

PENYULUHAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI *RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM (RAS)* UNTUK PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN KESEHATAN IKAN LELE PADA POKDAKAN BINTANG ROSELA JAYA DI DESA PATOMAN, KABUPATEN PRINGSEWU, PROVINSI LAMPUNG

The Dissemination And Implementation Of The Recirculating Aquaculture System (RAS) Technology For The Management Of Water Quality And The Health Of Catfish At The Bintang Rosela Jaya Group In Patoman Village, Pringsewu Regency, Lampung Province

Munti Sarida^{1,2*}, Agus Setyawan^{1,2}, Wahyu Eko Sulistiono³, Ria Alfina¹, Azizah²

¹Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung,

²Program Studi Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut, Pascasarjana, Universitas Lampung,

³Program Studi Teknik Informatika Universitas Lampung

Jl. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedong Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung, 35145

*Alamat Korespondensi: munti.sarida@fp.unila.ac.id

(Tanggal Submission: 18 September 2024, Tanggal Accepted : 06 November 2024)



Kata Kunci :

Budidaya Lele, Kesehatan Ikan, Kualitas Air, Penyuluhan, Recirculating Aquaculture System (RAS)

Abstrak :

Kendala besar yang dihadapi dalam produksi budidaya ikan lele pada Pokdakan Bintang Rosela Jaya dipengaruhi oleh kualitas air, seperti kondisi amoniak di dalam air kolam terlalu tinggi dan terlambatnya penanganan untuk pergantian air. Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan anggota Pokdakan dalam menerapkan teknologi *Recirculating Aquaculture System (RAS)* pada budidaya ikan lele. Metode pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini melibatkan beberapa tahapan penting, yaitu survei lokasi dan kondisi kolam mitra, penyuluhan tentang pengelolaan kualitas air dan kesehatan ikan, perancangan dan pemasangan teknologi RAS, dan evaluasi hasil kegiatan penyuluhan. Hasil survei lokasi dan kondisi kolam mitra diketahui bahwa pada kegiatan budidaya lele yang dilakukan mengalami kendala kualitas air yang buruk. Kegiatan penyuluhan yang diikuti oleh 20 peserta pada tanggal 10 Agustus 2024. Materi penyuluhan mencakup pentingnya pengelolaan kualitas air, penerapan teknologi RAS, manajemen kesehatan ikan, serta pengenalan berbagai penyakit yang umum terjadi pada ikan lele. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pengetahuan peserta, dengan rata-rata nilai pre-test sebesar 36 meningkat menjadi 46 setelah penyuluhan. Kegiatan ini diharapkan dapat membantu mitra dalam mengatasi masalah kualitas air, meningkatkan kesehatan ikan, dan mendukung praktik budidaya ikan lele yang berkelanjutan. Dengan demikian, teknologi RAS dapat diimplementasikan secara efektif, memberikan manfaat jangka panjang bagi keberhasilan budidaya ikan lele di Pokdakan ini.

Key word :

*Catfish
Aquaculture,
Fish Health,
Water Quality,
Extension,
Recirculating
Aquaculture
System (RAS)*

Abstract :

Significant challenges encountered in the catfish farming production at Pokdakan Bintang Rosela Jaya are largely influenced by water quality issues, particularly the elevated levels of ammonia in the pond water and delays in water replacement management. This community service initiative aims to enhance the knowledge and skills of the members of Pokdakan regarding the implementation of Recirculating Aquaculture System (RAS) technology in catfish farming. The methodology for this community service project comprises several stages, including site surveys and assessments of the partner's pond conditions, educational outreach on water quality management and fish health, the design and installation of RAS technology, and the evaluation of the outreach outcomes. The site survey revealed that the catfish farming activities were facing significant water quality challenges. The educational outreach, attended by 20 participants on August 10, 2024, covered essential topics such as the importance of water quality management, the application of RAS technology, fish health management, and an introduction to common diseases affecting catfish. Evaluation results indicated a notable increase in participants' knowledge, with average pre-test scores rising from 36 to 46 following the outreach. This initiative is anticipated to assist partners in addressing water quality issues, improving fish health, and promoting sustainable catfish farming practices. Consequently, the effective implementation of RAS technology is expected to yield long-term benefits for the success of catfish farming at this Pokdakan.

