



**PEMBERDAYAAN KELOMPOK NELAYAN KUB SEGARA GUNA BATU LUMBANG
DENPASAR MELALUI OPTIMALISASI PAKAN ALTERNATIF DAN MANAJEMEN
PEMELIHARAAN UNTUK MENINGKATKAN BUDIDAYA KAKAP PUTIH SISTEM
KERAMBA JARING APUNG**

*Empowerment of the KUB Segara Guna Batu Lumbang Denpasar Fishermen Group
through Optimization of Alternative Feed and Maintenance Management to Improve
White Snapper Cultivation in the Floating Net Cage System*

**Putu Angga Wiradana^{1*}, Prastyadi Wibawa Rahayu², Eka Putri Suryantari³, Petronela
Hanipa², Yuliana Matilda¹, Nathania Eka Putri Kusuma³**

¹Program Studi Biologi, Universitas Dhyana Pura, ²Program Studi Teknik Informatika,
Universitas Dhyana Pura, ³Program Studi Akuntansi, Universitas Dhyana Pura

Jalan Raya Padangluwih, Dalung, Kabupaten Badung, Provinsi Bali, Indonesia

*Alamat korespondensi: angga.wiradana@undhirabali.ac.id

(Tanggal Submission: 27 Mei 2025, Tanggal Accepted : 20 September 2025)



Kata Kunci :

*Pakan
alternatif,
hidrolisat
protein ikan,
Biorefinery,
produktivitas
ikan kakap
putih,
ketahanan
pangan.*

Abstrak :

Dalam akuakultur, ketersediaan pakan yang berkelanjutan khususnya yang bersumber dari limbah perikanan, merupakan strategi efektif untuk meningkatkan kinerja produksi ikan dan mengurangi kerentanannya terhadap infeksi penyakit. Protein yang bersumber dari limbah jeroan, tulang, dan sisa produk sampingan ikan tuna sirip kuning dapat diolah menjadi hidrolisat protein ikan dalam bentuk tepung ikan. Bahan baku basal tersebut diolah menjadi produk pakan alternatif yang dapat bernilai ekonomis dan mengurangi biaya produksi pakan budidaya ikan kakap putih dari mitra. Berdasarkan hasil observasi, masalah prioritas yang dihadapi oleh kelompok nelayan KUB Segara Guna Batu Lumbang dalam aktivitas budidaya kakap putih adalah belum optimalnya ketersediaan pakan mandiri, kualitas air yang belum diukur secara periodic hingga kinerja produksi kakap putih yang masih rendah. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kelompok nelayan terkait manajemen budidaya kakap putih melalui produksi pakan, monitoring kualitas air, dan kinerja produksi. Kegiatan PKM dilakukan dari bulan Juli – Agustus 2025 di Ekowisata Mangrove Batu Lumbang Denpasar. Edukasi diberikan dengan metode ceramah dan workshop kemudian diukur



pemahaman mitra melalui pre-test dan post-test. Hasil PKM menunjukkan bahwa kegiatan pembuatan pakan alternatif berbasis limbah perikanan, manajemen kualitas air, dan kinerja produksi dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dari mitra secara signifikan ($p \leq 0.05$). Program PKM ini dapat berkontribusi untuk mencapai program Sustainable Development Goals (SDGs) khususnya poin 2 (*Zero hunger*), poin 12 (*Responsible consumption and production*), dan poin 14 (*Life below water*). PKM ini juga sangat relevan untuk mendukung Program Pemerintah melalui Asta Cita Poin 2 yaitu mendorong kemandirian bangsa melalui swasembada pangan yang bersumber dari sektor perikanan serta mendukung ekonomi biru yang berkelanjutan.

Key word :

Alternative feed, fish protein hydrolysate, Biorefinery, white snapper productivity, food security.

Abstract :

In aquaculture, using sustainable feed, especially feed produced from fishery waste, is an effective strategy for improving fish production performance and reducing disease susceptibility. Protein sourced from yellowfin tuna offal, bones, and by-products can be processed into fish protein hydrolysate in the form of fish meal. This raw material can then be used to produce alternative feed products. These products have economic value and can reduce the production costs of feed for white snapper fish farming among partner communities. Based on observations, the priority problems faced by the KUB Segara Guna Batu Lumbang fishermen group in their white snapper cultivation are: the suboptimal availability of independent feed, a lack of periodic water quality measurement, and low white snapper production performance. This community service program (PKM) aims to improve the knowledge and skills of the fishermen group in white snapper cultivation management through training in feed production, water quality monitoring, and production performance analysis. The PKM activities will be carried out from July to August 2025 at the Batu Lumbang Mangrove Ecotourism in Denpasar. Education will be provided through lectures and workshops, and partners' understanding will be measured through pre-tests and post-tests. The success of the program will be evaluated to determine if the activities of making alternative feed based on fishery waste, water quality management, and production performance analysis can significantly improve the partners' knowledge and skills ($p \leq 0.05$). This PKM program can contribute to achieving the Sustainable Development Goals (SDGs), specifically Goal 2 (*Zero Hunger*), Goal 12 (*Responsible Consumption and Production*), and Goal 14 (*Life Below Water*). Furthermore, this program aligns with the Government Program's Asta Cita Point 2, which aims to encourage national independence through food self-sufficiency sourced from the fisheries sector and to support a sustainable blue economy.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Wiradana, P. A., Rahayu, P. W., Suryantari, E. P., Hanipa, P., Matilda, Y., & Kusuma, N. E. P. (2025). Pemberdayaan Kelompok Nelayan KUB Segara Guna Batu Lumbang Denpasar melalui Optimalisasi Pakan Alternatif dan Manajemen Pemeliharaan untuk Meningkatkan Budidaya Kakap Putih Sistem Keramba Jaring Apung. *Jurnal Abdi Insani*, 12(9), 4440-4458. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v12i9.2932>



Open access article under the CC-BY-SA license.

Copy right © 2025, Wiradana et al.,

4441

PENDAHULUAN

Lingkungan pesisir, termasuk hutan mangrove, berperan penting dalam menyediakan layanan ekosistem (*ecosystem services*) (Friess *et al.*, 2019). Beberapa tahun terakhir, telah terjadi investasi global yang signifikan dalam upaya restorasi mangrove karena adanya pemahaman yang baik tentang potensi peningkatan kualitas lingkungan dan ekonomi berbasis mangrove (Waltham *et al.*, 2020). Salah satu upaya berkelanjutan yang dapat mendukung program restorasi mangrove sekaligus meningkatkan perekonomian masyarakat pesisir adalah melalui kegiatan *silvofishery*. *Silvofishery* merupakan salah satu alternatif untuk membantu melestarikan hutan mangrove yang secara spesifik melakukan program budidaya (*Aquaculture*) dengan tujuan melindungi habitat mangrove tanpa harus melakukan alih fungsi lahan (Hartmann *et al.*, 2025).

