



## Innovation of fish feed based on local raw materials for fish farmers in Tambong Village, Banyuwangi Regency

Mita Ayu Liliyanti<sup>✉</sup>, Agung Fauzi Hanafi, Prabuditya Bhisma Wisnu Wardhana  
Politeknik Negeri Banyuwangi, Banyuwangi, Indonesia

<sup>✉</sup> [mitaayu@poliwangi.ac.id](mailto:mitaayu@poliwangi.ac.id)

 <https://doi.org/10.31603/ce.12762>

### Abstract

Banyuwangi Regency is a potential area for developing freshwater fish farming businesses in Indonesia. One of the fish farming groups is Santri Fish Farm, located in Tambong Village, Kabat District. This group cultivates tilapia for consumption and koi as ornamental fish. Feed is a crucial factor supporting successful cultivation, but high feed costs, reaching 30–70% of the total production cost, are a major obstacle in this endeavor. Therefore, this activity aims to enhance the self-reliance of fish farmers in utilizing local raw materials as alternative feed, such as fish meal, snail meal, and water hyacinth. The activities began with the preparation of tools and feed raw materials, training on formulation development, practical feed production, and evaluation. The response to the produced feed showed excellent results. Meanwhile, evaluation results indicated a 50% increase in participants' understanding and skills in formulating local-based feed.

**Keywords:** Local feed raw materials; Feed innovation; Tilapia

## *Inovasi pakan ikan berbasis bahan baku lokal bagi pembudidaya ikan di Desa Tambong, Kabupaten Banyuwangi*

### Abstrak

Daerah yang berpotensi untuk mengembangkan usaha budidaya ikan air tawar di Indonesia adalah Kabupaten Banyuwangi. Salah satu kelompok pembudidaya ikan adalah Santri Fish Farm, yang berlokasi di Desa Tambong, Kecamatan Kabat. Kelompok ini memelihara ikan nila untuk konsumsi dan ikan hias koi. Pakan merupakan faktor penting yang menunjang keberhasilan budidaya, namun biaya pakan yang tinggi, mencapai 30–70% dari total biaya produksi, menjadi kendala utama dalam usaha ini. Oleh karena itu, kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kemandirian pembudidaya dalam memanfaatkan bahan baku lokal sebagai pakan alternatif, seperti tepung ikan, tepung keong, dan eceng gondok. Kegiatan dimulai dengan persiapan alat dan bahan baku pakan, pelatihan penyusunan formulasi, praktik pembuatan pakan, serta evaluasi. Respon terhadap pakan yang dihasilkan menunjukkan hasil yang sangat baik. Sementara itu, hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pemahaman dan keterampilan peserta dalam pembuatan formulasi pakan berbasis bahan lokal sebesar 50%.

**Kata Kunci:** Bahan baku pakan lokal; Inovasi pakan; Ikan nila

## 1. Pendahuluan

Usaha budidaya ikan adalah sub sektor perikanan yang sangat berpengaruh terhadap produksi ikan di Indonesia. Usaha budidaya dapat dilakukan melalui pembibitan dan

Contributions to  
SDGs



### Article History

Received: 05/12/24

Revised: 12/06/25

Accepted: 15/06/25

pembesaran berbagai jenis ikan untuk tujuan konsumsi, hiburan ataupun bahan baku industri (Arsandi et al., 2022). Kebutuhan konsumsi ikan terus meningkat setiap tahun dari 43,94 kg/kapita/tahun pada tahun 2016 menjadi 56,39 kg/kapita/tahun pada tahun 2020 (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022). Peningkatan ini dipengaruhi oleh kesadaran masyarakat terhadap kebutuhan protein dalam pangan yang dikonsumsi. Daerah yang potensial untuk pengembangan budidaya ikan air tawar adalah Kabupaten Banyuwangi yang memiliki wilayah geografis beragam dari dataran tinggi, dataran rendah hingga garis pantai yang menjulur panjang, serta kaya akan sumber daya alam (Liliyanti et al., 2024).