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

Sarida, M., Setyawan, A., Sulistiono, W. E., Alfina, R., & Azizah. (2024). Penyuluhan dan Penerapan Teknologi Recirculating Aquaculture System (RAS) Untuk Pengelolaan Kualitas Air dan Kesehatan Ikan Lele Pada Pokdakan Bintang Rosela Jaya di Desa Patoman, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. *Jurnal Abdi Insani*, 11(4), 2053-2062. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i4.1984>

PENDAHULUAN

Syarat utama untuk dilaksanakannya suatu kegiatan budidaya perikanan adalah sumber air yang ideal. Kecamatan Pagelaran merupakan kecamatan yang berada di Kabupaten Pringsewu, Lampung dengan komoditas unggulan yaitu ikan lele (BPS, 2019). Salah satu komoditas yang dapat dibudidayakan dengan padat tebar yang tinggi, menjadikannya pilihan unggul dalam akuakultur yaitu ikan lele (KKP, 2020; Triastuti *et al.*, 2024). Selain itu, tingginya permintaan dan konsumsi ikan lele di kalangan masyarakat menuntut para pembudidaya untuk terus menyediakan pasokan yang memadai. Namun, dalam implementasinya masih terdapat tantangan dalam pemenuhan permintaan pasar. Tantangan dalam kegiatan budidaya lele yaitu pengelolaan kualitas air yang ideal dan kesehatan ikan (Koniyo, 2020).

Budidaya ikan lele dalam kondisi air yang buruk dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, menurunkan kesehatan ikan, bahkan menyebabkan kematian (Wahyuningsih *et al.*, 2020). Selain itu, faktor penghambat lainnya yaitu kurangnya pengetahuan petani ikan mengenai teknologi inovatif untuk mencari solusi terhadap permasalahan kualitas air yang kurang ideal (Mahdalianan *et al.*, 2020). Metode *Recirculating Aquaculture Systems* (RAS) memungkinkan pembudidaya untuk meningkatkan kepadatan tebar ikan tanpa menurunkan kualitas hidup ikan. Dengan pengelolaan yang baik,

produktivitas bisa ditingkatkan tanpa memerlukan penambahan lahan atau sumber air yang lebih besar.

Sistem RAS dalam kegiatan perikanan dapat terus beroperasi dengan stabil tanpa tergantung pada kondisi alam (Abdel-Tawwab *et al.*, 2020). Meskipun air tersedia dengan cukup, penggunaan air yang efisien tetap menjadi pertimbangan utama dalam budidaya perikanan modern. Sistem RAS memungkinkan penggunaan ulang air melalui filtrasi, sehingga dapat mengurangi konsumsi air secara signifikan dibandingkan dengan metode konvensional. RAS menggunakan teknik pengolahan ulang air untuk memastikan air tetap memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan dalam proses budidaya ikan (Tierney *et al.*, 2020).

RAS dikembangkan untuk mengurangi konsumsi air, energi, dan lahan dalam industri akuakultur, serta membantu menjaga kualitas air dan mengurangi limbah guna mendukung kesehatan ikan (Aich *et al.*, 2020; Lindholm-Lehto, 2023). Teknologi ini memungkinkan pemanfaatan lahan yang biasanya tidak digunakan dan mendukung prinsip keberlanjutan (Fudge *et al.*, 2023). Secara umum, penerapan RAS dalam budidaya lele melibatkan beberapa tahap, yaitu air limbah dari kolam budidaya masuk ke kolam sedimentasi untuk memisahkan material melalui filtrasi fisik, kemudian ke kolam perawatan biologis untuk mengurangi amonia dan mendukung proses nitrifikasi, dilanjutkan ke kolam sterilisasi, dan terakhir ke kolam rekondisi sebelum air kembali ke kolam budidaya (Sulaimawi, 2021).

Penggunaan RAS juga sejalan dengan tujuan keberlanjutan, karena sistem ini dapat mengurangi limbah air dan pencemaran lingkungan. Sistem ini dapat menjadi model bagi budidaya perikanan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan di masa depan. Program pengabdian PKM ini bertujuan untuk memperkenalkan teknologi RAS yang dapat memberikan transfer pengetahuan dan teknologi kepada mitra Pokdakan Bintang Rosela Jaya di Desa Patoman, Kabupaten Pringsewu, sehingga mereka lebih siap mengadopsi metode budidaya yang lebih modern dan berdaya saing.

