Abdel-Warith, Rehab Reda, et al. 2022. “Evaluation of Spray-Dried Bovine Hemoglobin Powder as a Dietary Animal Protein Source in Nile Tilapia, *Oreochromis Niloticus*.” *Animals* 12(22). doi:10.3390/ani12223206.

Bewick, Viv, Liz Cheek, And, and Jonathan Ball. 2003. “Statistics Review 7 : Correlation and Regression.” *Available online*: 451–59. doi:10.1186/cc2401.

Birie, Solomon, Minwyelet Mingist, Mulugeta Kibret, Tadlo Yitayew, Hirut Geremew, Banchiamlak Getnet, and Dagnew Mequanent. 2024. “Heliyon Proximate Composition , Microbial Quality and Heavy Metal Concentration of Fresh Nile Tilapia Fillet in Lake Tana , Ethiopia.” *Heliyon* 10(24): e40953. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e40953.

Hamed, Sara, Seham El Kassas, Haitham G Abo, Al Ela, Safaa E Abdo, and Rasha A Al Wakeel. 2024. “Interactive Effects of Water Temperature and Dietary Protein on Nile Tilapia : Growth , Immunity , and Physiological Health.” *BMC Veterinary Research*: 1–14. doi:10.1186/s12917-024-04198-2.

Hasan, Effendi, Aminah Aminah, Haji Jamaie Haji Hamil, and Mukhrijal Mukhrijal. 2023. “The Practice of Money Politics in Village Head Elections and Its Effect on The Participation Level of Beginner Voters.” *Journal of Governance and Public Policy* 10(1): PRESS. doi:10.18196/jgpp.v10i1.15576.

Hussain, Syed Makhdoom, Aumme Adeeba Bano, Shafaqat Ali, Muhammad Rizwan, Muhammad Adrees, Ameer Fawad Zahoor, Pallab K. Sarker, et al. 2024. “Substitution of Fishmeal: Highlights of Potential Plant Protein Sources for Aquaculture Sustainability.” *Heliyon* 10(4): e26573. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e26573.

Islam, Shabiha, Shuva Bhowmik, Priyanka Rani, George Srzednicki, Matiur Rahman, and Abul Hossain. 2021. “Heliyon Nutritional pro Fi Le of Wild , Pond- , Gher - and Cage-Cultured Tilapia in Bangladesh.” *Heliyon* 7(5): e06968. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e06968.

Koniyo, Yuniarti, Alfi Sahri R Baruadi, Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan, and Kelautan Ung. 2017. “Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Ikan Nila Di Danau Limboto.” 5: 2013–18. doi:https://doi.org/10.37905/.v5i1.5267.

Lahay, Rakhmat Jaya, and Syahrizal Koem. 2022. “Spatiotemporal Mapping of Inundation Area at Lake Limboto in Gorontalo , Indonesia , Using Cloud Computing Technology.” doi:10.24425/jwld.2021.139940.

Meal, Larvae, Hien Van Doan, Dan, and Marina Paolucci. 2021. “Replacement of Fish Meal by Black Soldier Fly.” doi:https://doi.org/10.3390/ani11010193.

Monwar, Mostafa, Royhanur Islam, Sawmor Dey Nirjar, Mohammed Ashraful, and Azam Khan. 2024. “The Proximate Composition of Nappi and Its Marketing Methods in Bangladesh.” *Journal of Ethnic Foods*. doi:10.1186/s42779-024-00231-9.

Niagara, Niagara, Muhammad Agus Suprayudi, Mia Setiawati, and Ichsan Achmad Fauzi. 2025. “Evaluation of Protein and Lipid on Feed of Tilapia *Oreochromis Niloticus* Evaluasi Kebutuhan Protein Pakan Dan Lemak Pada Ikan Nila *Oreochromis Niloticus*.” 24(2): 266–73. doi:10.19027/jai.24.2.266-273.

Paul, Mritunjoy, Parimal Sardar, Narottam Prasad Sahu, Prasanta Jana, Ashutosh Dharmendra Deo, Vungurala Harikrishna, Tincy Varghese, et al. 2022. “Effect of Dietary Lipid Level on Growth Performance , Body Composition , and Physiometabolic Responses of Genetically Improved Farmed Tilapia (GIFT) Juveniles Reared in Inland Ground Saline Water.” 2022. doi:https://doi.org/10.1155/2022/5345479 Research.

Qiao, Fang, Samwel Mchele Limbu, Juncheng Yuan, Yuan Luo, Meiling Zhang, Wuying Chu, Xugan Wu, and Zhenyu Du.

2025. “Time-Dependent Dynamic Alterations of Flesh Nutrient Composition and Texture Quality in Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Fed on High-Fat Diet.” *Aquaculture Reports* 44(May): 103030. doi:10.1016/j.aqrep.2025.103030.

Rukshana, Kanij, Rajib Sharker, Dan, and Shariful Islam. 2023. “Nutritional Composition of Available Freshwater Fish Species from Homestead Ponds of Patuakhali , Bangladesh.” *Food Chemistry Advances* 3(February): 100454. doi:10.1016/j.focha.2023.100454.

Thammapat, Pornpisanu, Patcharin Raviyan, And, and Sirithon Siriamornpun. 2010. “Proximate and Fatty Acids Composition of the Muscles and Viscera of Asian Catfish (Pangasius Bocourti).” *Food Chemistry* 122(1): 223–27. doi:10.1016/j.foodchem.2010.02.065.

Tusaban, and Nur Jihan Fareranty Piu. 2026. “Evaluasi Nutrien Pakan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Berbasis Limbah Usus Ayam Dan Eceng Gondok Evaluation of Tilapia (Oreocromis Niloticus) Feed Nutrients Based on Chicken Intestine Waste and Water Hyacinth.” doi:10.33772/jsipi.v10i1.1902.

Ullah, Rahamat, Arifur Rahman, Nazmul Haque, and Rajib Sharker. 2022. “Heliyon Nutritional pro Fi Ling of Some Selected Commercially Important Freshwater and Marine Water Fi Shes of Bangladesh.” *Heliyon* 8(10): e10825. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e10825.

Whitley, Elise, and Jonathan Ball. 2002. “Statistics Review 1 : Presenting and Summarising Data.” *Available online* 6(1). doi:https://doi.org/10.1186/cc1455.