Santri Fish Farm merupakan salah satu kelompok pembudidaya ikan (Pokdakan) di Desa Tambong, Kecamatan Kabat, Banyuwangi. Pada awalnya kelompok ini bergerak di bidang usaha budidaya ikan hias seperti ikan koi. Namun, usaha ikan hias memiliki kekurangan karena jumlah permintaan yang masih terbatas. Hal ini dikarenakan peminat ikan koi berasal dari kalangan tertentu disebabkan harganya yang cukup tinggi. Oleh karena itu, guna meningkatkan produksi dan pendapatan mitra serta mendukung potensi perikanan di Desa Tambong, kelompok Santri Fish Farm mulai mengembangkan usaha ikan konsumsi air tawar yaitu ikan nila. Ikan nila adalah jenis ikan konsumsi air tawar yang banyak diminati oleh konsumen karena memiliki gizi yang tinggi, rasa yang gurih serta dapat diperoleh dengan harga yang terjangkau oleh seluruh kalangan masyarakat (MacKinnon et al., 2023).

Guna mendukung keberhasilan usaha budidaya tersebut perlu didukung oleh berbagai aspek, baik teknis maupun non teknis. Aspek teknis yang paling berperan penting adalah ketersediaan pakan. Umumnya para pembudidaya ikan menggunakan pakan komersial untuk menunjang pertumbuhan ikan. Namun, penggunaan pakan komersial dapat mencapai 30% hingga 70% dari biaya produksi (de Verdal et al., 2018). Biaya pakan yang tinggi ini merupakan penghambat pada pembudidaya ikan yang memulai usaha dengan modal terbatas (Kleih et al., 2013; Priyansah et al., 2025).

Solusi yang dapat dilakukan adalah melalui penyediaan pakan ikan secara mandiri dengan biaya yang lebih terjangkau. Upaya tersebut dapat dilakukan melalui pembuatan pakan ikan berbasis bahan baku lokal. Bahan baku lokal utama yang dapat digunakan untuk pakan ikan antara lain tepung ikan (Macusi et al., 2023), limbah ikan (Sandjojo et al., 2013), daun eceng gondok (Rufchaei et al., 2020), dan keong mas (Bombeo-Tuburan et al., 1995). Meskipun bahan baku tersebut mudah dijumpai di lokasi mitra, namun mereka belum memiliki pengetahuan dalam proses pengolahan bahan baku menjadi pakan ikan yang berkualitas dan sesuai kebutuhan ikan. Kualitas pakan buatan dipengaruhi oleh formulasi yang tepat untuk memenuhi standar kebutuhan nutrisi bagi ikan yang dipelihara. Nutrisi merupakan hal mendasar bagi keberhasilan dan keberlanjutan usaha budidaya ikan karena dapat mempengaruhi kualitas dan produktivitas hasil budidaya (Idenyi et al., 2022). Penyusunan formulasi pakan ikan harus didukung dengan pengetahuan terkait nutrisi bahan pakan dan cara perhitungan yang sesuai. Sehingga pelatihan penyusunan formulasi pakan dan proses pembuatan pakan ikan sangat dibutuhkan oleh para pembudidaya ikan agar dapat memproduksi pakan ikan secara mandiri dengan hasil yang efektif (Ragasa et al., 2022).

## 2. Metode

---

Pelatihan penyusunan formulasi dilaksanakan pada tanggal 5 September 2024 bertempat di lokasi budidaya Santri Fish Farm di Dusun Krajan, Desa Tambong, Kecamatan Kabat, Kabupaten Banyuwangi. Mitra dalam kegiatan ini adalah Kelompok Budidaya ikan (Pokdakan) Santri Fish Farm Di Desa Tambong, Kecamatan Kabat, Kabupaten Banyuwangi. Adapun tahapan kegiatan ini adalah sebagai berikut:

### 2.1. Persiapan dan identifikasi

Persiapan pertama yang dilakukan adalah melakukan koordinasi antara tim dan mitra pengabdian. Koordinasi bertujuan untuk memastikan kebutuhan mitra dan mendiskusikan rencana kegiatan tahap berikutnya. Pada tahap ini dilakukan pula identifikasi potensi limbah yang akan digunakan sebagai bahan baku pakan alternatif.

### 2.2. Pelatihan

Pelatihan yang akan dilaksanakan pada kegiatan ini berupa pelatihan penyusunan formulasi pakan dengan metode ceramah dan diskusi. Materi yang diberikan berupa pengetahuan tentang pakan buatan, nutrisi bahan baku dan teknik perhitungan formulasi pakan. Sedangkan, proses pembuatan pakan dilakukan dengan praktik langsung.

