

Sistem Budidaya Multitrofik Sebagai Upaya Peningkatan Produksi dan Pengelolaan Kualitas Air pada Kegiatan Budidaya Ikan Hias

Multitrophic Aquaculture System for Enhancing Production and Managing Water Quality in Ornamental Fish Culture

Putu Cinthia Delis^{1*}, Nidya Kartini¹, Rizha Bery Putriani¹, Septi Malidda Eka Putri²

¹Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1. Rajabasa, B. Lampung

²Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1. Rajabasa, B. Lampung

*Email: putu.delis@fp.unila.ac.id

(Diterima 04-09-2025; Disetujui 09-02-2026)

ABSTRAK

Kegiatan penerapan “Sistem budidaya multitrofik sebagai upaya peningkatan produksi dan pengelolaan kualitas air pada kegiatan budidaya ikan hias” merupakan kegiatan transfer teknologi kepada mitra. Sistem ini dapat mengatasi permasalahan mitra dalam pengelolaan kualitas air, efisiensi pakan, dan munculnya gulma air. Sistem multitrofik akuakultur memanfaatkan beberapa organisme pada tingkat trofik yang berbeda dalam pengelolaan kualitas air yaitu ikan hias, udang hias, bakteri nitrifikasi, dan tanaman air. Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada bulan Mei-Agustus 2025 dengan sasaran Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Tanjung Mina yang berlokasi di Kelurahan Tanjung Senang, Kota Bandar Lampung. Kegiatan ini berlangsung dalam beberapa tahap diantaranya survei dan sosialisasi rencana kegiatan, persiapan alat dan pembuatan instalasi, penebaran ikan, udang dan tanaman air, pemaparan kegiatan dan pelatihan, serta pemeliharaan dan monitoring sistem. Setelah kegiatan pelatihan dilaksanakan, berdasarkan hasil kuisioner terlihat bahwa 100% peserta paham terhadap sistem ini, peserta juga mendapatkan manfaat dari adanya kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilaksanakan. Berdasarkan hasil monitoring diketahui bahwa sistem berjalan dengan baik ditandai dengan tingginya tingkat kelangsungan hidup ikan, adanya penambahan tinggi tanaman air, serta kondisi kualitas air yang optimal.

Kata kunci: ikan hias, biofilter, kualitas air, bakteri nitrifikasi

ABSTRACT

The implementation of a multitrophic aquaculture system is a technology transfer activity for partners. This system can address partner issues in water quality management, feed efficiency, and the emergence of aquatic weeds. The multitrophic aquaculture system utilizes several organisms at different trophic levels to manage water quality: ornamental fish, ornamental shrimp, nitrifying bacteria, and aquatic plants. The community service activity was carried out from May to August 2025, targeting the Tanjung Mina Fish Farming Group (Pokdakan) located in Tanjung Senang Village, Bandar Lampung City. This activity took place in several stages, including a survey and socialization of the activity plan, equipment preparation and installation, stocking of fish, shrimp, and aquatic plants, presentation of activities and training, and system maintenance and monitoring. Following the training, questionnaire results showed that 100% of participants understood the system. Participants also benefited from the community service activity. Based on the monitoring results, it is known that the system is running well, indicated by the high level of fish survival, the increase in the height of aquatic plants, and optimal water quality conditions.

Keywords: ornamental fish, biofilter, water quality, nitrifying bacteria

PENDAHULUAN

Pemerintah Provinsi Lampung saat ini berusaha mengembangkan potensi budidaya ikan hias. Lampung memiliki potensi perikanan yang cukup besar dan bernilai ekspor. Selain menghasilkan produk perikanan tangkap dan budidaya untuk dikonsumsi, beberapa wilayah di Lampung juga mengembangkan produksi ikan hias. Total jumlah ikan hias yang dibudidayakan di Lampung awal tahun 2023 sebanyak 3.964.337 ekor yang tersebar di beberapa daerah dan akan terus meningkat di akhir tahun (Kanafi, 2024). Ikan hias yang paling banyak diproduksi adalah ikan cupang sebanyak

1.875.541 ekor, guppy sebanyak 1.226.883 ekor, dan yang lainnya yaitu arwana, botia, tetra, komet, louhan, manfish, koki, zebra, molly, platy, oscar, jenis udang hias, dan lainnya yang bernilai ekonomi yang tinggi.