Kelompok Nelayan KUB Segara Guna Batu Lumbang ikut andil dalam upaya pengembangan ekowisata berbasis hutan mangrove melalui kegiatan edukasi lingkungan di Ekowisata Mangrove Batu Lumbang Denpasar yang masih termasuk dalam Kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Ngurah Rai (Gilang Qur'ani *et al.*, 2023; Maulana *et al.*, 2024; Wiradana *et al.*, 2021). Beberapa kegiatan seperti susur mangrove, memancing, penanaman bibit mangrove, dan penangkapan ikan dengan menggunakan alat tradisional telah dilakukan. Kakap Putih/Barramundi (*Lates calcarifer*) merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya yang diinisiasi oleh mitra untuk dibudidayakan dalam sistem Keramba Jaring Apung (KJA) di kawasan mangrove Batu Lumbang. Berdasarkan hasil studi, dari tahun 2023, ikan kakap putih akan tumbuh sebagai salah satu komoditas perikanan budidaya yang memiliki nilai ekspor yang tinggi. Hal tersebut didukung pula dengan hasil *Focus Group Discussion* (FGD) bersama mitra yang menyebutkan bahwa harga penjualan dari ikan kakap putih segar dapat mencapai 60.000 – 150.000/kg.

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini akan mendampingi Kelompok Nelayan KUB Segara Guna Batu Lumbang Denpasar. Adapun mitra tersebut dikoordinir oleh Bapak I Wayan Kona dengan empat puluh tujuh (47) orang anggota. Berdasarkan hasil diskusi mitra dengan tim PKM, sistem budidaya kakap putih yang dilakukan oleh mitra baru berjalan satu tahun (dimulai awal tahun 2024) dengan menggunakan sistem keramba jaring apung. Tingginya biaya pakan menjadi permasalahan prioritas dari kegiatan budidaya yang masih dialami oleh mitra. Selama ini, mitra mengandalkan ikan hasil tangkapan dari alam. Namun, kelemahan dari penggunaan pakan ikan hasil tangkapan ini memiliki masa simpan yang relatif singkat, sehingga hanya dapat diberikan kepada ikan pada jangka waktu yang relatif singkat. Masa simpan dalam jangka panjang pada pakan ikan rucah akan menyebabkan pertumbuhan mikroba sehingga meningkatkan terjadinya proses oksidasi yang mampu meningkatkan kadar racun pada pakan (Pietsch *et al.*, 2020).





Gambar 1. Nama Kelompok Nelayan dan Struktur Organisasinya.

Selain hal tersebut diatas, risiko tidak tercukupinya kebutuhan protein pada pakan ikan kakap putih dapat berdampak terhadap penurunan laju pertumbuhan dan bobot ikan. Di sisi lain, infeksi penyakit juga dapat lebih mudah terjadi karena sistem imunitas ikan kakap putih yang rendah. Bapak I Wayan Kona selaku Ketua Kelompok Nelayan KUB Batu Lumbang juga mengatakan bahwa kematian ikan kakap putih yang dibudidayakan sudah dua kali terjadi yang diduga oleh infeksi jamur dan bakteri pada insang kakap putih yang diduga akibat peningkatan amoniak dari sisa pakan yang menyebabkan penurunan kualitas air pada sistem budidaya.



Gambar 2. Kondisi eksisting mitra PKM. (A) Mitra bersama Tim PKM melakukan pemetaan permasalahan prioritas, (B) Keramba Jaring Apung (KJA) milik mitra, (C) Kelompok nelayan melakukan Panen Kakap Putih, dan (D) ikan kakap putih hasil panen sistem KJA. (Sumber: Penulis).

Keterbatasan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam menyusun manajemen usaha budidaya kakap putih masih bersifat konvensional, sehingga *Production Planning* belum dapat dilakukan secara optimal. Berdasarkan hal tersebut diatas, tujuan dari kegiatan PKM ini adalah i) untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan Kelompok Nelayan dalam membuat pakan alternatif berbasis limbah perikanan dan melakukan monitoring kualitas air berdasarkan baku mutu budidaya kakap putih dan ii) untuk meningkatkan pengetahuan mitra dalam melakukan manajemen pemeliharaan kakap putih secara efektif melalui pengadaan bibit kakap putih specific pathogen free (SPF). Usaha budidaya kakap putih yang diikuti dengan manajemen usaha yang maksimal dapat memberikan peluang peningkatan omset kepada mitra. Di sisi lain, pemanfaatan limbah perikanan seperti sisa potongan ikan tuna, lemuru, dan lainnya yang ada di pengalengan ikan dapat dimanfaatkan sebagai tepung ikan yang memiliki kandungan protein sebesar 58,83% (de Souza et al., 2022). Pemanfaatan limbah ikan tuna, tenggiri, dan cakalang (*fish waste biorefinery*) yang tersedia dalam jumlah melimpah juga dapat mengurangi dampak kerusakan lingkungan (Gill et al., 2025; Lal et al., 2023; Mkadem & Kaanane, 2024) (Gambar 3).



Gambar 3. Limbah ikan dan pakan ikan. (A) Pakan ikan yang masih bersumber dari tangkapan di alam, (B) Limbah ikan cakalang yang belum termanfaatkan, (C) tepung ikan yang diolah oleh tim PKM pada penelitian sebelumnya, (D) Limbah kulit ikan tuna sirip kuning yang masih memiliki protein tinggi sebagai pakan. (Sumber: Dokumentasi Tim PKM).

Terdapat tiga solusi permasalahan berdasarkan pemetaan dari masing – masing poin permasalahan yang didukung oleh hasil riset tim pengusul yaitu

1. Aspek Manajemen Kualitas Air Budidaya yaitu penyuluhan dilakukan guna meningkatkan pengetahuan dari kelompok nelayan dalam melakukan monitoring kualitas air budidaya yang sesuai dengan baku mutu budidaya kakap putih sistem KJA. Pengadaan dan praktik penggunaan alat pengukuran kualitas air budidaya termasuk parameter fisik – kimia (salinitas, suhu, pH, oksigen terlarut, TDS, dan Konduktivitas) dilakukan untuk memonitoring kualitas air selama masa pemeliharaan berlangsung.

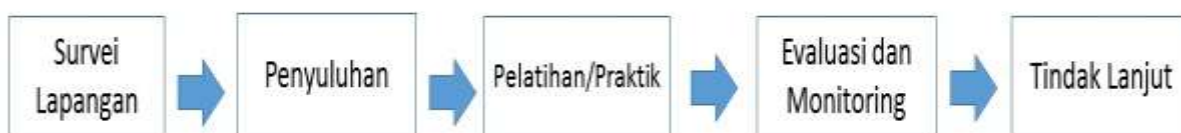
2. Aspek Manajemen Pakan Alternatif yaitu penyuluhan pembuatan pakan mandiri berbasis limbah perikanan. Pendampingan produksi pakan secara mandiri dengan memanfaatkan produk sampingan dari jeroan ikan tuna, cakalang, dan sarden yang ada di Unit Pengolahan Ikan (UPI) Pelabuhan Benoa menjadi tepung ikan dapat meningkatkan kinerja produksi kakap putih sehingga dapat mengurangi *cost* dan meningkatkan masa simpan pakan, dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Pengadaan dan penggunaan alat seperti mesin penepung dan pelleting dapat mempercepat proses produksi pakan kakap putih oleh mitra.

3. Aspek Pengadaan Bibit Kakap Putih *Spesific Pathogen Free* (SPF) yaitu pengadaan bibit kakap putih yang tahan penyakit dan adaptasi yang baik pada lingkungan KJA. Pengadaan bibit kakap putih berasal dari Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan, Gondol, Buleleng. Pengadaan bibit kakap putih berjumlah 1.000 ekor berukuran 15 cm yang ditebar pada KJA milik mitra.

