

PEMBERDAYAAN KELOMPOK PEMBUDIDAYA KERAPU MELALUI TRANSFER TEKNOLOGI PROBIOTIK EM4 DAN ALAT MONITORING KUALITAS AIR DIGITAL DI KAMPUNG MADONG

Empowering Grouper Farming Groups Through the Transfer of EM4 Probiotic Technology and Digital Water Quality Monitoring Systems in Madong Village

Daniel Sinaga^{1*}, Fitria Ulfah², Ronia Tambunan³

¹Program Studi Budidaya Perairan, ²Program Studi Sosial Ekonomi Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji, ³Program Studi Akuntansi Universitas Maritim Raja Ali Haji

Jalan Politeknik Senggarang, Kec. Tanjungpinang Kota, Kota Tanjungpinang, Provinsi Kepulauan Riau, 29115

*Alamat Korespondensi: danielsinaga@umrah.ac.id

(Tanggal Submission: 29 Oktober 2025, Tanggal Accepted : 20 Maret 2026)



Kata Kunci :

Ikan Kerapu, Manajemen Kesehatan Ikan, Pemberdayaan Masyarakat, Probiotik

Abstrak :

Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapasitas produksi dan manajemen kesehatan ikan kerapu (*Epinephelus spp.*) pada kelompok pembudidaya “Maju Mandiri” di Kampung Madong, Kota Tanjungpinang. Permasalahan utama yang dihadapi mitra meliputi tingginya mortalitas ikan, rendahnya produktivitas, keterbatasan penerapan teknologi budidaya modern, serta lemahnya sistem monitoring kualitas air. Solusi yang diterapkan meliputi pelatihan seleksi benih, penerapan manajemen kesehatan ikan berbasis probiotik EM4, serta penggunaan alat monitoring kualitas air digital. Metode pelaksanaan dilakukan melalui sosialisasi, pelatihan teknis, implementasi teknologi, dan pendampingan intensif secara partisipatif dengan melibatkan dosen, mahasiswa, dan mitra. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan survival rate ikan kerapu hingga $\pm 85\%$, penurunan gejala penyakit, perbaikan kualitas lingkungan budidaya, serta peningkatan produksi dan efisiensi manajemen kesehatan ikan. Program ini juga memperkuat kapasitas kelembagaan mitra dan peran mahasiswa dalam transfer teknologi. Konsistensi penerapan teknologi menjadi faktor kunci keberlanjutan program dalam mendukung ketahanan pangan dan penguatan ekonomi masyarakat pesisir.

Key word :

Grouper, Fish Health Management, Community

Abstract :

This community service program aimed to enhance production capacity and fish health management of grouper (*Epinephelus spp.*) culture in the “Maju Mandiri” farmer group in Kampung Madong, Tanjungpinang City. The main problems faced by the partner included high fish mortality, low productivity,



<i>Empowerment, Probiotics</i>	limited adoption of modern aquaculture technologies, and inadequate water quality monitoring systems. The implemented solutions comprised training on seed selection, application of fish health management based on EM4 probiotics, and the use of digital water quality monitoring devices. The program was conducted through socialization, technical training, technology implementation, and intensive participatory assistance involving lecturers, students, and community partners. The results showed an increase in grouper survival rate up to approximately 85%, a reduction in disease symptoms, improvement in the aquaculture environment quality, and enhanced production and efficiency of fish health management. The program also strengthened institutional capacity of the partner group and promoted active student involvement in technology transfer. Consistent application of the introduced technologies is essential to ensure program sustainability in supporting food security and strengthening the coastal community economy.
--------------------------------	--

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

Sinaga, D., Ulfah, F., & Tambunan, R. (2026). Pemberdayaan Kelompok Pembudidaya Kerapu Melalui Transfer Teknologi Probiotik EM4 dan Alat Monitoring Kualitas Air Digital di Kampung Madong. *Jurnal Abdi Insani*, 13(3), 1990-1998. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v13i3.3462>