Kota Bandar Lampung merupakan salah satu wilayah yang menyumbang produksi ikan hias. Berdasarkan data Statistik-KKP (2022), Provinsi Lampung memiliki jumlah produksi sebesar 107.940.000 ekor dengan nilai produksi Rp. 750.520.000,00 yang terdiri atas ikan anglerfish, arwana, cupang, gupi, koki, komet, lohan, mas dan plati. Besarnya potensi dan keuntungan dari hasil penjualan ikan hias menyebabkan tingginya minat masyarakat setempat untuk mengembangkan budidaya ikan hias. Permintaan ikan hias melonjak terutama pada masa-masa pandemi. Konsumen ikan hias umumnya adalah para penghobi yang berada di kalangan ekonomi menengah sampai atas menyebabkan harga yang tinggi bukan menjadi masalah.

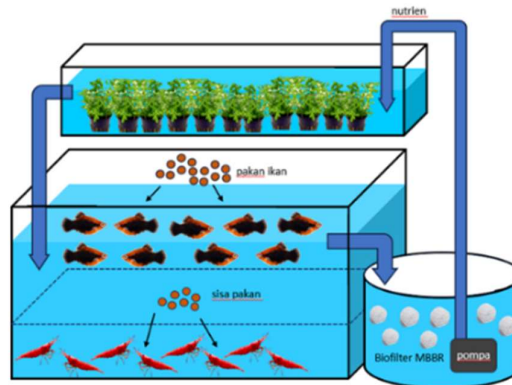
Saat ini sebagian besar pembudidaya ikan hias masih menerapkan sistem konvensional, monokultur dan belum menerapkan teknologi terutama dalam pengelolaan kualitas air. Ikan yang dibudidayakan menggunakan sistem monokultur artinya dalam satu wadah budidaya hanya terdiri atas satu komoditas. Sistem budidaya seperti ini menyebabkan sisa pakan yang tidak dimanfaatkan mengendap di dasar kolam/wadah mengakibatkan penggunaan pakan tidak efektif dan kualitas air lambat laun akan mengalami penurunan (Sinurat et al., 2024). Air budidaya yang mengandung sisa pakan memiliki konsentrasi bahan organik yang tinggi sehingga dapat memunculkan bahan-bahan beracun seperti amonia dan karbondioksida (Tumembow et al. 2025). Kondisi air tersebut dapat memengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ikan, sedangkan jika dibuang ke lingkungan dapat menyebabkan eutrofikasi lingkungan perairan, berkurangnya estetika dan menimbulkan bau (Yusal et al., 2025).