Tim PKM dalam bidang Bioteknologi Akuakultur sangat kompeten dalam kegiatan budidaya khususnya dalam melakukan monitoring kualitas air dan formulasi pakan mandiri. Uraian Hasil pengusul yang menunjukkan bahwa Monitoring kualitas air pada tambak udang (*L. vannamei*) yang dibudidayakan pada sistem intensif secara berkala dapat mengurangi ancaman infeksi bakteri patogen seperti *Vibrio* spp. (Riandi et al., 2021; Sani et al., 2020; P A Wiradana et al., 2022, 2023). Selain itu, pengembangan pakan buatan dengan memanfaatkan agen biologis sebagai imunostimulan dapat secara signifikan meningkatkan kelulushidupan udang vaname akibat infeksi White Spot Syndrome Virus (WSSV) dan *Vibrio* sp. pada skala laboratorium (Marwiyah et al., 2019; P. A. Wiradana et al., 2019). Suplementasi pakan yang mengandung *Phytobiotic* dapat meningkatkan kelulushidupan udang *L. vannamei* yang dibudidayakan dengan sistem bioflok (Rahardjo et al., 2022). Begitu pula dengan penelitian terkait dengan invetarisasi agen ektoparasit yang menginfestasi ikan budidaya seperti Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Iswari et al., 2020), komoditas ikan kerapu (Ephinephelinae) (Putu Angga Wiradana et al., 2021), dan ikan nilam (*Osteochilus hasselti*) (Fira et al., 2021). Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, maka sangat penting meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dari mitra dalam manajemen produksi kakap putih sehingga meningkatkan kinerja produksi melalui produksi pakan mandiri dan meminimalisir infeksi penyakit melalui pengukuran kualitas air.

METODE KEGIATAN

Metode pengabdian yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi beberapa tahapan yang dilakukan secara terstruktur, yang diawali dengan survei, penyuluhan, pelatihan/praktik, dan evaluasi dengan tujuan dapat memberikan peningkatan kemandirian kelompok Nelayan KUB Segara Guna Batu Lumbang dalam melakukan manajemen budidaya kakap putih dengan sistem KJA. Setiap tahapan disusun secara sistematis dan saling berkaitan. Gambar 4 menampilkan diagram alur tahapan PKM.



Gambar 4. Diagram alur tahapan pelaksanaan PKM Kelompok Nelayan KUB Segara Guna Batu Lumbang

Tahapan awal dimulai dengan survei lapangan untuk dapat memahami kondisi riil dari mitra dan memahami permasalahan utama yang dihadapi oleh kelompok nelayan. Survey ini dilakukan dengan mengunjungi kelompok nelayan dan melakukan pemetaan permasalahan prioritas yang

kemudian dapat disosialisasikan dan pelatihan kepada mitra. tahapan survey ini sangat penting dilakkan untuk merancang agenda PKM yang actual dengan kondisi di lapangan.

Langkah – langkah metoda yang diterapkan dalam melaksanakan solusi yang ditawarkan untuk dapat mengatasi permasalahan mitra yaitu:

Aspek Manajemen Pakan Alternatif yang dilakukan bersama dengan mitra meliputi Tahapan Sosialisasi dan pelatihan pembuatan pakan alternatif dengan memformulasikan bahan baku lokal dan limbah perikanan tuna. Sosialisasi dilakukan dengan metode ceramah. Tahapan Pelatihan dilakukan dengan demontrasi pembuatan pakan mandiri yang berasal dari bahan baku lokal seperti dedak dan tepung jagung serta ditambahkan tepung limbah ikan yang berasal dari UPI Teluk Benoa Bali. adapun formulasi bahan penyusun pakan ikan kakap putih yang diproduksi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Bahan Penyusun dalam Porduksi Pakan Ikan Kakap Putih

Bahan Pakan Ikan Mandiri	Komposisi Bahan
Dedak halus	30%
Tepung jagung	20%
Tepung tapioka	1,5%
Tepung limbah ikan tuna	45%
Vitamin C	0,1%
EM4	1 sdt
Molase	1 sdt
Ragi	1/5 sdt
Berat total	1 kg
Estimasi biaya produksi	8.000/kg

Tahapan Aspek Manajemen Kualitas Air Budidaya yang dilakukan dengan metode ceramah mengenai kualitas air sebagai faktor pembatas dalam kegiatan budidaya perikanan, baku mutu, serta dilanjutkan dengan pelatihan penggunaan alat ukur parameter kualitas air seperti DO meter, pH meter, refraktometer, nitrat dan nitrit. Sebelum kegiatan berlangsung, akan diberikan *pre-test* dan setelah kegiatan akan diberikan *post-test* kepada mitra sehingga dapat diketahui pemahaman mitra mengenai formulasi pakan, cara pemberian pakan, perhitungan kinerja produksi, hingga pengukuran kualitas air tambak kakap putih sistem KJA.

Aspek Pengadaan Bibit Kakap Putih *Spesific Pathogen Free* (SPF) yang dilakukan dengan metode sosialisasi mengenai penyakit ikan, teknik aklimatisasi bibit kakap putih, teknik perhitungan kinerja produksi. Pelatihan aklimatisasi bibit kakap putih dilakukan sebelum penebaran di KJA dengan melibatkan mitra. Sebelum kegiatan berlangsung, akan diberikan *pre-test* dan setelah kegiatan akan diberikan *post-test* kepada mitra.

Monitoring dan evaluasi

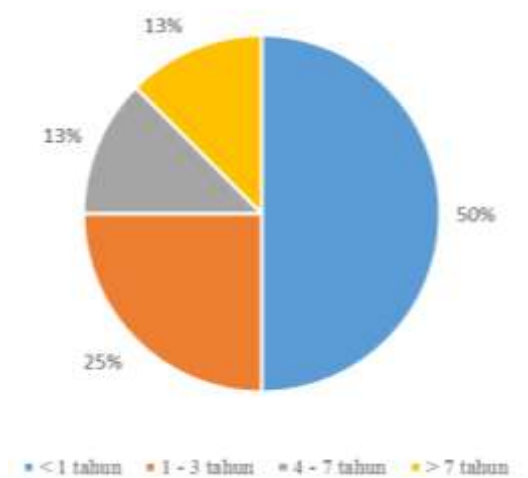
Evaluasi pelaksanaan program dilakukan pada tiap tahapan yang akan dilakukan dengan memperhatikan beberapa kriteria seperti kriteria peningkatan dan keterampilan diukur dengan kuisioner sederhana yang proses pengisiannya dipandu oleh tim PKM dan mahasiswa yang terlibat, penilaian terhadap kualitas pakan yang dihasilkan oleh mitra, hasil pengukuran kualitas air, antusiasme para anggota mitra untuk mengikuti pelatihan akliamtisasi dan penebaran bibit kakap putih sistem KJA. Untuk evaluasi akhir program yang dapat digunakan sebagai tolak ukur ketercapaian kegiatan PKM adalah repons mitra dalam menerima transfer teknologi yang telah diberikan selama kegiatan PKM berlangsung. Monitoring dan evaluasi ini mencakup keterampilan mitra mempraktekkan cara penggunaan alat produksi pakan dan instrumen pengukuran kualitas air dan keterampilan dalam aklimatisasi bibit kakap putih selama budidaya kakap putih berlangsung. Secara keseluruhan, metode



yang digunakan tidak hanya untuk memperkenalkan manajemen budidaya kakap putih melalui teknologi pakan mandiri, manajemen kualitas air, dan bibit, tetapi juga untuk dapat memastikan bahwa kelompok nelayan mampu mengimplementasikannya secara mandiri dan berkelanjutan.