METODE KEGIATAN

Lokasi dan Mitra Pengabdian

Kegiatan pengabdian ini dilakukan oleh Tim Pengabdian dari Program Studi Budidaya Perairan dan Teknik Informatika, Universitas Lampung yang bekerja sama dengan Pokdakan Bintang Rosela Jaya di Desa Patoman, Kabupaten Pringsewu. Pokdakan Bintang Rosela Jaya berdiri pada bulan Juli 2021 dan telah memiliki akta pendirian berbadan hukum yang beranggotakan 10 orang dengan komoditas budidaya ikan air tawar dan diketuai oleh Bapak Puji Purwanto.

Survei Lokasi dan Kondisi Kolam Pokdakan Bintang Rosela Jaya

Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 11 Juli 2024 yang dihadiri oleh tim pengabdian, mahasiswa yang terlibat dalam proyek, perwakilan dari Pokdakan, dan 1 orang Penyuluh Perikanan Kabupaten Pringsewu. Tim pengabdian melakukan survei yang bertujuan untuk mengevaluasi kondisi lingkungan dan kesiapan kolam sebelum memulai kegiatan budidaya.

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, langkah berikutnya yang diambil oleh tim adalah merumuskan permasalahan secara lebih mendetail agar dapat menentukan permasalahan utama yang perlu segera diatasi. Selain itu, tim juga akan memfokuskan pada perancangan teknologi RAS yang akan diterapkan dalam budidaya ikan. Perancangan ini dilakukan dengan memperhatikan aspek-aspek teknis dan operasional yang sesuai dengan kondisi lapangan, sehingga solusi yang dihasilkan dapat tepat sasaran dan efektif dalam mengatasi kendala yang dihadapi oleh mitra.

Penyuluhan tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Kesehatan Ikan

Penyuluhan dilaksanakan dengan menyampaikan materi pemahaman tentang pengelolaan kualitas air dan kesehatan ikan lele. Pada tahap ini, tim pengabdian melaksanakan kegiatan penyuluhan ini dengan tujuan untuk memperluas pengetahuan dan wawasan para pelaku usaha industri budidaya ikan lele, terutama dalam menghadapi berbagai kendala yang muncul dalam proses budidaya. Mitra diharapkan untuk berperan aktif dalam pelaksanaan kegiatan penyuluhan ini. Penyuluhan difokuskan pada dua aspek penting yaitu pengelolaan kualitas air dan kesehatan ikan, yang merupakan faktor krusial dalam budidaya ikan lele. Dengan adanya penyuluhan ini, diharapkan para pelaku usaha dapat

meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mereka terkait cara menjaga kualitas air yang optimal serta langkah-langkah yang harus diambil untuk menjaga kesehatan ikan. Selain itu, tujuan utama dari penyuluhan ini adalah agar pengetahuan yang diperoleh dapat diterapkan secara praktis dalam budidaya ikan lele, sehingga meningkatkan produktivitas dan keberhasilan budidaya secara keseluruhan.

Desain dan Pembuatan Teknologi *Recirculating Aquaculture System* (RAS)

Perancangan dan pemasangan sistem RAS dilakukan oleh tim pengabdian, mahasiswa, dan mitra kegiatan. Desain dan perencanaan sistem RAS melibatkan beberapa tahap, mulai dari analisis kebutuhan hingga perhitungan kapasitas sistem sesuai dengan jumlah ikan yang akan dibudidayakan. Alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan sistem RAS ini meliputi filter mekanik (ijuk), kimiawi (karbon aktif), biologi (*bioball*), toren air dengan kapasitas 500 L, pompa air, dan pipa paralon. Pada tahap ini juga dilakukan penyerahan teknologi RAS yang dirancang untuk mendukung pengelolaan kualitas air dalam budidaya. Salah satu komponen utamanya adalah penerapan sistem RAS, yang akan membantu menjaga kualitas air secara efisien. Mahasiswa juga dilibatkan dalam memberikan bimbingan kepada mitra. Pendampingan ini dimulai sejak penerapan teknologi hingga program pengabdian selesai, bertujuan untuk memastikan bahwa teknologi RAS berjalan optimal dan mampu mengatasi kendala yang dihadapi dalam kegiatan budidaya lele.

Evaluasi Kegiatan Penyuluhan

Evaluasi kegiatan penyuluhan merupakan pendekatan sistematis untuk menilai efektivitas dan dampak dari kegiatan penyuluhan yang dilakukan. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kegiatan penyuluhan berhasil meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan perubahan sikap atau perilaku pada peserta. Setelah kegiatan pengabdian ini selesai, diharapkan mitra dapat melanjutkan budidaya lele secara mandiri dengan menerapkan teknologi RAS. Dengan penerapan teknologi ini, mitra diharapkan mampu mengelola kualitas air dan kesehatan ikan secara lebih efektif, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha budidaya lele.