Permasalahan kualitas air tersebut jika tidak segera dikelola dapat menyebabkan tidak efektifnya penggunaan pakan dan penurunan kualitas air. Solusi yang diberikan untuk permasalahan tersebut adalah penerapan sistem budidaya multitrofik. Dalam sistem ini, spesies pekestrak bahan organik dan anorganik akan memakan limbah spesies lain atau nutrisi pakan yang tidak dimanfaatkan, sehingga bertindak sebagai bioremediator (Rosa et al., 2020). Penerapan aplikasi sistem budidaya multitrofik memiliki beberapa tujuan dan manfaat, antara lain peningkatan produksi, manajemen kualitas air, diversifikasi dan keberlanjutan produksi, efisiensi pakan, dan integrasi teknologi (Putra & Mulyono, 2023). Wilfart et al., (2021) menyatakan bahwa praktik ini dapat meningkatkan penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak budidaya perikanan secara keseluruhan. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mendiseminasikan sistem budidaya multitrofik sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas budidaya dan pengelolaan kualitas air pada kelompok pembudidaya ikan hias.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada bulan Mei-Agustus 2025 dengan sasaran Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Tanjung Mina yang berlokasi di Kelurahan Tanjung Senang, Kota Bandar Lampung. Teknologi yang diterapkan kepada kelompok mitra adalah sistem budidaya multitrofik. Sistem budidaya multitrofik memanfaatkan beberapa organisme pada tingkat trofik yang berbeda dalam pengelolaan kualitas air yaitu ikan hias, udang hias, bakteri nitrifikasi, dan tanaman air (Gambar 1). Ikan hias merupakan komoditas utama dalam sistem ini karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Ikan hias yang dipelihara adalah ikan guppy dan molly, ikan ini memiliki kebiasaan hidup di kolom dan permukaan air. Ikan akan mendapatkan nutrisi dari pakan pellet dengan kandungan protein yang tinggi. Pakan yang mengendap di dasar perairan dan tidak dimanfaatkan dapat memunculkan senyawa beracun. Pada sistem ini, pakan yang mengendap di dasar perairan dimanfaatkan oleh udang cherry. Udang merupakan organisme yang hidup di dasar perairan dan memanfaatkan bahan organik seperti detritus dan sisa-sisa pakan. Air yang terdapat dalam wadah pemeliharaan ikan dan udang kemudian dialirkan ke dalam bak biofilter yang telah berisi bakteri dan media tumbuh bakteri (MBBR). Meskipun pakan dan bahan organik sudah sepenuhnya dimanfaatkan oleh ikan dan udang, dalam sistem ini masih ada kandungan amonia dari sisa metabolisme ikan dan udang. Oleh karena itu, perlu ditambahkan bakteri nitrifikasi, yaitu bakteri yang dapat mengubah senyawa amonia yang bersifat toksik menjadi senyawa nitrat yang tidak berbahaya. Selanjutnya nitrat yang dihasilkan dari proses nitrifikasi dapat dimanfaatkan oleh tanaman air. Tanaman air yang dipilih pada sistem adalah tanaman air yang memiliki nilai ekonomis

seperti melati air, *corn tail*, dan *amazon sword* sehingga ketika daipanen nantinya dapat dijual kembali.



Gambar 1. Skema sistem budidaya multitrofik yang ditawarkan kepada mitra

Sistem budidaya multitrofik pada ikan hias melibatkan berbagai tahapan yang dirancang untuk memanfaatkan sisa-sisa bahan organik dari satu spesies sebagai sumber nutrisi bagi spesies lainnya, menciptakan lingkungan budidaya yang lebih berkelanjutan dan efisien. Langkah kerja budidaya ikan hias dengan sistem multitrofik terintegrasi adalah:

- Perencanaan Sistem: Tahap ini mencakup pemilihan ikan hias, udang hias, tanaman hias dan substrat yang akan dimanfaatkan sebagai tempat tumbuh bakteri nitrifikasi.
- Persiapan akuarium dan instalasi. Akuarium dan wadah budidaya perlu didesain dengan memperhitungkan kebutuhan spesies ikan, udang, tanaman yang akan ditanam, dan bakteri pengurai. Akuarium yang akan digunakan dikondisikan dengan memodifikasi beberapa bagian. Akuarium yang digunakan sebagai wadah pemeliharaan ikan memiliki dimensi 120x60x30 cm², akuarium sebagai wadah pemeliharaan tanaman air memiliki dimensi 80x30x30 cm², dan drum sebagai tempat pertumbuhan bakteri memiliki kapasitas 70L. Ketiga komponen tersebut kemudian dirakit sedemikian rupa menyerupai Gambar 1. Substrat tanaman yang digunakan berupa pasir malang dan *lavarock*. Kedua media ini selain dapat digunakan sebagai substrat tanaman juga dapat digunakan sebagai media tumbuh bakteri.
- Integrasi Spesies: Setelah wadah sudah siap digunakan, spesies ikan hias, udang, dan tanaman diperkenalkan ke dalam sistem secara bertahap, memastikan kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhannya.
- Penebaran ikan, udang, dan tanaman air. Pada kegiatan ini ikan hias yang dipelihara adalah ikan platy dan ikan molly dengan padat tebar 4-5 ekor/liter, udang chery 2 ekor/liter, dan tanaman air 1 pot/liter. Sebelum ikan dan udang ditebar ke dalam kolam, terlebih dahulu dilakukan proses aklimatisasi.
- Pemeliharaan dan perawatan. Tahap pemeliharaan ini sama seperti pemeliharaan ikan pada umumnya yaitu pemberian pakan dan kontrol kesehatan ikan. Ikan diberi pakan pellet komersial dengan durasi pemberian pakan dua kali sehari. Sisa pakan dan kotoran ikan akan menjadi sumber nutrisi bagi biota pada tingkatan trofik yang berbeda. Udang akan memanfaatkan sisa-sisa pakan dari ikan hias yang mengendap di dasar kolam, bakteri berperan dalam proses penguraian bahan organik menjadi unsur hara, sementara tanaman akan memanfaatkan unsur hara yang berasal dari proses penguraian partikel organik oleh bakteri.
- Manajemen Lingkungan: Pengelolaan lingkungan seperti kualitas air seperti pH dan konsentrasi amonia perlu diawasi secara teratur untuk memastikan kondisi yang sesuai bagi semua spesies yang terlibat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan bersama Pokdakan Tanjung Mina dilaksanakan dalam beberapa tahapan diantaranya survei lokasi dan sosialisasi rencana kegiatan, persiapan dan pembuatan instalasi biofilter, penebaran ikan, udang, dan tanaman air, pemaparan kegiatan dan pelatihan, pemeliharaan dan monitoring. Rincian dari rangkaian kegiatan tersebut diantaranya:

1. Kegiatan survei dan sosialisasi rencana kegiatan

Kegiatan survei lokasi dilaksanakan mulai bulan Mei 2025 dan sosialisasi rencana kegiatan dilaksanakan pada Juni 2025. Kegiatan survei dimaksudkan untuk mengetahui kondisi terkini dari mitra serta menyampaikan rencana kegiatan pengabdian kepada mitra. Pada tahap ini tim pengabdian juga mensosialisasikan rencana kegiatan pengabdian dan bersama-sama dengan mitra mulai merancang rangkaian kegiatan yang akan dilaksanakan (Gambar 2).



Gambar 2. Kegiatan survei lokasi dan sosialisasi rencana kerja kepada mitra

2. Persiapan alat dan pembuatan instalasi

Persiapan alat dan bahan dilakukan untuk mengumpulkan alat-alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan instalasi sistem multitrofik. Alat dan bahan seperti pompa air, selang, filter, MBBR, aerator, pipa, dan lainnya dibeli secara online dan offline kemudian diantarkan ke lokasi mitra. Selain mendapatkan pelatihan, mitra juga membantu tim pengabdian dalam menyiapkan akuarium biofilter yang akan digunakan pada sistem (Gambar 3). Setelah semua alat dan bahan terkumpul, langkah selanjutnya adalah pembuatan instalasi sistem budidaya multitrofik.



Gambar 3. Proses persiapan alat dan pembuatan instalasi

3. Penebaran ikan, udang, dan tanaman air

Setelah instalasi terpasang, tim melakukan pengecekan kembali dan memastikan aliran resirkulasi air dan penempatan media tumbuh tanaman ke dalam filter berjalan dengan baik (Gambar 4). Proses penempatan media tumbuh tanaman air, penebaran ikan dan udang serta penambahan bakteri nitrifikasi dilakukan mandiri oleh mitra. Fungsi tanaman nantinya sebagai penyerap kelebihan nutrisi pada air.