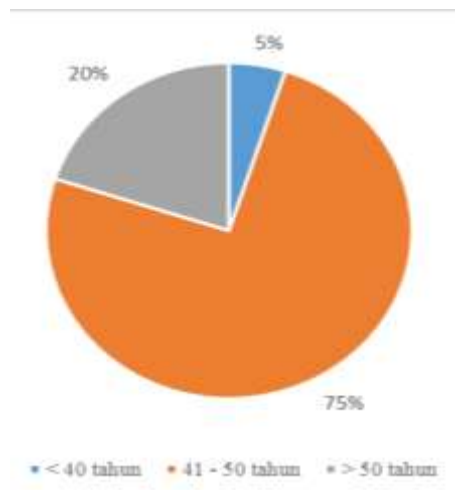
HASIL DAN PEMBAHASAN

Program PKM yang dilaksanakan di Ekowisata Mangrove Batu Lumbang melibatkan sebanyak 40 nelayan yang tergabung dalam KUB Segara Guna Batu Lumbang. Gambar 5 menunjukkan hasil survey berdasarkan pengalaman melakukan budidaya perikanan kakap putih oleh kelompok nelayan. Profil responden menunjukkan sebanyak 50% nelayan hanya melakukan aktivitas budidaya kakap putih < 1 tahun, lalu dilanjutkan dengan 25% responden melakukan budidaya selama 1 – 3 tahun, dan masing – masing 13% melakukan budidaya selama 4-7 tahun dan > 7 tahun. Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar kelompok nelayan belum memiliki pengalaman yang cukup lama dalam melakukan manajemen budidaya kakap putih, dengan 50% mereka hanya mengenal budidaya kakap putih < 1 tahun. Oleh sebab hal tersebut, peningkatan pengetahuan dan keterampilan dalam manajemen budidaya kakap putih dengan memanfaatkan limbah perikanan sebagai pakan, manajemen kualitas air KJA, dan ketersediaan bibit bebas penyakit sangat perlu dilakukan.



Gambar 5. Profil responden dalam pengalaman melakukan budidaya perikanan kakap putih

Gambar 6 menunjukkan profil distribusi usia kelompok nelayan di Ekowisata Mangrove Batu Lumbang masih didominasi pada rentang usia 41 – 50 tahun (75%), >50 tahun (20%), dan <40 tahun (5%). Hal ini menunjukkan bahwa responden didominasi oleh nelayan yang masih produktif, dimana mereka cenderung memiliki pengalaman yang sangat matang untuk dapat melakukan manajemen budidaya kakap putih, namun masih membutuhkan peningkatan keterampilan dan pengetahuan, terutama terkait dengan penerapan teknologi pakan mandiri, penggunaan alat pengukur kualitas air tambak, dan manajemen kinerja produksi. Hal tersebut dapat didukung dari hasil FGD yang telah dilakukan bersama ketua kelompok nelayan yang dimana sebagian besar masih menggunakan pakan alami yang berasal dari tangkapan di alam seperti ikan nila dan mujair sehingga dapat menurunkan produktivitas pertumbuhan ikan kakap dan belum optimal dalam aplikasi pakan.



Gambar 6. Profil distribusi usia kelompok nelayan di Ekowisata Mangrove Batu Lumbang

Kegiatan pendampingan pembuatan pakan alternatif berbasis limbah perikanan dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan kakap putih dengan memanfaatkan hidrolisat protein yang bersumber dari sisa perikanan seperti jeroan ikan tuna. Kegiatan diawali dengan penyerahan alat cetak pakan kepada mitra dengan 2 model yaitu alat cetak pellet khusus bahan baku basah dan alat cetak pellet dengan bahan baku kering. Kedua model ini diberikan kepada mitra guna menyesuaikan dengan kebutuhan dari mitra. Mitra kemudian diberikan pemahaman mengenai cara kerja alat dan pemeliharaannya sehingga dapat mengoptimalkan produksi pakan alternatif. Setelah itu, mitra kemudian diberikan pendampingan teknik formulasi pakan alternatif yang menyesuaikan dengan dosis bahan baku. Bahan baku yang digunakan terdiri dari bahan basal (tepung ikan, tepung kedelai, tepung jagung, dan dedak). Masing – masing bahan tersebut ditimbang sesuai dengan takaran pembuatan 5 kg pakan yaitu tepung ikan (1,478 kg), tepung kedelai (1,478 kg), tepung jagung (0,82 kg), dan dedak (0,82 kg) sehingga total bahan basal adalah 4,6 kg. Kemudian mitra diperkenalkan dengan bahan suplemen yang ditambahkan dalam pakan yang meliputi tepung tapioka (0,385 kg) dan Vitamin ikan (0,015 kg) sehingga total bahan suplemen adalah 0,4 kg.

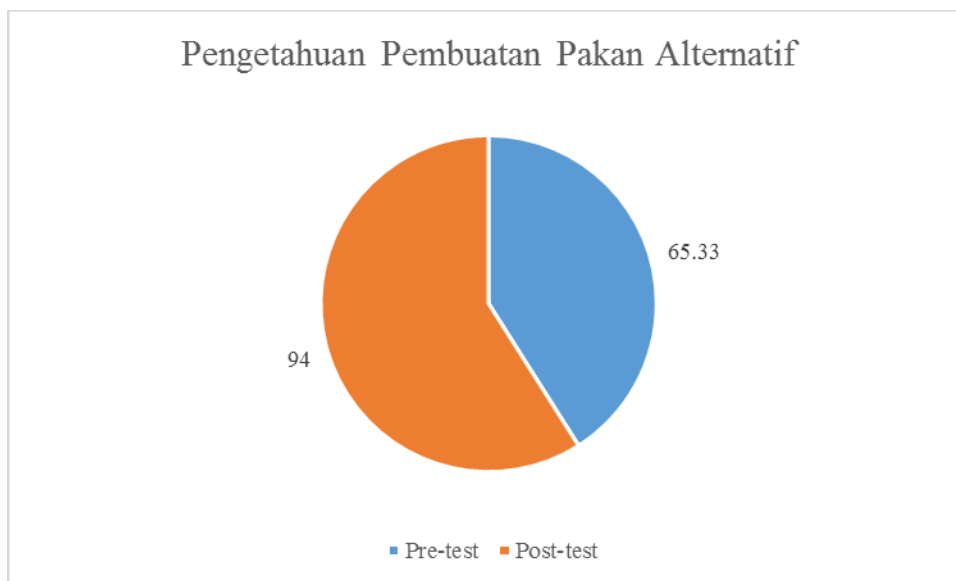


Gambar 7. Pendampingan pembuatan pakan alternatif berbahan limbah jeroan perikanan tuna kepada Kelompok Nelayan KUB Segara Guna Batu Lumbang. A. Penyerahan mesin peleting pakan mandiri kepada mitra; B. Kegiatan praktek pembuatan pakan alternatif menggunakan mesin cetak pellet; C. Pemberian pakan di KJA; dan D. Kemasan produk pakan alternatif yang diproduksi bersama mitra.