### 2.3. Evaluasi kegiatan

Evaluasi kegiatan dilakukan dengan pembagian kuesioner kepada mitra terhadap beberapa aspek yang berkaitan dengan kegiatan. Pembagian kuesioner dilaksanakan sebelum dan sesudah kegiatan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

---

### 3.1. Pelatihan penyusunan formulasi pakan

Formulasi pakan adalah kombinasi berbagai bahan baku yang memiliki kandungan nutrisi seperti protein, lemak, karbohidrat, abu, dan serat kasar untuk mendukung pertumbuhan ikan secara optimal. Penyusunan formulasi pakan merupakan upaya yang dilakukan dalam budidaya untuk memenuhi kebutuhan nutrisi hewan peliharaan (Akintan et al., 2024; Uyeh et al., 2019). Oleh karena itu, sebelum melakukan formulasi pakan diperlukan pengetahuan terkait kebutuhan nutrisi ikan yang dipelihara dan kandungan nutrisi bahan baku yang digunakan sebagai pakan (Gambar 1). Pada kegiatan ini pemilihan bahan baku lokal dilakukan berdasarkan ketersediaan bahan baku yang tersedia dan mudah diperoleh dari lokasi mitra, serta memiliki potensi nutrisi untuk mendukung pertumbuhan ikan secara optimal. Penggunaan bahan baku lokal yang tepat dapat memenuhi kebutuhan ikan dan mengurangi biaya produksi, sehingga mendukung keberhasilan usaha budidaya yang berkelanjutan. Bahan baku utama yang digunakan sebagai sumber utama protein pada kegiatan ini adalah eceng gondok dan keong mas yang dapat diperoleh mitra dari perairan umum seperti waduk dan sungai. Sedangkan, bahan tambahan lain sebagai penunjang kualitas nutrisi pakan menggunakan tepung ikan, dedak, antraktan dan bahan perekat.

Perhitungan formulasi pakan disusun menggunakan dua metode yakni *trial and error* atau *worksheet* dan *pearson square*. Metode penyusunan formulasi pakan dengan metode *trial and error* adalah metode formulasi dengan menggunakan lembar kerja *worksheet*

(Microsoft Excel). Metode *trial and error* adalah cara penyusunan bahan baku pakan yang cukup relevan untuk kebutuhan akuakultur (Kaur et al., 2022; Risyahadi et al., 2022). Sedangkan, untuk mengantisipasi kelompok pembudidaya ikan yang tidak dapat menggunakan teknologi seperti lembar kerja *worksheet*, maka diperlukan pengenalan metode lain yang lebih sederhana seperti metode *pearson square* (Microsoft Excel). Metode *pearson square* atau sering disebut metode segi empat adalah cara formulasi bahan pakan yang dihitung secara manual. Kelemahan metode ini dibanding metode *worksheet* adalah perhitungan kebutuhan nutrisi seperti protein, lemak karbohidrat, serat kasar, dan abu tidak dapat dilakukan secara bersama-sama. Di sisi lain, pertumbuhan yang optimal pada ikan sangat didukung dengan penerapan formulasi pakan yang tepat sehingga dapat meningkatkan kualitas pakan dan efisiensi biaya produksi (Devani, 2020).



Gambar 1. Pelatihan penyusunan formulasi pakan

Kebutuhan nutrisi pakan yang disusun pada formulasi ini disesuaikan dengan standar pakan ikan nila, yakni protein minimal 25% dan lemak minimal 5% (Badan Standar Nasional, 2024). Formulasi pakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi pakan metode *worksheet*

Jenis Bahan Baku	Penggunaan Bahan Baku (%)
Tepung Eceng Gondok	30
Tepung Keong	20
Tepung Ikan	20
Dedak	20
Antraktan	3
Bahan Perekat	7
<b>Jumlah</b>	<b>100</b>