Gambar 4. Proses penempatan media tumbuh tanaman air ke dalam wadah filter dan penebaran ikan, udang dan bakteri nitrifikasi.

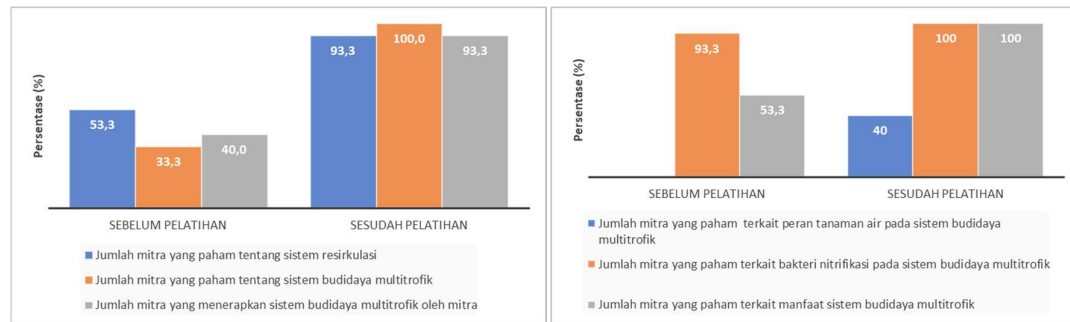
4. Pemaparan kegiatan dan pelatihan

Pemaparan kegiatan dan pelatihan kepada anggota kelompok mitra dilaksanakan pada Agustus 2025 (Gambar 5). Peserta yang hadir sejumlah 20 orang diantaranya adalah anggota pokdakan tanjung mina dan perwakilan dari penyuluh perikanan Kota Bandar Lampung. Peserta kegiatan cukup aktif dan antusias dalam menerima materi yang disampaikan ditunjukkan ketika sesi diskusi dan tanya jawab. Pada tahap ini seluruh anggota mitra juga melihat langsung instalasi yang sudah siap untuk dijalankan.

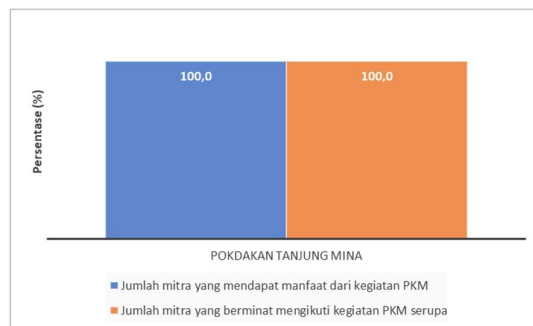


Gambar 5. Pemaparan kegiatan dan pelatihan

Pada tahapan ini tim memberikan kuisioner berupa *pretest* dan *posttest* untuk menilai repon dari mitra terhadap kegiatan yang telah dilaksanakan. Berdasarkan hasil kuisioner diketahui bahwa persentase jumlah peserta pelatihan yang paham terkait kegiatan pengabdian yang dilaksanakan mengalami peningkatan. Hal tersebut terlihat ketika peserta diberikan pertanyaan yang lebih spesifik, Dimana hampir 100% peserta menjawab dengan benar pertanyaan yang diberikan (Gambar 6). Berdasarkan hasil kuisioner 100% dari peserta yang hadir juga menyatakan mendapatkan manfaat dari kegiatan pengabdian yang dilaksanakan. Peserta juga menyatakan akan mengikuti kegiatan pengabdian serupa jika seandainya dilaksanakan kembali (Gambar 7).