Bahan basal dan suplemen tersebut kemudian dicampurkan hingga merata, dikukus, dan difermentasi selama 2 hari menggunakan tambahan probiotik EM₄, ragi, dan tambahan molase sebagai sumber energi mikroba. Pakan hasil fermentasi kemudian dicetak menggunakan mesin cetak vertikal khusus untuk bahan kering. Hasilnya cetak ini berupa pellet pakan ikan yang siap diberikan kepada ikan kakap putih atau disimpan dalam wadah yang kering untuk menghindari kontaminasi mikroba. Gambar 7 menunjukkan aktivitas pendampingan pembuatan pakan alternatif yang telah dilakukan pada kegiatan PKM ini. Pakan mandiri yang diproduksi memiliki kandungan protein mencapai 30% dengan proporsi tertinggi dari limbah perikanan yang masih dapat diolah. Bahan pakan yang berbasis hidrolisat protein ikan dapat menjadi sumber protein pakan yang menjanjikan termasuk dalam memformulasikannya dalam bentuk tepung ikan secara berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menjelaskan bahwa hidrolisat yang berasal dari produk sampingan ikan dapat menjadi alternatif yang menjanjikan untuk bahan pakan, sehingga dapat menggantikan penggunaan tepung ikan yang diproduksi dari ikan segar yang masih dapat dikonsumsi oleh manusia (Cooney et al., 2023; Egerton et al., 2020). Penambahan hidrolisat protein ikan dalam budidaya berpotensi meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan, dan kesehatan ikan. Selain itu, memiliki dampak positif pada keberlanjutan usaha perikanan seperti mengurangi penggunaan antibiotik untuk pengendalian patogen (Siddik et al., 2021).

Penelitian sebelumnya telah menerangkan bahwa suplementasi dari hidrolisat protein ikan dalam pakan hingga dosis 100% dapat menghasilkan pertumbuhan ikan bandeng secara signifikan,

menghemat 50% pakan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup, dan meningkatkan status kesehatan ikan bandeng (Sandeep et al., 2022). Hidrolisat limbah ikan yang ditambahkan dalam pakan juga meningkatkan pertumbuhan udang putih pasifik (*Penaeus vannamei*) sekaligus meningkatkan keanekaragaman plankton. Hasil studi tersebut juga jelas memberikan keuntungan secara ekonomi karena dapat menghemat hingga 30% biaya pakan hingga meningkatkan hasil panen sebesar 48,03% (De et al., 2020). Penggunaan hidrolisat protein sotong dapat meningkatkan pertumbuhan ikan nila, memberikan peningkatan sistem imun terhadap infeksi *A. hydrophila*, dan menggantikan penggunaan tepung ikan sebagai sumber protein utama (C.S et al., 2025). Hasil dari PKM ini sangat jelas dapat memberikan manfaat yang signifikan terhadap usaha budidaya kakap putih dari mitra melalui pemanfaatan pakan berbasis hidrolisat protein produk sampingan ikan tuna.



Gambar 8. Persentase Pengetahuan Kelompok Nelayan tentang produksi pakan alternatif untuk budidaya kakap putih di Ekowisata Mangrove Batu Lumbang

Persentase pengetahuan dari mitra sebelum dilakukan pendampingan dan praktik pembuatan pakan alternatif sebesar $65,33 \pm 5,16\%$ saat pre-test dan mengalami peningkatan sebesar $94,00 \pm 7,36\%$ saat post-test (Gambar 8). Peningkatan pengetahuan ini membuktikan bahwa mitra memahami pengetahuan dan keterampilan dasar dalam melakukan formulasi pakan alternatif dari tahapan pemilihan bahan baku, perhitungan rasio, pencampuran, fermentasi, dan cetak pellet menggunakan mesin. Terdapat perbedaan yang signifikan antara pre-test dan post-test dengan nilai $p \leq 0.05$. biaya pakan merupakan biaya yang paling banyak dikeluarkan dalam produksi akuakultur, sehingga sangat memenagruhi profitabilitas usaha dan keterjangkauan produk budidaya bagi konsumen (Andika et al., 2025; Tsiouni et al., 2021). Budidaya kakap putih menggunakan sistem KJA sangat bergantung pada penyediaan pakan yang tinggi berkisar antara 25 – 40% (Amaya et al., 2007; Nunes et al., 2014). Pemanfaatan jeroan ikan atau sisa produk sampingan ikan termasuk tuna dapat menjadi sumber protein tinggi yang berkelanjutan yang diperoleh dari perikanan tangkap. Hal tersebut karena, tepung ikan telah menjadi protein pilihan karena memiliki bioavailabilitas nutrisinya yang tinggi dan kemampuan untuk merangsang aktivitas makanan ikan (Wiradana et al., 2023). Pemilihan jeroan ikan tuna dan produk sampingannya sebagai sumber protein, juga karena memiliki peran sebagai efektor pakan yang mampu menarik ikan kakap ke sumber makanan dan merangsang nafsu makan (Soares et al., 2021). Efektor pakan juga dikenal dengan atraktan dan dikategorikan sebagai

senyawa yang memicu fase – fase awal respons makan ikan terutama pada fase akliamtisasi bibit agar bergerak menuju sumber makanan (Nunes et al., 2006).

Manajemen kualitas air sekitar KJA Budidaya Kakakp Putih diawali dengan penentuan titik sampling sebanyak 9 titik sampling. Sampling kualitas air dilakukan bersama dengan kelompok mitra dan tim PKM serta dilakukan secara berkala sebanyak 2 kali dalam sebulan. Sampel kualitas air yang telah diperoleh kemudian diukur menggunakan alat ukur untuk parameter oksigen terlarut (DO), suhu, salinitas, pH, TDS, dan konduktivitas. Mitra diberikan materi mengenai pengukuran kualitas air, baku mutu/standar kualitas air budidaya kakap putih, dan tata cara rekap hasil pengukuran. Guna memberikan dampak yang berkelanjutan, Tim PKM memberikan seperangkat instrument alat pengukuran kualitas air KJA kepada mitra sehingga mampu melakukan monitoring kualitas air secara berkesinambungan. Gambar 9 menunjukkan aktivitas pendampingan manajemen kualitas air KJA bersama dengan mitra nelayan.



A



B



C

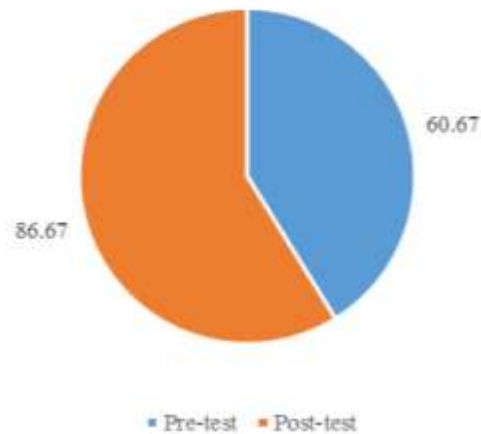


D

Gambar 9. Pendampingan kualitar air KJA. A. Pengambilan sampel air tambak; B. Kegiatan praktek teknik pengukuran kualitas air; C. Rekap hasil pengukuran secara berkala; dan D. Serah terima alat ukur kualitas air kepada mitra.

Pengetahuan mitra mengalami peningkatan sebelum dan setelah dilakukan sosialisasi dan praktik penggunaan alat ukur parameter kualitas air tambak. Rerata persentase pengetahuan mitra sebelum (pre-test) dilakukan sosialisasi sebesar $60,67 \pm 6.23\%$, kemudian meningkat setelah dilakukan pendampingan sebesar $86,67 \pm 5.56\%$ (Gambar 10). Peningkatan pengetahuan mitra terbukti dari uji beda kuisioner pre-test dan post-test yang kemudian ditabulasikan serta dianalisis secara statistik guna mengetahui hasil korelasi antara kedua data. Rerata nilai pre-test dan post-test dengan jumlah responden atau mitra sebanyak 15 orang. Karena nilai rerata pengetahuan pengukuran kualitas air mitra pada pretest $60,67 \pm 6.23\%$ dengan Posttest $86,67 \pm 5.56\%$, maka terdapat perbedaan rerata pengetahuan antara pre-test dan post-test yang signifikan ($p < 0.05$).