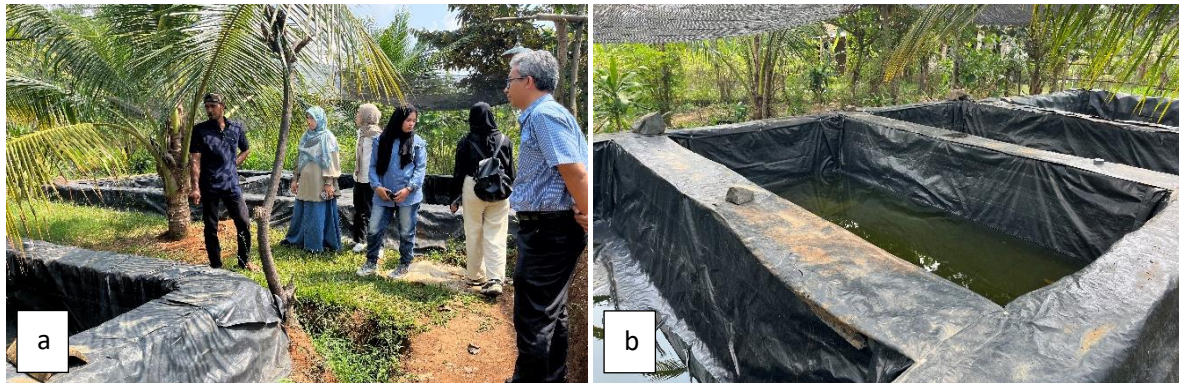
HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei Lokasi dan Kondisi Kolam Pokdakan Bintang Rosela Jaya

Hasil diskusi dengan Pokdakan Bintang Rosela Jaya menunjukkan bahwa Pokdakan ini ingin melakukan pengelolaan kualitas perairan dan kesehatan ikan (Gambar 1). Kegiatan budidaya ikan lele pada Pokdakan ini menghadapi kendala utama terkait kualitas air yang buruk. Atas dasar kendala tersebut, tim pengabdian merasa perlu melakukan survei, wawancara, dan kegiatan pengabdian dengan tujuan untuk meningkatkan produksi dan keberhasilan budidaya ikan lele di Pokdakan Bintang Rosela Jaya yang terletak di Desa Patoman, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Pringsewu. Kegiatan ini diharapkan dapat memberikan solusi yang komprehensif terhadap masalah kualitas air dan meningkatkan kapasitas mitra dalam menerapkan teknologi modern. Gambaran kondisi kolam budidaya lele pada Pokdakan Bintang Rosela Jaya di Desa Patoman, Kabupaten Pringsewu disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Diskusi dan Koordinasi Kendala pada Mitra Pokdakan Bintang Rosela Jaya



Gambar 2. a) Survel Lokasi dan Kondisi Kolam Pokdakan Bintang Rosela Jaya; b) Gambaran Kondisi Kolam Pokdakan Bintang Rosela Jaya

Penyuluhan tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Kesehatan Ikan

Kegiatan penyuluhan yang dilaksanakan oleh tim pengabdian diikuti oleh 20 peserta, dan diadakan pada tanggal 10 Agustus 2024 dari pukul 10.00 hingga 12.30 WIB. Kegiatan penyuluhan berlangsung hingga sesi tanya jawab dan diskusi. Sesi ini juga menjadi momen penting untuk berbagi pengalaman serta mencari solusi atas kendala yang dihadapi dalam budidaya ikan lele. Materi penyuluhan disusun dengan mempertimbangkan kebutuhan mitra dan keuntungan pengembangan produk, terutama dalam penerapan teknologi RAS untuk pengelolaan kualitas air. Empat poin penting yang disampaikan mengenai aplikasi RAS, yaitu: 1) Pentingnya monitoring dan pengelolaan kualitas air kolam budidaya; 2) Penerapan teknologi *recirculating aquaculture system* (RAS); 3) Keunggulan penerapan teknologi RAS; dan 4) Skema sistem kerja teknologi RAS. Selain itu, penyuluhan juga membahas manajemen kesehatan budidaya ikan air tawar, dengan lima poin utama: 1) Faktor penyebab penyakit ikan; 2) Hubungan tingkatan penyakit dan waktu kematian; 3) Macam-macam penyakit infeksi pada ikan air tawar; 4) Pentingnya manajemen kesehatan ikan; dan 5) Beberapa pendekatan dalam manajemen kesehatan ikan oleh masing-masing *stakeholders*. Kegiatan penyampaian materi dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