### 3.2. Praktik pembuatan pakan

Tahap awal dalam proses pembuatan pakan adalah persiapan alat dan bahan baku. Alat yang digunakan dalam pelatihan ini adalah mesin penggiling dan pencetak pakan. Bahan baku utama pakan adalah eceng gondok dan keong. Sedangkan limbah ikan diperoleh dari sisa hasil industri pengalengan ikan yang berada di Kecamatan Muncar, Kabupaten Banyuwangi. Sebelum dicampurkan sebagai bahan pakan pelet, bahan baku tersebut diolah terlebih dahulu melalui proses pengeringan dan penggilingan. Proses

pengeringan dilakukan menggunakan sinar matahari, hingga bahan baku dapat diremahkan. Penggilingan pada mesin pakan bertujuan untuk menghancurkan bahan baku yang berukuran besar menjadi partikel yang lebih kecil. Proses penggilingan bertujuan untuk menghasilkan tekstur yang lebih halus pada bahan pakan dan meningkatkan daya tarik bagi hewan peliharaan (Noywuli, 2024).

Setelah siap, pembuatan pakan dimulai dari persiapan bahan baku yang telah dihaluskan dalam bentuk tepung (Hlaváč et al., 2014). Bahan tepung yang digunakan antara lain tepung keong, tepung eceng gondok, dan tepung ikan. Bahan-bahan tersebut adalah sumber protein pada pakan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Penggunaan bahan baku lokal sebagai sumber protein yang berasal dari tumbuhan atau hewan, berkisar antara 10 hingga 80% dapat menghasilkan efek positif pada kesehatan, kinerja pertumbuhan, dan kualitas fillet ikan (Serra et al., 2024). Sedangkan, sumber karbohidrat yang digunakan pada formulasi adalah tepung dedak. Tepung dedak merupakan bahan tambahan yang dapat digunakan dalam formulasi pakan ikan (Ayres et al., 2022). Pada pembuatan pakan ini juga membutuhkan bahan tambahan berupa bahan perekat dan bahan antraktan untuk meningkatkan palatabilitas ikan terhadap pakan yang diberikan (Hafeez et al., 2024; Walsh et al., 2021).

Proses pembuatan pakan melibatkan serangkaian proses yang dirancang untuk menghasilkan pakan yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi hewan yang dipelihara (Cheng & Sørensen, 2025). Bahan baku yang berbentuk tepung ini akan memudahkan proses pencampuran sehingga semua nutrisi tercampur secara merata. Pencampuran bahan baku tepung harus dilakukan dengan proporsi yang sesuai pada perhitungan formulasi pakan yang sudah dilakukan untuk mencapai keseimbangan nutrisi yang optimal dalam pakan. Bahan-bahan tersebut diaduk hingga tercampur rata. Sebaiknya dalam proses pencampuran diawali dengan mencampur bahan yang jumlahnya lebih sedikit untuk memastikan bahwa bahan tersebut tercampur dengan baik sebelum menambahkan bahan lain. Setelah seluruh bahan tercampur dengan merata lalu dipanaskan pada api sedang selama  $\pm$  10-15 menit. Proses pemanasan bertujuan untuk meningkatkan pencernaan pakan, menonaktifkan senyawa anti nutrisi, membunuh mikroorganisme patogen dan mengaktifkan gelatinisasi pati dari bahan perekat yang digunakan (Anumudu et al., 2024; Malumba et al., 2018).

Tahapan berikutnya, setelah seluruh bahan dipanaskan dan diangin-anginkan, bahan pakan dimasukkan ke mesin pencetak. Diameter pakan/pelet yang dibuat pada kegiatan ini yakni 4 mm sesuai dengan bukaan mulut ikan nila yang dipelihara mitra (Gambar 2).



Gambar 2. Pembuatan pakan

Efektivitas bahan baku pakan juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk adanya faktor antinutrisi, bioavailabilitas nutrisi yang menurun, partikel yang tidak dapat dicerna, dan kontaminan mikroba (Siddik et al., 2024). Namun, pakan alternatif dari bahan baku lokal sebagai campuran pakan komersial dapat mengurangi biaya penyediaan pakan yang masih tinggi dengan penanganan yang baik (Ujjanti et al., 2024).

Selama proses pembuatan pakan seluruh peserta menunjukkan antusias yang tinggi ditunjukkan dengan berbagai pertanyaan yang diajukan selama sesi tersebut. Peserta juga aktif berdiskusi mengenai teknik dan alternatif alat atau bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan pakan. Hasil pakan yang dihasilkan dalam kegiatan ini diujikan langsung pada ikan nila yang dipelihara oleh mitra. Respons ikan terhadap pakan yang dihasilkan sangat baik, sehingga pelatihan ini berhasil meningkatkan keterampilan peserta dalam pembuatan pakan ikan untuk kegiatan budidaya.