Pengetahuan pengukuran kualitas air tambak

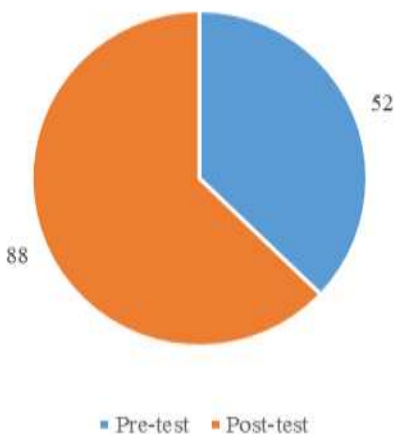


Gambar 10. Persentase Pengetahuan Kelompok Nelayan tentang manajemen kualitas air untuk budidaya kakap putih di Ekowisata Mangrove Batu Lumbang

Hasil pengukuran diatas menunjukkan bahwa program pendampingan pengukuran kualitas air KJA Kakap Putih melalui metode sosialisasi dan praktik dapat meningkatkan pengetahuan dari mitra. Pengukuran kualitas air ini sangat penting dilakukan untuk tetap memantau kondisi lingkungan pemeliharaan bagi kakap putih. Hal ini karena pemeliharaan kualitas air KJA yang terdapat pada wilayah perairan mangrove menjadi hal yang kompleks karena banyak faktor dan sumber yang dapat berkontribusi terhadap pencemaran air sehingga berpotensi menurunkan kesehatan ikan kakap putih. Tingkat pencemaran air di lapangan dapat terbagi menjadi dalam dua kategori berdasarkan sumber pencemarannya yaitu pencemaran *water point* dan pencemaran *water diffusion* (Moss, 2008). Pencemaran *water point* ini mengacu pada sumber kontaminan yang masuk ke badan air mangrove, sehingga mudah diidentifikasi titik samplingnya (Mendes et al., 2023). Selanjutnya, pencemaran *water diffusion* menunjukkan pelepasan polutan dari berbagai tempat dan aktivitas manusia, yang memiliki dampak individual kecil namun dampak kumulatif yang sangat besar bagi ekosistem (Gallo-Vélez et al., 2022). Parameter kualitas air yang diukur oleh mitra meliputi dissolved oxygen (DO), salinitas, suhu, pH, konduktivitas, dan TDS yang penting dimonitoring dan dibandingkan baku mutunya dengan budidaya kakap putih.

Pengetahuan mitra kelompok nelayan tentang manajemen kinerja produksi kakap putih dilakukan untuk meningkatkan pemahaman nelayan dalam manajemen usaha budidaya dari tahap aklimatisasi bibit, perhitungan rasio konversi pakan, laju pertumbuhan spesifik, dan kelangsungan hidup, ikan kakap putih. Pengetahuan mitra sebelum diberikan sosialisasi mengenai manajemen usaha budidaya kakap putih sebelum diberikan materi dan pendampingan (pre-test) sebesar $52 \pm 9.02\%$, lalu mengalami peningkatan pengetahuan mitra setelah diberikan pendampingan (post-test) sebesar $88 \pm 5.60\%$ (Gambar 11). Pengetahuan dari kelompok mitra secara signifikan mengalami peningkatan yang signifikan ($p \leq 0.05$) setelah diberikan pemaparan materi mengenai teknik manajemen budidaya kakap putih, yang berarti bahwa mitra mampu menyerap materi dan praktik yang diberikan oleh tim PKM kepada mitra selama PKM berlangsung.

Pengetahuan manajemen budidaya kakap putih



Gambar 11. Persentase Pengetahuan Kelompok Nelayan tentang manajemen budidaya budidaya kakap putih di Ekowisata Mangrove Batu Lumbang.

Materi mengenai aklimatisasi bibit ikan kakap putih diberikan guna untuk mengurangi kegagalan penebaran benih ikan yang telah dibeli ke dalam lingkungan yang baru yaitu perairan mangrove. Aklimatisasi yang tidak tepat dapat menyebabkan ikan menjadi mudah stress, penurunan nafsu makan, mudah terserang penyakit, hingga mengalami kematian. Aklimatisasi ikan kakap membutuhkan waktu yang relatif lebih lama yaitu berkisar antara 2-3 minggu, terutama jika fase awal hanya ingin diberikan pakan alami. Selama masa aklimatisasi berlangsung, kelompok nelayan juga wajib melakukan pengukuran kualitas air untuk memastikan oksigen terlarut pada KJA pada kondisi ideal serta kadar amoniak yang rendah (Navada et al., 2020). Materi dan teknik perhitungan Rasio konversi pakan (FCR) dilakukan untuk dapat mengukur efisiensi ikan dalam mengubah pakan yang diberikan menjadi berat tubuh (biomassa). Rasio ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor penting seperti genetika ikan, usia, kualitas pakan, dan kondisi lingkungan (Boyd & McNevin, 2022). Selanjutnya, laju pertumbuhan spesifik dari ikan kakap putih digunakan untuk mengukur persentase pertumbuhan spesifik ikan kakap dengan berat pada akhir masa pemeliharaan dikurangi berat awal penebaran dibagi dengan jumlah hari masa pemeliharaan dikalikan 100% (Lal et al., 2025). Pengukuran persentase pertumbuhan spesifik ini dapat menggambarkan persentase pertambahan berat badan ikan kakap per harinya. Hal ini berkorelasi dengan parameter FCR yang sebelumnya diukur oleh mitra karena bergantung pada jenis pakan yang diberikan, kualitas air, dan padat tebar ikan kakap putih. Nilai pertumbuhan spesifik yang diharapkan pada akhir masa pemeliharaan untuk kakap putih berkisar 2,0 – 3,5% per harinya. Bobot ikan diakhir masa pemeliharaan diharapkan mencapai 400 – 600 g atau lebih sehingga mendekati ukuran komersial. Pengukuran parameter ini juga penting dilakukan oleh mitra untuk menilai apakah pakan mandiri yang diaplikasikan sudah tepat, padat tebar yang sesuai, dan kualitas air yang optimal pada lingkungan KJA.