PENDAHULUAN

Kampung Madong yang terletak di Kota Tanjungpinang, Provinsi Kepulauan Riau, merupakan kawasan pesisir yang memiliki potensi besar untuk pengembangan budidaya laut, khususnya ikan kerapu (*Epinephelus* spp.). Kondisi perairan yang relatif tenang, terlindung dari gelombang besar, serta memiliki kualitas lingkungan yang cukup baik menjadikan wilayah ini sesuai untuk pengembangan sistem budidaya menggunakan keramba jaring apung. Ikan kerapu merupakan komoditas perikanan bernilai ekonomi tinggi dengan permintaan pasar yang stabil baik di tingkat domestik maupun ekspor, sehingga memiliki prospek yang sangat baik dalam meningkatkan pendapatan masyarakat pesisir. Namun demikian, pemanfaatan potensi tersebut di Kampung Madong masih belum optimal karena sebagian besar masyarakat masih bergantung pada aktivitas penangkapan ikan tradisional dengan produktivitas yang relatif rendah. Selain itu, keterbatasan pengetahuan teknis budidaya dan pakan berkualitas, serta minimnya pendampingan teknologi menjadi kendala dalam pengembangan budidaya kerapu secara berkelanjutan (Sugama *et al.*, 2018; Effendi *et al.*, 2019; Ybanez Jr & Gonzales, 2023).

Kelompok pembudidaya “Maju Mandiri”, yang terdiri dari 10 orang anggota, telah melakukan usaha budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung (KJA). Praktik budidaya dilakukan secara semi-intensif dengan padat tebar 30–40 ekor/m³ menggunakan benih berukuran 8–10 cm. Pakan utama yang digunakan masih didominasi oleh ikan rucah segar yang diberikan sebanyak dua kali sehari. Dalam praktik budidaya kerapu, satu siklus produksi umumnya berlangsung selama 6–8 bulan hingga ikan mencapai ukuran konsumsi sekitar 500–800 g per ekor, tergantung pada jenis kerapu, kualitas pakan, serta kondisi lingkungan perairan. Tingkat kelangsungan hidup atau survival rate (SR) dalam budidaya ikan dihitung sejak penebaran benih hingga panen, yaitu dengan membandingkan jumlah ikan yang dipanen dengan jumlah benih yang ditebar pada awal pemeliharaan.

Berdasarkan kondisi budidaya yang dilakukan oleh kelompok tersebut, tingkat kelangsungan hidup ikan yang dihasilkan masih relatif rendah, yaitu sekitar 65–70%, dengan mortalitas mencapai 20–30% per siklus produksi (KKP, 2021). Nilai tersebut masih berada di bawah kisaran optimal budidaya kerapu yang seharusnya mampu mencapai tingkat kelangsungan hidup di atas 80%, dengan mortalitas kurang dari 20% apabila manajemen produksi dan kesehatan ikan diterapkan secara baik (Aslamyeh *et al.*, 2020; Sutarmat, 2012). Rendahnya tingkat kelangsungan hidup ini secara langsung berdampak



pada rendahnya jumlah produksi yang dihasilkan dalam setiap siklus budidaya, sehingga potensi ekonomi dari usaha budidaya kerapu belum dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh kelompok pembudidaya.

Hasil wawancara dengan anggota kelompok pembudidaya “Maju Mandiri” menunjukkan bahwa rendahnya tingkat produksi terutama dipengaruhi oleh beberapa kendala teknis dalam proses budidaya. Pembudidaya menyampaikan bahwa kualitas benih yang diperoleh dari pemasok sering tidak seragam dan sebagian menunjukkan kondisi fisik yang kurang baik pada saat penebaran. Selain itu, pengetahuan mengenai manajemen kesehatan ikan, termasuk pencegahan penyakit dan penanganan stres lingkungan, masih terbatas sehingga kematian ikan sering terjadi terutama pada fase awal pemeliharaan. Kegiatan pemantauan kualitas air juga masih dilakukan secara sederhana tanpa penggunaan alat ukur yang memadai untuk parameter penting seperti oksigen terlarut, suhu, dan salinitas. Kondisi ini menyebabkan pengelolaan budidaya lebih bersifat reaktif dibandingkan preventif, sehingga berdampak pada tingginya mortalitas dan rendahnya produktivitas budidaya dalam setiap siklus pemeliharaan.