### 3.3. Evaluasi kegiatan

Evaluasi pada kegiatan ini dilakukan melalui *pre-test* pada awal kegiatan dan *post-test* pada akhir kegiatan. Melalui kegiatan ini diketahui pemahaman awal kelompok terkait pemanfaatan bahan baku lokal dalam formulasi pakan ikan hanya berkisar 30% dan mengalami peningkatan menjadi 80%. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan sebesar 50% setelah pelatihan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan hal tersebut, pemberian materi disertai praktik langsung terbukti dapat meningkatkan pemahaman peserta karena merupakan metode paling efektif untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan (Hanifah & Hartriyanti, 2023). Selain itu, melalui kegiatan ini dapat mewujudkan perikanan berkelanjutan melalui penerapan pakan ikan mandiri (Ndebele-Murisa et al., 2024).

Tabel 2. Hasil evaluasi kegiatan

No	Aspek yang Dinilai	Pemahaman Awal (%)	Pemahaman Akhir (%)	Peningkatan (%)
1	Pemanfaatan bahan baku lokal dalam formulasi	80	90	60
2	Metode penyusunan formulasi	10	65	55
3	Metode pembuatan pakan ikan	50	85	35
<b>Rata - Rata</b>		<b>30</b>	<b>80</b>	<b>50</b>

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan pelatihan penyusunan formulasi pakan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa peserta mengalami peningkatan signifikan dalam pemahaman dan keterampilan dalam memanfaatkan bahan baku lokal untuk pembuatan pakan ikan. Sebelum pelatihan, pemahaman kelompok terkait formulasi pakan dan penggunaan bahan lokal sangat rendah, namun setelah kegiatan, pemahaman ini meningkat secara signifikan, terutama dalam metode penyusunan formulasi dan pembuatan pakan. Pelatihan praktik langsung dan diskusi terbukti efektif meningkatkan kemampuan peserta, yang tercermin dari hasil uji pemahaman serta respons ikan terhadap pakan yang dihasilkan. Dengan peningkatan pengetahuan ini, kelompok mitra diharapkan mampu memproduksi pakan ikan secara mandiri, sehingga biaya produksi dapat diminimalkan dan keberlanjutan usaha budidaya ikan nila di Desa Tambong semakin terjamin. Implementasi inovasi ini mendukung tercapainya tujuan pemberdayaan

masyarakat nelayan dan pelestarian sumber daya lokal untuk peningkatan ekonomi berbasis perikanan berkelanjutan.

## Kontribusi Penulis

---

Pelaksana kegiatan: MAL, AFH, PBWW; Penyiapan Artikel: MAL, AFH; Analisis dampak pengabdian: AFH, PBWW; Penyajian hasil pengabdian: MAL, AFH, PBWW; Revisi artikel: MAL, AFH.

## Konflik Kepentingan

---

Seluruh penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan finansial atau non-finansial yang terkait dengan artikel ini.

## Pendanaan

---

Kegiatan dan publikasi artikel dibiayai oleh DIPA Politeknik Negeri Banyuwangi melalui kegiatan Program Pengabdian Kepada Masyarakat dengan skema Pemberdayaan Masyarakat (PKM-PM).