Gambar 12. Tim PKM bersama dengan kelompok nelayan KUB Segara Guna Batu Lumbang

Terakhir, mitra diberikan materi mengenai kelangsungan hidup ikan kakap putih yang diukur melalui jumlah akhir panen dibagi dengan jumlah awal penebaran dikalikan 100% (Wiradana et al., 2023). Pemahaman mitra dalam mengukur kelangsungan hidup ini penting karena menjadi penentu produksi dan keuntungan yang diperoleh pada masa pasca panen, indikator kesehatan ikan dan lingkungan, dan penentu perencanaan yang lebih akurat. Berdasarkan dari beberapa hasil penelitian terkait, kualitas benih, kualitas air, nutrisi dan manajemen pakan, hingga kesehatan ikan memegang peranan penting yang berkorelasi dengan kelangsungan hidup. Tingkat kelangsungan hidup ikan kakap putih yang diharapkan pada akhir kegiatan PKM ini adalah sebesar 90% atau minimal 85% (lebih sensitif).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pendampingan pembuatan pakan alternatif berbasis limbah jeroan dan produk sampingan perikanan tuna sangat efektif dalam menangani biaya produksi pakan ikan kakap putih dalam sistem KJA. Pendampingan yang dilakukan melalui sosialisasi dan praktik langsung dapat meningkatkan pemahaman mitra nelayan KUB Segara Guna Batu Lumbang dalam melakukan produksi pakan alternatif, memonitoring kualitas air secara berkala, dan melakukan perhitungan kinerja produksi ikan kakap putih. Program kegiatan pengabdian masyarakat selanjutnya masih perlu dilakukan terutama dalam aspek manajemen keuangan usaha, pemasaran produk pasca panen, hingga pengolahan limbah perikanan budidaya kakap putih menjadi produk yang bernilai ekonomis sehingga dapat mewujudkan perikanan budidaya yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas dukungan pendanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2025, Nomor SP DIPA- 139.04.1.693320/2025 revisi ke 04 tanggal 30 April 2025. Selain itu, ucapan terima kasih juga diberikan kepada UPTD. Taman Hutan Raya (TAHURA) Ngurah Rai selaku pengelola Kawasan Mangrove Segara Guna Batu Lumbang.

DAFTAR PUSTAKA

Amaya, E. A., Davis, D. A., & Rouse, D. B. (2007). Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions. *Aquaculture*, 262(2–4), 393–401. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.015>



- Andika, R., Wizna, W., Mirzah, M., & Marlida, Y. (2025). Fermentation of corn tumpi with *Bacillus amyloliquefaciens*: Optimization of fermentation duration and inoculum dosage for superior poultry feed. *Journal of Animal Health and Production*, 13(1), 160–165. <https://doi.org/10.17582/journal.jahp/2025/13.1.160.165>
- Boyd, C. E., & McNevin, A. A. (2022). Overview of aquaculture feeds: Global impacts of ingredient production, manufacturing, and use. In D. A. Davis (Ed.), *Feed and feeding practices in aquaculture* (pp. 3–28). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821598-2.00003-5>
- C. S., T., G., A., R. G. K., L., K., E., Ebeneezar, S., S., C., K. K., A., G., S., & V. A., D. (2025). Evaluation of cuttlefish protein hydrolysate as partial fishmeal replacement in diet for tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings: Influence on growth and disease resistance. *Animal Feed Science and Technology*, 327, 116434. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2025.116434>
- Cooney, R., de Sousa, D. B., Fernández-Ríos, A., Mellett, S., Rowan, N., Morse, A. P., Hayes, M., Laso, J., Regueiro, L., Wan, A. H., & Clifford, E. (2023). A circular economy framework for seafood waste valorisation to meet challenges and opportunities for intensive production and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 392, 136283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136283>
- De, D., Sandeep, K. P., Kumar, S., Raja, R. A., Mahalakshmi, P., Sivaramakrishnan, T., Ambasankar, K., & Vijayan, K. K. (2020). Effect of fish waste hydrolysate on growth, survival, health of *Penaeus vannamei* and plankton diversity in culture systems. *Aquaculture*, 524, 735240. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735240>
- de Souza, M. L. R., Gasparino, E., Goes, E. S. dos R., Coradini, M. F., Vieira, V. I., Oliveira, G. G., Matiucci, M. A., de Castro, A. C. V. J., Siemer, S., Fernandes, V. R. T., & Feihmann, A. C. (2022). Fish carcass flours from different species and their incorporation in tapioca cookies. *Future Foods*, 5, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100132>
- Egerton, S., Wan, A., Murphy, K., Collins, F., Ahern, G., Sugrue, I., Busca, K., Egan, F., Muller, N., Whooley, J., McGinnity, P., Culloty, S., Ross, R. P., & Stanton, C. (2020). Replacing fishmeal with plant protein in Atlantic salmon (*Salmo salar*) diets by supplementation with fish protein hydrolysate. *Scientific Reports*, 10(1), 4194. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60325-7>
- Fira, D., Wiradana, P., Ansori, A., Susilo, R. J. K., & Sabdoningrum, E. (2021). Ectoparasite inventorisation of nilem fish (*Osteochilus hasselti*) fingerlings cultured on ponds in Sukabumi, West Java, Indonesia. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 35(3), 605–609. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2020.127031.1440>
- Friess, D. A., Rogers, K., Lovelock, C. E., Krauss, K. W., Hamilton, S. E., Lee, S. Y., Lucas, R., Primavera, J., Rajkaran, A., & Shi, S. (2019). The state of the world's mangrove forests: Past, present, and future. *Annual Review of Environment and Resources*, 44(1), 89–115. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033302>
- Gallo-Vélez, D., Restrepo, J. C., & Newton, A. (2022). A socio-ecological assessment of land-based contamination and pollution: The Magdalena delta, Colombia. *Frontiers in Marine Science*, 9, 1057426. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1057426>
- Gilang Qur'ani, C., Lee, B., Sasmito, S. D., Maulana, A. M., Seol, M., Wiradana, P. A., Leksono, B., Watiniasih, N. L., & Baral, H. (2023). Natural and anthropogenic impacts on mangrove carbon dynamics: A systematic review protocol. *Forest Science and Technology*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/21580103.2023.2272705>
- Gill, J. M., Hussain, S. M., Ali, S., Ghafoor, A., Adrees, M., Nazish, N., Naeem, A., Naeem, E., Alshehri, M. A., & Rashid, E. (2025). Fish waste biorefinery: A novel approach to promote industrial sustainability. *Bioresource Technology*, 419, 132050. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2025.132050>