Melihat permasalahan tersebut, program Hibah BIMA dengan skema Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) dirancang untuk memberikan solusi komprehensif yang mencakup peningkatan produksi, manajemen kesehatan ikan. Pendekatan yang digunakan adalah partisipatif, di mana mitra terlibat aktif dalam setiap tahap kegiatan mulai dari perencanaan, pelatihan, implementasi teknologi, hingga evaluasi hasil. Dengan demikian, program ini tidak hanya bersifat transfer teknologi, tetapi juga penguatan kapasitas kelembagaan mitra agar mandiri dan berkelanjutan.

Program ini menekankan keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan nyata di luar kampus. Mahasiswa berperan sebagai pendamping teknis. Hal ini memberikan pengalaman belajar berbasis proyek yang relevan dengan kebutuhan masyarakat, sekaligus memperkuat capaian Indikator Kinerja Utama (IKU) perguruan tinggi, khususnya IKU 2 (mahasiswa mendapat pengalaman di luar kampus), IKU 3 (dosen berkegiatan di luar kampus).

Sinergi antara dosen, mahasiswa, dan kelompok mitra dalam program ini diarahkan untuk meningkatkan keberhasilan budidaya kerapu melalui penerapan teknologi probiotik serta sistem monitoring kualitas air pada unit keramba jaring apung. Secara spesifik, kegiatan ini menargetkan peningkatan tingkat kelangsungan hidup (survival rate/SR) ikan dari kisaran awal 65–70% menjadi minimal 80 % dalam satu siklus pemeliharaan, melalui perbaikan manajemen kesehatan ikan dan kualitas lingkungan budidaya. Program ini juga menargetkan peningkatan kapasitas teknis mitra, yang diukur melalui kemampuan anggota kelompok dalam melakukan pemantauan kualitas air secara mandiri, menerapkan probiotik dalam manajemen pemeliharaan, serta mengelola budidaya secara lebih terstandar. Dengan pencapaian indikator tersebut, diharapkan produktivitas budidaya kerapu meningkat melalui bertambahnya jumlah ikan yang dapat dipanen dalam setiap siklus produksi, sehingga kegiatan ini berkontribusi langsung terhadap peningkatan produksi perikanan budidaya serta penguatan ketahanan pangan berbasis sumber daya perikanan di Kampung Madong.

METODE KEGIATAN

Waktu dan Tempat

Kegiatan pengabdian masyarakat dilaksanakan di Kampung Madong, Kelurahan Kampung Bugis, Kecamatan Tanjungpinang Kota, Kota Tanjungpinang, Provinsi Kepulauan Riau. Lokasi ini dipilih karena merupakan salah satu sentra budidaya ikan kerapu dengan potensi sumber daya perairan yang mendukung, namun masih menghadapi kendala teknis dan manajerial. Program berlangsung bulan Juli sampai Desember pada tahun 2025, dengan tahapan kegiatan yang disusun secara sistematis meliputi sosialisasi, pelatihan, implementasi teknologi, pendampingan, serta evaluasi dan keberlanjutan. Kegiatan melibatkan 10 orang anggota kelompok pembudidaya ikan “Maju Mandiri” sebagai mitra utama, serta didukung oleh tim dosen dan mahasiswa sebagai fasilitator kegiatan.



Prosedur Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dirancang menggunakan pendekatan partisipatif dan kolaboratif, di mana mitra kelompok pembudidaya ikan “Maju Mandiri” dilibatkan secara aktif pada setiap proses kegiatan, mulai dari perencanaan hingga evaluasi akhir. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan terjadinya transfer ilmu pengetahuan dan teknologi yang efektif sekaligus membangun kemandirian dan keberlanjutan program pemberdayaan di tingkat masyarakat (Sugama *et al.*, 2018; Chambers, 2020).