## Daftar Pustaka

---

- Akintan, O., Gebremedhin, K. G., & Uyeh, D. D. (2024). Animal Feed Formulation – Connecting Technologies to Build a Resilient and Sustainable System. *Animals*, 14(10), 1497. <https://doi.org/10.3390/ani14101497>
- Anumudu, C., Onyeaka, H., Ekwueme, C., Hart, A., Isaac-Bamgboye, F., & Miri, T. (2024). Advances in the Application of Infrared in Food Processing for Improved Food Quality and Microbial Inactivation. *Foods*, 13(24), 4001. <https://doi.org/10.3390/foods13244001>
- Arsandi, S. A., Afriyanto, A., & Kumalasari, V. (2022). Analisis faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Industri Perikanan di Indonesia. *NEKTON: Jurnal Perikanan Dan Ilmu Kelautan*, 2(1), 13–26. <https://doi.org/10.47767/nekton.v2i1.312>
- Ayres, T. S. de M., Christ-Ribeiro, A., Furlong, E. B., Monserrat, J. M., & Tesser, M. B. (2022). Use of defatted fermented rice bran in the diet of juvenile mullets *Mugil liza*. *Aquaculture*, 554, 738108. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738108>
- Badan Standar Nasional. (2024). *Pakan Buatan-Bagian 11: Ikan Nila (Oreochromis Spp.)*. Badan Standar Nasional. <https://www.bsn.go.id>
- Bombero-Tuburan, I., Fukumoto, S., & Rodriguez, E. M. (1995). Use of the golden apple snail, cassava, and maize as feeds for the tiger shrimp, *Penaeus monodon*, in ponds. *Aquaculture*, 131(1-2), 91–100. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00329-M](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00329-M)
- Cheng, H., & Sørensen, M. (2025). Feed manufacturing technology. In *Feed and Feeding for Fish and Shellfish* (pp. 279–307). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-21556-8.00008-9>

- de Verdal, H., Komen, H., Quillet, E., Chatain, B., Allal, F., Benzie, J. A. H., & Vandeputte, M. (2018). Improving feed efficiency in fish using selective breeding: a review. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 833–851. <https://doi.org/10.1111/raq.12202>
- Devani, V. (2020). Optimasi Komposisi Kandungan Nutrisi Pakan Ikan Buatan dengan Menggunakan Fuzzy Linear Programming. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 5(1), 20. <https://doi.org/10.24014/jti.v5i1.6160>
- Hafeez, M., Gogi, M. D., Imran, M., Amna, A., Saeed, K., Jamil, R., & Ramzan, R. (2024). Additives in Fish Feeds: Non-Conventional Way for Improving Fish Health. *International Journal of Veterinary Science, Feed Additives*, 385–393. <https://doi.org/10.47278/book.CAM/2024.478>
- Hanifah, A. K., & Hartriyanti, Y. (2023). Efektivitas Berbagai Jenis Metode Pelatihan Untuk Meningkatkan Kapasitas Kader Posyandu Dalam Upaya Pencegahan Stunting Pada Balita : Literature Review. *Journal of Nutrition College*, 12(2), 121–134. <https://doi.org/10.14710/jnc.v12i2.36823>
- Hlaváč, D., Adámek, Z., Hartman, P., & Másilko, J. (2014). Effects of supplementary feeding in carp ponds on discharge water quality: a review. *Aquaculture International*, 22(1), 299–320. <https://doi.org/10.1007/s10499-013-9718-6>
- Idenyi, J. N., Eya, J. C., Nwankwegu, A. S., & Nwoba, E. G. (2022). Aquaculture sustainability through alternative dietary ingredients: Microalgal value-added products. *Engineering Microbiology*, 2(4), 100049. <https://doi.org/10.1016/j.engmic.2022.100049>
- Kaur, M., Sakhare, S. R., Wanjale, K., & Akter, F. (2022). Early Stroke Prediction Methods for Prevention of Strokes. *Behavioural Neurology*, 2022, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2022/7725597>
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. (2022). *Kelautan Dan Perikanan Dalam Angka Tahun 2022, Marine And Fisheries In Figures 2022* (Vol. 1).
- Kleih, U., Linton, J., Marr, A., Mactaggart, M., Naziri, D., & Orchard, J. E. (2013). Financial services for small and medium-scale aquaculture and fisheries producers. *Marine Policy*, 37, 106–114. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.04.006>
- Liliyanti, M. A., Hanafi, A. F., & Darma, Y. Y. E. (2024). Efisiensi pengembangan usaha akuakultur melalui pemanfaatan pompa air bertenaga turbin hidro vortex di Desa Tambong kabupaten Banyuwangi. *Selaparang: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 8(1), 1–8.
- MacKinnon, B., Debnath, P. P., Bondad-Reantaso, M. G., Fridman, S., Bin, H., & Nekouei, O. (2023). Improving tilapia biosecurity through a value chain approach. *Reviews in Aquaculture*, 15(S1), 57–91. <https://doi.org/10.1111/raq.12776>
- Macusi, E. D., Cayacay, M. A., Borazon, E. Q., Sales, A. C., Habib, A., Fadli, N., & Santos, M. D. (2023). Protein Fishmeal Replacement in Aquaculture: A Systematic Review and Implications on Growth and Adoption Viability. *Sustainability*, 15(16), 12500. <https://doi.org/10.3390/su151612500>
- Malumba, P., Doran, L., Danthine, S., Blecker, C., & Béra, F. (2018). The effect of heating rates on functional properties of wheat and potato starch-water systems. *LWT*, 88, 196–202. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.017>
- Ndebele-Murisa, M., Mubaya, C. P., Dekesa, C. H., Samundengo, A., Kapute, F., & Yossa, R. (2024). Sustainability of Aqua Feeds in Africa: A Narrative Review. *Sustainability*, 16(23), 10323. <https://doi.org/10.3390/su162310323>