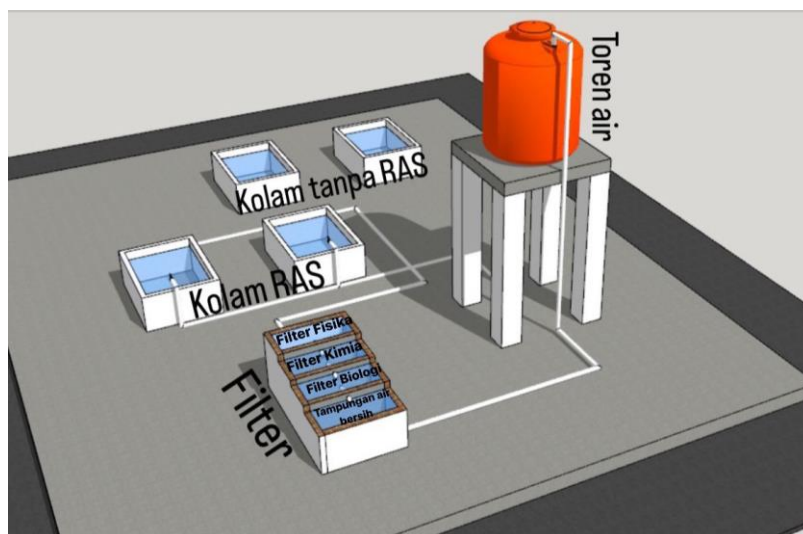
Gambar 3. Penyampaian Materi Aplikasi RAS untuk Pengelolaan Kualitas Air



Gambar 4. Penyampaian Materi Manajemen Kesehatan Ikan

Desain dan Pembuatan Teknologi *Recirculating Aquaculture System* (RAS)

Kegiatan ini dilakukan oleh mitra kegiatan, tim pengabdian, dan mahasiswa. Perancangan diawali dengan membuat desain sistem teknologi RAS (Gambar 5). Pembuatan desain teknologi RAS yang akan diterapkan menyesuaikan dengan lokasi dan kondisi kolam Pokdakan Bintang Rosela Jaya. Setelah desain dianggap telah sesuai dengan kebutuhan mitra, lalu dilakukan penyediaan alat dan bahan yang dibutuhkan (Gambar 6).



Gambar 5. Desain Rancangan Teknologi *Recirculating Aquaculture System* (RAS) yang Diterapkan Pada Pokdakan Bintang Rosela Jaya



Gambar 6. Penyediaan Alat dan Bahan Teknologi Teknologi *Recirculating Aquaculture System* (RAS)

Langkah selanjutnya yaitu pemasangan teknologi RAS. Pemasangan sistem RAS ini dilakukan oleh mitra Pokdakan yang terdiri dari beberapa tahap kegiatan yaitu pembangunan kolam filtrasi, perancangan instalasi filtrasi, dan menghitung kebutuhan daya listrik dan kapasitas pompa yang sesuai dengan volume kolam dan kebutuhan filtrasi. Pembangunan kolam filtrasi dilakukan dengan ukuran yang telah direncanakan dan memastikan struktur kolam aman dan kedap air. Kemudian, menyambungkan saluran pipa air untuk aliran masuk dan keluar air dari sistem filtrasi. Desain filter teknologi RAS yang digunakan terdiri dari tiga jenis filter meliputi mekanis, biologi, dan kimiawi. Ketiga filter ini berfungsi untuk menghilangkan patogen pada perairan (Gambar 7). Filter mekanis menggunakan ijuk, serat-seratnya membantu menyaring partikel fisik atau kotoran padat di dalam air, seperti sisa makanan, kotoran ikan, dan alga. Ijuk berfungsi untuk menangkap partikel-partikel besar sebelum air memasuki tahap filtrasi biologis atau kimiawi (Liu *et al.*, 2020). Kelebihan penggunaan ijuk sebagai filter mekanis yaitu efektif sebagai penyaring fisik, harganya relatif murah, dan tahan lama. Untuk filtrasi biologis, digunakan *bioball* sebagai habitat bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Kedua bakteri ini berperan dalam proses penguraian senyawa berbahaya seperti amonia yang dihasilkan dari feses dan sisa pakan ikan. Amonia diubah menjadi Nitrat (NO_3), yang lebih aman bagi ikan dan bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman air (Maldino *et al.*, 2023). Kelebihan penggunaan *bioball* yaitu tidak menyumbat dan menyediakan ruang yang baik untuk pertumbuhan bakteri nitrifikasi. Kemudian, arang aktif digunakan sebagai media filtrasi kimiawi. Arang aktif menyerap zat-zat berbahaya seperti logam berat, racun, dan sisa obat-obatan dari air (Siskayanti, 2020). Selain itu, arang aktif juga membantu menghilangkan bau tidak sedap dan kekeruhan dalam air (Seran *et al.*, 2023). Kelebihan penggunaan arang aktif yaitu efektif dalam menghilangkan bahan kimia dan zat organik terlarut yang tidak dapat dihilangkan oleh filtrasi mekanis dan biologis.