1. Tahap Persiapan dan Sosialisasi Program

Tahap awal kegiatan diawali dengan koordinasi internal tim pelaksana untuk menyusun rencana kegiatan, instrumen observasi lapangan, serta bahan pelatihan yang relevan dengan kebutuhan mitra. Selanjutnya dilakukan pertemuan awal bersama kelompok pembudidaya “Maju Mandiri” yang diikuti oleh seluruh anggota kelompok (10 peserta). Pada pertemuan ini dijelaskan latar belakang kegiatan, tujuan, manfaat, serta bentuk dukungan dan peran yang diharapkan dari masing-masing pihak. Kegiatan ini sekaligus menjadi forum untuk menyepakati rencana aksi bersama, termasuk jadwal pelaksanaan, pembagian tugas, dan mekanisme evaluasi.

Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi kondisi awal (baseline) melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pembudidaya terkait praktik budidaya yang telah berjalan. Data yang dikumpulkan meliputi padat tebar, manajemen pakan, tingkat kelangsungan hidup ikan (SR), serta parameter kualitas air seperti suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut (DO). Data baseline ini menjadi dasar untuk mengevaluasi efektivitas program pada tahap akhir kegiatan (Effendi *et al.*, 2019).

2. Tahap Pelatihan dan Transfer Teknologi

Tahap ini bertujuan meningkatkan kapasitas teknis dan manajerial pembudidaya melalui kegiatan pelatihan terpadu. Metode yang digunakan adalah kombinasi antara ceramah interaktif dan praktik langsung. Materi pelatihan meliputi:

- Teknik seleksi dan penanganan benih unggul, termasuk pengenalan ciri-ciri benih sehat dan bebas penyakit.
- Manajemen kesehatan ikan berbasis biosekuriti, dengan penekanan pada pencegahan penyakit melalui kebersihan wadah dan kontrol lingkungan.
- Simulasi penggunaan alat digital monitoring kualitas air, seperti dissolved oxygen (DO) meter, salinity tester, dan pH meter.
- Teknik aplikasi probiotik dalam sistem budidaya

Pelatihan ini juga disertai pengenalan teknologi probiotik EM4 sebagai suplementasi pakan alami untuk meningkatkan efisiensi pakan, kesehatan ikan, serta menekan angka mortalitas (Dawood *et al.*, 2021). Pendekatan ini dirancang untuk membangun kemampuan adaptif pembudidaya terhadap teknologi budidaya. Selain itu, peserta juga diberikan pelatihan mengenai pencatatan data produksi sebagai dasar pengambilan keputusan dalam manajemen budidaya.

3. Tahap Implementasi dan Penerapan Teknologi

Tahap implementasi dilakukan dengan penerapan teknologi monitoring kualitas air dan penggunaan probiotik dalam kegiatan budidaya. Pengukuran kualitas air dilakukan secara rutin sebanyak dua kali sehari, yaitu pada pagi hari (07.00–08.00 WIB) dan sore hari (16.00–17.00 WIB). Parameter yang diukur meliputi suhu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut (DO). Data pengukuran dicatat dalam logbook budidaya sebagai bahan evaluasi manajemen produksi.

Selain monitoring kualitas air, dilakukan penerapan probiotik EM4 pada pakan ikan dengan dosis 10 ml EM4 per kg pakan, yang terlebih dahulu dicampur dengan air sebanyak 100 ml dan disemprotkan secara merata pada pakan sebelum diberikan kepada ikan. Aplikasi probiotik dilakukan 3 kali per minggu dengan tujuan meningkatkan keseimbangan mikroba dalam lingkungan budidaya serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan (Yanbo *et al.*, 2020; Dawood *et al.*, 2021).



4. Tahap Pendampingan Lapangan dan Monitoring

Pendampingan lapangan dilakukan secara berkala oleh tim pelaksana bersama mahasiswa selama masa implementasi program. Kegiatan pendampingan meliputi pengamatan pertumbuhan ikan, pengecekan kondisi keramba, pemantauan kualitas air, serta evaluasi penggunaan probiotik dalam sistem budidaya. Pengamatan pertumbuhan ikan dilakukan setiap dua minggu sekali melalui sampling bobot dan panjang ikan secara acak. Selain itu, dilakukan pula pencatatan tingkat kelangsungan hidup (SR) yang dihitung dari jumlah ikan yang masih hidup dibandingkan dengan jumlah ikan yang ditebar pada awal pemeliharaan.