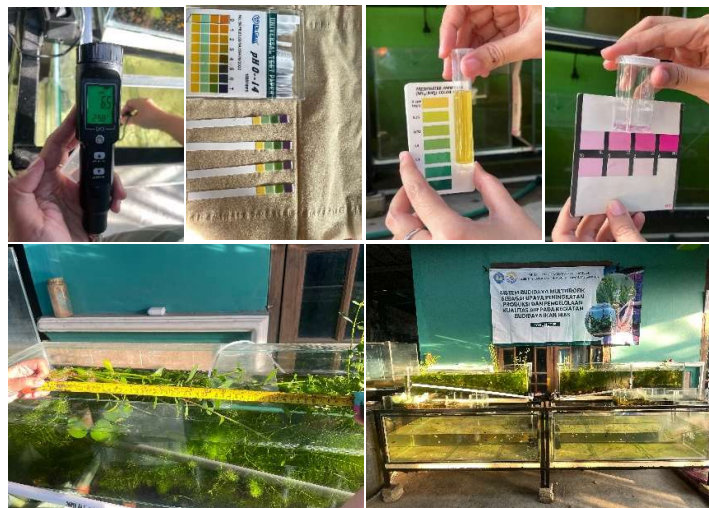
Gambar 6. Persentase jumlah peserta yang paham terhadap sistem budidaya multitrofik



Gambar 7. Persentase jumlah peserta yang mendapatkan manfaat dan bersedia mengikuti lagi kegiatan pengabdian kepada masyarakat serupa

5. Pemeliharaan dan monitoring sistem

Kegiatan pemeliharaan dan monitoring sistem dimaksudkan untuk melakukan pemantauan apakah sistem berjalan dengan baik (Gambar 8). Kegiatan ini dilaksanakan minimal dua minggu setelah sistem berjalan. Pada tahap ini dilakukan pengecekan kondisi ikan, tanaman air, serta kualitas air. Setelah dilakukan monitoring didapatkan hasil seperti disajikan pada Tabel 1.



Gambar 8. Monitoring sistem budidaya multitrofik

Tabel 1. Data hasil monitoring sistem

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran	Baku Mutu
A. Wadah Pemeliharaan ikan			
Sintasan ikan	%	91-100	-
Suhu air	°C	29-29,8	24-27*
Oksigen terlarut	mg/L	5,6-6,5	minimum 4*
pH	-	7	6-8*
Amonia	mg/L	<0,25	maksimum 2*
Nitrat	mg/L	0,2-2,5	maksimum 20*
B. Wadah Pemeliharaan Tanaman			
Petambahan tinggi tanaman air	cm	20-50	-
Suhu air	°C	29,2-29,4	-
Oksigen terlarut	mg/L	7,2-7,4	-
pH	-	7	-
Amonia	mg/L	<0,25	-
Nitrat	mg/L	5-10	-