- Hartmann, L., Walz, Y., Clelland, D., Esquivel-Rodriguez, C., Riganti, P., Vicarelli, M., & Renaud, F. G. (2025). A conceptual framework for a post-COVID-19 green recovery of the Blue Economy. *Marine Policy*, 171, 106446. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106446>
- Iswari, R. D. S., Wiradana, P. A., Kusdarwati, R., Suwanti, L. T., Kurniawan, S. B., & Abdullah, S. R. S. (2020). Prevalence and intensity level of ectoparasites on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in biofloc systems at Sukabumi Regency, West Java, Indonesia. *Technology Reports of Kansai University*, 62(12), 5753–5763.
- Lal, J., Biswas, P., Singh, S. K., Debbarma, R., Vaishnav, A., Waikhom, G., Singh, N. S., & Meena, D. K. (2025). Investigating the potential of fish muscle-based gels as functional feed supplements for eco-friendly aquaculture. *Aquaculture Reports*, 43, 103017. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2025.103017>
- Lal, J., Deb, S., Singh, S. K., Biswas, P., Debbarma, R., Yadav, N. K., Debbarma, S., Vaishnav, A., Meena, D. K., Waikhom, G., & Patel, A. B. (2023). Diverse uses of valuable seafood processing industry waste for sustainability: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(53), 62249–62263. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28890-2>
- Marwiyah, U. C., Mahasri, G., Ratnasari, R. E., & Wiradana, P. A. (2019). Total plate count and identification of vibrio in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from ponds and in those exposed to immunogenic protein membrane *Zoothamnium penaei*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 236(1), 012087. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/236/1/012087>
- Maulana, A. M., Wiradana, P. A., Yudha, I. K. W., Sutiadipraja, N., Qur'ani, C. G., & Baral, H. (2024). Assessing impact of land-use changes on carbon stock dynamics in coastal mangrove ecosystem in Bali Island, Indonesia. *EGU23 General Assembly*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-13684>
- Mendes, D. S., Beasley, C. R., Silva, D. N. N., & Fernandes, M. E. B. (2023). Microplastic in mangroves: A worldwide review of contamination in biotic and abiotic matrices. *Marine Pollution Bulletin*, 195, 115552. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115552>
- Mkadem, H., & Kaanane, A. (2024). A comprehensive review on marine by-products use for the recovery of value-added products. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 50, 100972. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2024.100972>
- Moss, B. (2008). Water pollution by agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 659–666. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2176>
- Navada, S., Vadstein, O., Gaumet, F., Tveten, A.-K., Spanu, C., Mikkelsen, Ø., & Kolarevic, J. (2020). Biofilms remember: Osmotic stress priming as a microbial management strategy for improving salinity acclimation in nitrifying biofilms. *Water Research*, 176, 115732. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115732>
- Nunes, A. J. P., Sá, M. V. C., Andriola-Neto, F. F., & Lemos, D. (2006). Behavioral response to selected feed attractants and stimulants in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 260(1–4), 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.06.027>
- Nunes, A. J. P., Sá, M. V. C., Browdy, C. L., & Vazquez-Anon, M. (2014). Practical supplementation of shrimp and fish feeds with crystalline amino acids. *Aquaculture*, 431, 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.04.003>
- Pietsch, C., Müller, G., Mourabit, S., Carnal, S., & Bandara, K. (2020). Occurrence of fungi and fungal toxins in fish feed during storage. *Toxins*, 12(3), 171. <https://doi.org/10.3390/toxins12030171>
- Rahardjo, S., Vauza, M., Rukmono, D., & Wiradana, P. (2022). Supplementation of hairy eggplant (*Solanum ferox*) and bitter ginger (*Zingiber zerumbet*) extracts as phytobiotic agents on



- whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 9(1), 78–84. <https://doi.org/10.5455/javar.2022.i571>
- Riandi, M. I., Susilo, R. J. K., Sani, M. D., Maharani, A. Y., Soegianto, A., Putranto, T. W. C., & Wiradana, P. A. (2021). Surveillance of *Vibrio* and blue-green algae in intensive system of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Situbondo Regency, East Java, Indonesia. *Pollution Research*, 40(2), 611–616.
- Sandeep, K. P., De, D., Kumar, S., Ananda Raja, R., Mahalakshmi, P., Suvana, S., Sivaramakrishnan, T., Ambasankar, K., & Vijayan, K. K. (2022). Effect of fish waste hydrolysate on growth performance and health status of milkfish (*Chanos chanos*) and its potential to reduce feed. *Aquaculture*, 550, 737834. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737834>
- Sani, M. D., Maharani, A. Y., Riandy, M. I., Joko, R., Susilo, K., Wiradana, P. A., & Soegianto, A. (2020). Monitoring of population density of *Vibrio* sp. and health condition of hepatopancreas Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivated with intensive systems in Bulukumba Regency, South Sulawesi, Indonesia. *Ecology, Environment and Conservation*, 26(3), 1271–1275.
- iddik, M. A. B., Howieson, J., Fotedar, R., & Partridge, G. J. (2021). Enzymatic fish protein hydrolysates in finfish aquaculture: A review. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 406–430. <https://doi.org/10.1111/raq.12481>
- Soares, R., Peixoto, S., Davis, R. P., & Davis, D. A. (2021). Feeding behavior and growth of *Litopenaeus vannamei* fed soybean-based diets with added feeding effectors. *Aquaculture*, 536, 736487. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736487>
- Tsiouni, M., Aggelopoulos, S., Pavloudi, A., & Siggia, D. (2021). Economic and financial sustainability dependency on subsidies: The case of goat farms in Greece. *Sustainability*, 13(13), 7441. <https://doi.org/10.3390/su13137441>
- Waltham, N. J., Elliott, M., Lee, S. Y., Lovelock, C., Duarte, C. M., Buelow, C., Simenstad, C., Nagelkerken, I., Claassens, L., Wen, C. K.-C., Barletta, M., Connolly, R. M., Gillies, C., Mitsch, W. J., Ogburn, M. B., Purandare, J., Possingham, H., & Sheaves, M. (2020). UN Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030—What chance for success in restoring coastal ecosystems? *Frontiers in Marine Science*, 7, 71. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00071>
- Wiradana, P. A., Mahasri, G., Sari, R. E. R., Marwiyah, U. C., & Prihadhana, R. (2019). Identification of white spot syndrome virus (WSSV) in Pacific white shrimps (*Litopenaeus vannamei*) from ponds post-exposure to immunogenic membrane proteins (*Zoothamnium penaei*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 236(1), 012085. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/236/1/012085>
- Wiradana, P., Ketut Sundra, I., Budi Kurniawan, S., Rozaimah Sheikh Abdullah, S., Amin Alamsjah, M., & Fauzul Imron, M. (2021). Monitoring of diversity, characteristics, threatening rate and potency of mangrove vegetation in Denpasar, Bali, Indonesia. *Plant Archives*, 21(Suppl. 1), 592–599. <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2021.v21.S1.090>
- Wiradana, P. A., Maharani, A. Y., Sani, M. D., Susilo, R. J. K., Riandi, M. I., Widhiantara, I. G., Sudaryatma, P. E., Okabayashi, T., & Mukti, A. T. (2023). Monitoring of microbial, water quality, and production performance of *Litopenaeus vannamei* on intensive pond in Bulukumba, South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1273(1), 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1273/1/012058>
- Wiradana, P. A., Sani, M. D., Mawli, R. E., Ashshoffa, F. N. D., Widhiantara, I. G., & Mukti, A. T. (2022). Monitoring the occurrence of Zoea Syndrome (ZS) in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae from several hatcheries in East Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth*



- and Environmental Science*, 1036(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1036/1/012003>
- Wiradana, P. A., Theresia, Y., Wiryatno, J., Suwanti, L. T., Kurniawan, S. B., Ismail, N. 'Izzati, & Abdullah, S. R. S. (2021). Identification of parasites and its prevalence from grouper commodities collected in Buleleng Regency, Bali, Indonesia. *Asia Life Science*, 11(2), 45–52.
- Wulandari, D. Y., Pribadi, R., & Suryanti, S. (2017). Studi kerapatan vegetasi mangrove di Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Maquares*, 6(3), 258–267. <https://doi.org/10.14710/marj.v6i3.18247>
- Yuliana, E., & Amin, M. (2020). Estimasi biomassa dan karbon tersimpan pada tegakan mangrove di Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Agrifor*, 19(1), 49–58. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v19i1.5028>
- Zamroni, A., & Rohyani, I. S. (2017). Struktur komunitas dan kerapatan vegetasi mangrove di pesisir Pantai Jerowaru, Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 83–92. <https://doi.org/10.29303/jbt.v17i2.49>
- Zhang, Y., Chen, G., & Guo, L. (2017). Carbon storage in mangrove ecosystems and their contributions to climate change mitigation. *Acta Ecologica Sinica*, 37(1), 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2016.12.003>
- Zulfikar, A., & Hidayat, T. (2019). Peran ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim: Studi kasus di pesisir Aceh. *Jurnal Perikanan Tropis*, 6(2), 105–113. <https://doi.org/10.35308/jpt.v6i2.1902>