5. Tahap Evaluasi Program

Evaluasi program dilakukan menggunakan desain evaluasi pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra setelah mengikuti kegiatan pelatihan. Evaluasi juga dilakukan terhadap parameter teknis budidaya dengan membandingkan data kondisi awal dengan data setelah implementasi program, terutama pada indikator utama seperti tingkat kelangsungan hidup ikan (SR), pertumbuhan ikan, serta kualitas air budidaya.

Selain evaluasi teknis, dilakukan pula evaluasi partisipatif melalui diskusi kelompok terarah dengan anggota kelompok pembudidaya untuk memperoleh umpan balik terhadap pelaksanaan kegiatan. Hasil evaluasi ini digunakan sebagai dasar penyusunan rekomendasi pengembangan model pemberdayaan pembudidaya berbasis teknologi tepat guna yang dapat diterapkan secara berkelanjutan di wilayah pesisir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

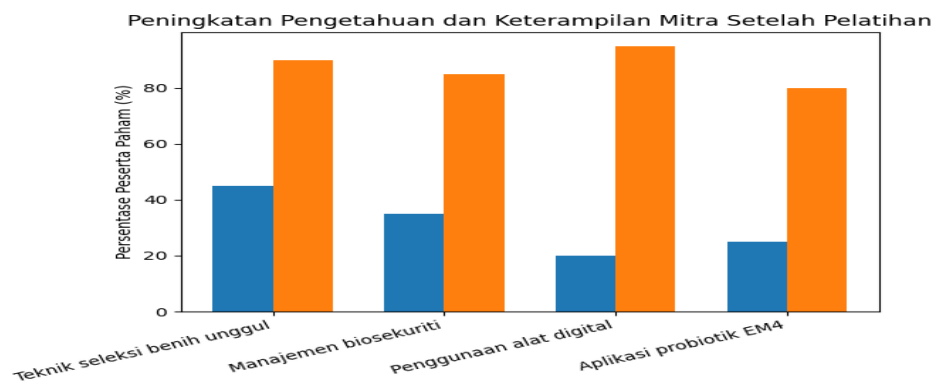
Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat pada kelompok pembudidaya ikan *Maju Mandiri* telah berjalan melalui lima tahap utama: (1) persiapan dan sosialisasi, (2) pelatihan dan transfer teknologi, (3) implementasi teknologi budidaya modern, (4) pendampingan lapangan, dan (5) evaluasi program. Pendekatan partisipatif dan kolaboratif ini terbukti efektif dalam membangun kapasitas teknis, memperkuat kemandirian mitra, serta meningkatkan efisiensi sistem budidaya (Sugama *et al.*, 2018).

1. Hasil Tahap Persiapan dan Sosialisasi

Sosialisasi program menghasilkan peningkatan kesadaran mitra terhadap pentingnya pengelolaan kualitas air dan efisiensi pakan. Berdasarkan hasil wawancara awal, 80% anggota kelompok belum pernah menggunakan alat ukur digital, dan 70% belum menerapkan sistem biosekuriti dasar. Setelah tahap sosialisasi, seluruh anggota mitra memahami manfaat pemantauan kualitas air secara rutin serta kesesuaian teknologi dengan kapasitas usaha serta mendorong partisipasi aktif dan mempercepat proses adopsi inovasi (Chambers, 2020; Nurhayati, 2022).

2. Hasil Pelatihan dan Transfer Teknologi

Pelatihan yang dilakukan secara interaktif berhasil meningkatkan keterampilan teknis mitra dalam berbagai aspek budidaya. Gambar 1 menunjukkan peningkatan kemampuan mitra sebelum dan sesudah pelatihan. Kegiatan Pelatihan pencampuran pakan dengan EM4, Pelatihan Seleksi Benih Unggul dan Manajemen Biosekuriti, Pelatihan Penggunaan Alat Digital dapat dilihat pada Gambar 2, 3 dan 4.



Gambar 1. Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Mitra Setelah Pelatihan
Sumber: Data primer hasil evaluasi pelatihan (2025).