- Noywuli, N. (2024). Teknologi Pengolahan Pakan Hijauan Di Daerah Tropis Untuk Ternak Sapi Info Artikel Abstrak. *Jurnal Teknologi Peternakan*, 1(1).
- Priyansah, S., Dalimunthe, N. P., Sembiring, J., Arif, M., Kurnia, F., Syafutra, R., Adibrata, S., & Lingga, R. (2025). Eco-friendly feed innovation: An effective strategy to reduce fish mortality rates in Central Bangka. *Community Empowerment*, 10(4), 894–902. <https://doi.org/10.31603/ce.10673>
- Ragasa, C., Osei-Mensah, Y. O., & Amewu, S. (2022). Impact of fish feed formulation training on feed use and farmers' income: Evidence from Ghana. *Aquaculture*, 558. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738378>
- Risyahadi, S. T., Afrilia, H., & Irawan, S. (2022). Optimasi Formulapakan Sapi Perah Dengan Linier Programming Untuk Minimasi Biayabahan Bakudi Koperasi Xyz Jawa Tengah. *Eqien: Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 10(1), 227–231. <https://doi.org/10.34308/eqien.v10i1.515>
- Rufchaei, R., Mirvaghefi, A., Hoseinifar, S. H., Valipour, A., & Nedaei, S. (2020). Effects of dietary administration of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) leaves extracts on innate immune parameters, antioxidant defence and disease resistance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 515. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734533>
- Sandjojo, H., Hasan, H., & Dewantoro, E. (2013). Pemanfaatan Tepung Keong Mas (*Pomacea Canalicunata*) Sebagai Bahan Substitusi Tepung Ikan Dalam Pakan Terhadap Keragaan pertumbuhan Ikan Nila Gift (*Oreochromis Niloticus*). *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, 1(1), 61–70. <https://doi.org/10.29406/rya.v1i1.230>
- Serra, V., Pastorelli, G., Tedesco, D. E. A., Turin, L., & Guerrini, A. (2024). Alternative protein sources in aquafeed: Current scenario and future perspectives. *Veterinary and Animal Science*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2024.100381>
- Siddik, M. A. B., Julien, B. B., Islam, S. M. M., & Francis, D. S. (2024). Fermentation in aquafeed processing: Achieving sustainability in feeds for global aquaculture production. *Reviews in Aquaculture*, 16(3), 1244–1265. <https://doi.org/10.1111/raq.12894>
- Ujianti, R. M. D., Nada, N. Q., Budirahardjo, S., Nugroho, M. F., Wibowo, S., Rahmaningtyas, M. F., Hidayah, N., Wicaksono, Y. N., & Kamadi, A. (2024). Empowering communities through IoT-enabled fish cultivation in Kembangarum Subdistrict, Semarang City. *Community Empowerment*, 9(10), 1495–1501. <https://doi.org/10.31603/ce.12337>
- Uyeh, D. D., Pamulapati, T., Mallipeddi, R., Park, T., Asem-Hiablie, S., Woo, S., Kim, J., Kim, Y., & Ha, Y. (2019). Precision animal feed formulation: An evolutionary multi-objective approach. *Animal Feed Science and Technology*, 256, 114211. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114211>
- Walsh, S., Davis, R., Weldon, A., Reis, J., Stites, W., Rhodes, M., Ibarra-Castro, L., Bruce, T., & Davis, D. A. (2021). Effects of fishmeal replacement, attractants, and taurine removal on juvenile and sub-adult Red Snapper (*Lutjanus campechanus*). *Aquaculture*, 544, 737054. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737054>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License