Gambar 7. Desain filter teknologi *Recirculating Aquaculture System* (RAS) yang digunakan

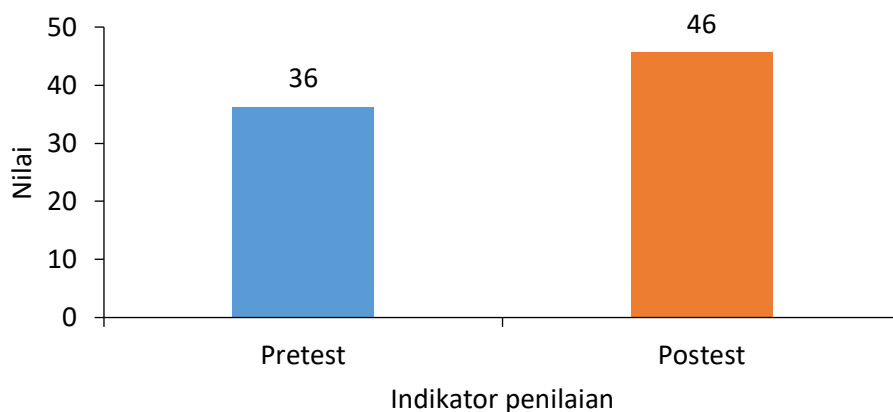
Hasil Evaluasi

Evaluasi menggunakan *pretest* dan *posttest* dalam pelaksanaan penyuluhan (Gambar 8). Hasil dari evaluasi digunakan untuk mengukur kemampuan peserta penyuluhan yang terlihat pada Gambar 9. Kegiatan penyuluhan yang dilakukan di Pokdakan Bintang Rosela Jaya bertujuan untuk memberikan informasi terkait penerapan teknologi RAS dalam pengelolaan kualitas air dan kesehatan ikan.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pengetahuan peserta mengalami peningkatan. Nilai rata-rata *pre-test* sebesar 36, sedangkan setelah kegiatan penyuluhan (*post-test*) rata-rata nilai meningkat menjadi 46. Menurut Efendi (2016), hasil nilai *pre-test* dan *post-test* dapat digunakan sebagai alat evaluasi serta umpan balik untuk meningkatkan motivasi mitra. Selain itu, evaluasi ini juga dapat digunakan untuk mengukur efektivitas kegiatan penyuluhan, dengan membandingkan hasil *pre-test* dan *post-test* guna mengetahui sejauh mana pelatihan memberikan dampak pada peserta.