Gambar 2. Pelatihan Pencampuran Pakan dengan EM4



Gambar 3. Pelatihan Seleksi Benih Unggul dan Manajemen Biosekuriti



Gambar 4. Pelatihan Penggunaan Alat Digital

Peningkatan ini menunjukkan efektivitas pendekatan *learning by doing* yang digunakan dalam kegiatan pelatihan. Pendekatan ini memungkinkan pembudidaya belajar melalui pengalaman langsung, memperkuat pemahaman konseptual dan kemampuan praktis (Kolb, 2015; Rimmer, 2021).

3. Hasil Implementasi Teknologi Budidaya Modern

Penerapan alat digital dan probiotik EM4 di lokasi budidaya menunjukkan perbaikan nyata pada kualitas air dan kinerja pertumbuhan ikan. Nilai rata-rata parameter kualitas air sebelum dan sesudah kegiatan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Kualitas Air Sebelum dan Sesudah Implementasi Teknologi

Parameter	Sebelum (Rata-rata)	Sesudah (Rata-rata)	Baku Mutu Optimal*
DO (mg/L)	4,3 ± 0,4	6,2 ± 0,3	≥ 5
pH	6,5 ± 0,2	7,3 ± 0,2	6,5–8,0
Suhu (°C)	29,8 ± 0,5	29,4 ± 0,4	26–30
Salinitas (ppt)	20 ± 2	19 ± 1	18–22

*Keterangan: Berdasarkan Effendi (2003).

Peningkatan DO dan kestabilan pH menunjukkan bahwa sistem aerasi dan manajemen kualitas air yang diterapkan berjalan efektif. Selain itu, penerapan probiotik EM4 berdampak positif terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan. Rata-rata Survival Rate (SR) meningkat dari 70% menjadi 85 %, Hasil ini sejalan dengan penelitian Dawood *et al.* (2021), yang melaporkan bahwa probiotik dapat meningkatkan efisiensi pakan dan imunitas ikan.

4. Hasil Pendampingan dan Evaluasi Lapangan

Pendampingan lapangan menghasilkan peningkatan kemandirian mitra dalam memantau kualitas air serta pertumbuhan ikan. Selain itu, komunikasi daring melalui grup WhatsApp mempercepat koordinasi, memperkuat jejaring antar anggota kelompok, dan meningkatkan kecepatan respons terhadap masalah teknis (Ariyanto, 2021). Evaluasi akhir menunjukkan peningkatan dalam aspek sosial dan teknis sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Dampak Program terhadap Mitra Budidaya Ikan

Aspek	Sebelum Program	Sesudah Program	Perubahan
Tingkat partisipasi mitra	Sedang	Tinggi	+40%
Kemandirian teknis	Rendah	Tinggi	+60%
Keberlanjutan kegiatan	Lemah	Kuat	+55%
Kualitas koordinasi	Sedang	Sangat baik	+50%

Sumber: Hasil evaluasi partisipatif (2025).

Hasil ini memperkuat pernyataan Effendi *et al.*, (2019); Setyawan, 2023), bahwa keterlibatan aktif masyarakat dalam setiap tahapan program memperkuat rasa memiliki dan keberlanjutan hasil pemberdayaan. Kegiatan Monitoring berkala sebagaimana ditampilkan pada Gambar 5.





Gambar 5. Kegiatan Monitoring Berkala

5. Dampak Edukatif dan Sosial

Mahasiswa yang terlibat memperoleh pengalaman praktis dalam pemantauan kualitas air, manajemen budidaya, dan interaksi sosial dengan masyarakat. Hal ini mendukung pengembangan kompetensi profesional mahasiswa di bidang perikanan (Rahmawati, 2022).