*SNI9308:2024

Ikan hias yang dipelihara pada sistem memiliki tingkat kelangsungan hidup berkisar 91-100% hal ini menunjukkan bahwa ikan dapat hidup dengan baik. Kondisi kualitas air mulai dari suhu, oksigen terlarut, pH, amonia dan nitrat menunjukkan nilai yang optimal dan sesuai baku mutu bagi ikan hias. Meskipun nilai suhu berada di luar rentang baku mutu, namun berdasarkan Meizanu et al., (2022) ikan guppy yang dipelihara pada suhu berbeda dengan rentang 26-32°C menunjukkan hasil jumlah induk memijah, jumlah larva dan kelangsungan hidup yang tidak berpengaruh nyata. Hal ini menunjukkan bahwa ikan guppy masih dapat hidup dengan baik pada suhu 29-29,8°C. Kandungan oksigen terlarut pada sistem berada pada kisaran normal, oksigen terlarut yang cukup dalam air sangat penting untuk proses respirasi termasuk selama reproduksi (Laimeheriwa et al., 2023). Rendahnya nilai amonia menunjukkan bahwa filter bekerja dengan baik dalam mengolah limbah amonia. Jika konsentrasi amonia terlalu tinggi maka dapat berakibat pada kematian ikan guppy (Hidayah, 2022). Adanya pertumbuhan tinggi tanaman menunjukkan bahwa tanaman mampu beradaptasi pada sistem dan maksimal dalam penyerapan nitrat yang dihasilkan pada proses nitrifikasi oleh bakteri. Melihat hasil yang diperoleh maka dapat dikatakan sistem telah berjalan dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem budidaya multitrofik telah didiseminasikan kepada kelompok pembudidaya ikan Tanjung Mina yang berlokasi di Kelurahan Tanjung Senang, Kota Bandar Lampung. Setelah kegiatan pelatihan dilaksanakan terlihat adanya peningkatan pengetahuan peserta terhadap sistem ini, peserta juga mendapatkan manfaat dari adanya kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilaksanakan. Berdasarkan hasil monitoring terlihat bahwa sistem berjalan dengan baik ditandai dengan tingginya tingkat kelangsungan hidup ikan, adanya penambahan tinggi tanaman air, serta kondisi kualitas air yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung yang telah memberikah hibah pendanaan melalui skema Pengabdian kepada Masyarakat Unggulan. Tim juga mengucapkan terima kasih kepada Tim Penyuluh Perikanan Kota Bandar Lampung yang membantu memfasilitasi kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Kanafi, R.I.S. (2024). Lampung Terus Kembangkan Potensi Budidaya Ikan Hias. <https://www.antaraneews.com/berita/3901311/lampung-terus-kembangkan-potensi-budidaya-ikan-hias>. [Diakses, 13 Februari 2024].
- Hidayah, C.Q., Hastuti, S., Rachmawati, D., Subandiyono, D. N. (2022). Pengaruh Tepung Bunga Marigold (*Tagetes Erecta*) Pada Pakan Buatan Terhadap Kecerahan Warna Benih Ikan Guppy

- (*Poecillia reticulata*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 6(1), 44–53.
- Laimeheriwa, B. M., Jurusan, S. M. A. R., Perairan, B., Perikanan, F., & Kelautan, I. (2023). Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Pertumbuhan Dan Reproduksi Ikan Guppy (*Poecilia Reticulata*): Studi Kasus Di Perairan Tawar. *Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan*, 05(03), 50–58.
- Meizanu, M. R., Febri, S. P., & Syahril, M. (2022). Pengaruh perbedaan suhu terhadap produktivitas induk ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/10.51179/jipsbp.v4i1.1171>
- Putra, A., & Mulyono, M. (2023). Implementasi Akuakultur Biru Melalui Sistem Imta (Integrated Multi-Trophic Aquaculture). *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1, 117. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v1i0.12111>
- Rosa, J., Lemos, M. F. L., Crespo, D., Nunes, M., Freitas, A., Ramos, F., Pardal, M. Â., & Leston, S. (2020). Integrated multitrophic aquaculture systems – Potential risks for food safety. *Trends in Food Science and Technology*, 96, 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.008>
- Sinurat, M. A. P., Utomo, K. P., & Desmaiani, H. (2024). Pengaruh Aktivitas Budaya Keramba Jaring Apung Terhadap Kualitas Air Sungai Mempawah. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(2), 559–566. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v12i2.75619>
- Wilfart, A., Favalier, N., Metaxa, I., Platon, C., Caruso, D., Slembrouck, J., Aubin, J., Wilfart, A., Favalier, N., Metaxa, I., Platon, C., & Pouil, S. (2021). *Integrated multi-trophic aquaculture in ponds : What environmental gain ? An LCA point of view To cite this version : HAL Id : hal-03219808. October.*
- Yusal, M. S., Hasyim, A., Hastuti, H., Arif, A., & Pratomo, R. H. S. (2025). Review Eutrofikasi: Risiko dalam Kesuburan Lingkungan Perairan dan Upaya Penanggulangannya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 24(1), 124–135. <https://doi.org/10.14710/jkli.24.1.124-135>