Gambar 8. Peserta Mengerjakan Soal *Pre-test* dan *Post-test*



Gambar 9. Grafik Penilaian *Pre-test* dan *Pos-test* Peserta

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian dapat disimpulkan bahwa kegiatan ini telah memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan pengetahuan dan kemampuan anggota Pokdakan Bintang Rosela Jaya sebagai mitra kegiatan. Hasil evaluasi pasca-kegiatan menunjukkan bahwa rata-rata nilai peserta mencapai 46%. Untuk meningkatkan efektivitas penerapan teknologi RAS dan keberlanjutan budidaya ikan lele, berikut saran yang dapat dipertimbangkan yaitu penerapan sistem pemantauan yang lebih ketat terhadap kualitas air dalam kolam. Penggunaan alat ukur yang tepat dapat membantu mendeteksi masalah lebih awal dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga kesehatan ikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat Nomor 0667/E5/AI.04/2024 tanggal 30 Mei 2024. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mitra Pokdakan Bintang Rosela Jaya yang telah membantu tim pengabdian masyarakat menjalankan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Tawwab, M., Monier, M. N., Abdelrhman, A. M., & Dawood, M. A. (2020). Effect of Dietary Multi-Stimulants Blend Supplementation On Performance, Digestive Enzymes, and Antioxidants Biomarkers of Common Carp, *Cyprinus Carpio L.*, and Its Resistance To Ammonia Toxicity. *Aquaculture*, 528, 735529. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735529>
- Aich, N., Nama, S., Biswal, A., & Paul, T. (2020). A Review On Recirculating Aquaculture Systems: Challenges and Opportunities For Sustainable Aquaculture. *Innovative Farming*, 5(1), 17–24.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pringsewu. (2019). *Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Pringsewu Dalam Angka 2019*. BPS.
- Effendy, I., & Abi Hamid, M. (2016). Pengaruh Pemberian Pre-Test dan Post-Test Terhadap Hasil Belajar Mata Diklat HDW. Dev. 100.2. A Pada Siswa SMK Negeri 2 Lubuk Basung. *VOLT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.volt.2016.03.011>
- Fudge, M., Higgins, V., Vince, J., & Rajaguru, R. (2023). Social Acceptability and The Development of Commercial RAS Aquaculture. *Aquaculture*, 568, 739295. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739295>
- KKP. (2020). *Pengolahan Data Produksi Kelautan Dan Perikanan, Statistik-KKP*. Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) RI.
- Koniyo, Y. (2020). Analisis Kualitas Air Pada Lokasi Budidaya Ikan Air Tawar di Kecamatan Suwawa Tengah. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 8(1), 52–58.
- Lindholm-Lehto, P. (2023). Water Quality Monitoring In Recirculating Aquaculture Systems. *Aquaculture, Fish and Fisheries*, 3(2), 113–131. <https://doi.org/10.1002/aff.12345>
- Liu, H., Cao, C., Huang, J., Chen, Z., Chen, G., & Lai, Y. (2020). Progress on Particulate Matter Filtration Technology: Basic Concepts, Advanced Materials, and Performances. *Nanoscale*, 12(2), 437–453. <https://doi.org/10.1039/C9NR07998A>
- Mahdaliana, M., Salamah, S., Hartami, P., Rusydi, R., Muktitama, A. M., & Kamil, A. I. (2024). Pemberdayaan Masyarakat Pembudidaya Ikan Lele Di Gampong Hagu Teungoh Dengan Teknik Pemijahan Secara Induksi Untuk Menghasilkan Stok Benih Unggul. *Buletin Pengabdian*, 4(1), 8–15.
- Maldino, M. F., Junaidin, M., & Lestari, D. P. (2023). Pengaruh Kombinasi Filter dan Sistem Resirkulasi Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 11(1). <https://doi.org/10.1016/j.ruaya.2023.11.12>
- Seran, K. N., & Salu, S. M. Y. (2023). Efektivitas Penambahan Arang Aktif Terhadap Kualitas Media Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) Pada Sistem Budikdamber (Budidaya Ikan Dalam Ember). *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian*, 6(1), 129–135.
- Siskayanti, R. (2020). Efektivitas Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dalam Mengadsorpsi Logam Fe Pada Pelumas Motor Bekas. *Jurnal Redoks*, 5(2), 108–115.
- Sulaimawi, T. I. S. (2021). Assessing Nutrient Removal Efficiency In An Integrated Recirculating Aquaculture System and Its Applicability At Different Conditions In Fish Culture [Doctoral dissertation], Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem).
- Tierney, T. W., Fleckenstein, L. J., & Ray, A. J. (2020). The Effects of Density And Artificial Substrate On Intensive Shrimp *Litopenaeus Vannamei* Nursery Production. *Aquacultural Engineering*, 89, 102063. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102063>

- Triastuti, W. E., Prajitno, D. H., Agustiani, E., Surono, A., Purwanto, D. B., & Wardani, P. K. (2024). Diversifikasi Ikan Lele Menjadi Produk Olahan Nugget Karakter di Desa Pademawu Timur. *Sewagati*, 8(4).
- Wahyuningsih, S., Gitarama, A. M., & Gitarama, A. M. (2020). Amonia Dalam Sistem Budidaya Ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112–125.