KESIMPULAN DAN SARAN

Program pengabdian melalui Hibah BIMA skema Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) terbukti meningkatkan kinerja budidaya ikan kerapu pada kelompok Maju Mandiri di Kampung Madong, Tanjungpinang. Penerapan probiotik EM4 dan alat monitoring kualitas air digital meningkatkan survival rate menjadi $\pm 85\%$ serta menurunkan mortalitas hingga di bawah 15%, disertai perbaikan kualitas air. Kegiatan pelatihan dan pendampingan partisipatif meningkatkan pemahaman teknis pembudidaya pada aspek seleksi benih, biosekuriti, penggunaan alat digital, dan aplikasi probiotik, sekaligus memperkuat kapasitas kelembagaan dan kemandirian kelompok. Untuk keberlanjutan program, disarankan penerapan teknologi dilakukan secara konsisten, didukung pendampingan lanjutan pada pencatatan produksi berbasis data dan penguatan manajemen usaha, serta replikasi model pemberdayaan pada kelompok pembudidaya pesisir lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Pelaksana Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Maritim Raja Ali Haji, mengucapkan terima kasih banyak kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah mendanai kegiatan ini melalui Pendanaan DPPM Tahun 2025 melalui skema Pengabdian Kepada Masyarakat, Program Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita, N. S., & Dewi, N. N. (2020). Evaluation of Hatching Rate, Growth Performance, and Survival Rate of Cantang Grouper (*Epinephelus Fuscoguttatus* $\times$ *Lanceolatus*) in Concrete Pond At Situbondo, East Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 441(1), 012019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/441/1/012019>
- Ariyanto, D., Fitri, A., & Haris, A. (2021). Digital Communication for Fishermen Empowerment: Case Study in Coastal Aquaculture Communities of Indonesia. *Journal of Marine and Coastal Development*, 21(3), 111–121.
- Aslamyeh S., & Tahapari E. (2020). Manajemen Kesehatan Ikan dalam Budidaya Laut. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 19(1), 45–56.
- Chambers, R. (2020). *Participatory Rural Appraisal: Principles and Practice*. London: Routledge.
- Dawood, M. A. O., Koshio, S., Abdel-Daim, M. M. & Van Doan, H. (2019). Probiotic Application for Sustainable Aquaculture. *Rev Aquacult*, 11, 907-924. <https://doi.org/10.1111/raq.12272>
- Effendi I., & Utomo N. B. P. (2019). Peningkatan Produktivitas Budidaya Ikan Kerapu Melalui Penerapan Teknologi Tepat Guna. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 29(2), 123–34.



- Hoseinifar S. H. , Sun Y. Z., & Wang, A. (2020). Probiotics as Feed Supplements. *Fish Shellfish Immunol.* 101, 194–9.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (2021). *Statistik Perikanan Budidaya Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Jakarta: Pearson Education.
- Nurhayati, H., Suryati, E., & Abdullah, M. (2022). Participatory Approach in Coastal Community Empowerment for Sustainable Aquaculture. *Jurnal Sosial Humaniora*, 26(3), 200–212.
- Rahmawati, D., & Suryana, A. (2022). Project-Based Learning Implementation for MBKM Program in Aquaculture Education. *Journal of Educational Development*, 10(1), 77–86.
- Rimmer, M. A., Sugama, K., & Williams, K. C. (2021). *Training Approaches for Grouper Hatchery Development in Indonesia*. *Aquaculture Reports*, 20, 100720.
- Setyawan, H., & Nugroho, A. (2023). *Community Participation in Marine Aquaculture Development: A Sustainability Perspective*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(2), 184–194.
- Sugama, K., Rimmer, M. A., & Ismi, S. (2018). *Budidaya Ikan Kerapu: Teknologi dan Manajemen*. Jakarta: Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut.
- Sutarmat, T. (2012). Analisis Finansial Produksi Yuwana Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dengan Pakan Pelet dan Ikan Rucuh dalam Keramba Jaring Apung. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 14(2), 53–61.
- Yanbo, W., & Zirong, X. (2020). Effect of *Bacillus Subtilis* on Intestinal Morphology of Grouper. *Aquac Nutr.* 26(3), 756–68.
- Ybanez Jr, C. O., & Gonzales, R. C. (2023). *Challenges and Progress of Grouper Aquaculture in Asia: A Review*. *Davao Research Journal*, 14(2), 6–29.
- Zhang J, Li Y, Wang Q. (2023). Survival Rate Improvement in Grouper Aquaculture. *Aquaculture*, 567, 739284.