

Rancang Bangun Kolam Lele Dengan Teknologi Bioflok Dan Energi Terbarukan

Luh Putri Adnyani^{1*}, Eri Syafrizal², Kurnia Rahayu³, Albert Frandy, M⁴, Rayzhan Aditya⁵, Mathias Novrian⁶, M, Alfian Kamali⁷, Adhitya Unggul, S⁸, M, Syahdilla R⁹

¹ Departemen Teknik Kelautan, Jurusan Teknologi Kemaritiman, Fakultas Pembangunan Berkelanjutan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

^{2,4} Departemen Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Informatika, dan Bisnis, Fakultas Sains dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

^{3,7} Departemen Teknik Industri, Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Rekayasa dan Teknologi Industri, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

^{5,6} Departemen Rekayasa Keselamatan, Jurusan Rekayasa Industri, Fakultas Rekayasa dan Teknologi Industri, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

^{8,9} Departemen Teknik Kimia, Jurusan Rekayasa Industri, Fakultas Rekayasa dan Teknologi Industri, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

*Penulis korespondensi: luhputria@lecturer.itk.ac.id

Diterima: 12 Januari 2026/ Accepted: 22 Februari 2026

Abstract

Catfish farming is one of the freshwater fisheries businesses that is widely developed by the community because it has high economic value, easy farming techniques, and relatively low business capital. However, in Kampung Pelita RT 10, Sumber Rejo Village, Balikpapan Tengah District, catfish farming activities that were previously running are no longer active due to limited facilities, conventional methods, and high operational costs. Through this community service activity, a biofloc method was implemented in combination with renewable energy (solar panels) to support the pond aeration system. The activity was carried out over three months through the stages of survey, problem identification, design, implementation, and evaluation. The results of the activity showed that the biofloc system was able to increase feed efficiency by up to 25% and maintain stable water quality, while the use of solar panels succeeded in reducing electricity costs and ensuring a 24-hour oxygen supply. Based on a questionnaire of 20 respondents, 80% of residents showed an increase in their understanding of biofloc and solar energy technologies. Thus, the application of this appropriate technology not only increases the productivity and efficiency of aquaculture but also strengthens community independence in managing an environmentally friendly energy-based economy.

Keywords: Biofloc; Catfish Farming; pH Sensor; Solar Panel; Water Quality

Abstrak

Budidaya ikan lele merupakan salah satu usaha perikanan air tawar yang banyak dikembangkan oleh masyarakat karena memiliki nilai ekonomi tinggi, teknik budidaya yang mudah, serta modal usaha yang relatif rendah. Namun, di Kampung Pelita RT 10, Kelurahan Sumber Rejo, Kecamatan Balikpapan Tengah, kegiatan budidaya lele yang sebelumnya berjalan kini tidak lagi aktif akibat keterbatasan sarana, metode konvensional, dan biaya operasional yang tinggi. Melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, dilakukan penerapan metode bioflok yang dikombinasikan dengan energi terbarukan (panel surya) untuk mendukung sistem aerasi kolam. Kegiatan dilaksanakan selama tiga bulan melalui tahapan survei, identifikasi masalah, perancangan, implementasi, serta evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem bioflok mampu meningkatkan efisiensi pakan hingga 25% dan menjaga kualitas air tetap stabil, sedangkan penggunaan panel surya berhasil menekan biaya listrik serta memastikan suplai oksigen selama 24 jam. Berdasarkan kuesioner terhadap 20 responden, sebanyak 80% warga menunjukkan peningkatan pemahaman terhadap teknologi bioflok dan energi surya. Dengan demikian, penerapan teknologi tepat guna ini tidak hanya meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya, tetapi juga memperkuat kemandirian masyarakat dalam pengelolaan ekonomi berbasis energi ramah lingkungan.

Kata kunci: Buddies Ikan Lele, Bioflok, Koaitas Air, Panel Surya, Sensor pH

1. PENDAHULUAN

Budidaya perikanan merupakan salah satu upaya penting dalam meningkatkan produksi sektor perikanan, baik pada masa kini maupun masa mendatang. Dalam pembudidayaannya bertujuan untuk memperoleh hasil ikan dengan ukuran panjang dan berat tertentu dalam jumlah besar serta dengan biaya yang efisien (Amarudin, 2023). Di Indonesia, ikan lele menjadi salah satu komoditas unggulan perikanan air tawar yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan telah dibudidayakan secara komersial oleh masyarakat. Pesatnya perkembangan budidaya ikan lele disebabkan oleh kemampuannya untuk dipelihara pada lahan dan sumber air yang terbatas dengan padat tebar tinggi, proses pemasaran yang relatif mudah, serta kebutuhan modal yang tergolong rendah. Adapun dalam penelitian Retnowati et al. (2020) menjelaskan bahwa ikan lele merupakan komoditas budidaya ikan air tawar yang memiliki rasa enak, harga relatif murah, kandungan gizi tinggi, pertumbuhan cepat, mudah berkembangbiak, toleran terhadap mutu air yang kurang baik, relatif tahan terhadap penyakit dan dapat dipelihara hampir pada semua wadah budidaya. Melalui keunggulan tersebut, maka usaha budidaya ikan lele dapat menciptakan lapangan kerja, meningkatkan pendapatan, meningkatkan kemampuan berusaha dan dapat memenuhi kebutuhan gizi masyarakat, terutama yang berasal dari ikan (Triastuti et al., 2024) (Retnowati et al., 2020).

Selanjutnya, permintaan pasar terhadap ikan lele terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini juga menyebabkan produksi ikan lele mengalami peningkatan (Retnowati et al., 2020). Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia menyatakan bahwa produksi budidaya pembesaran ikan lele di Kota Balikpapan mengalami penurunan yang cukup signifikan dalam empat tahun terakhir. Pada tahun 2021, volume produksi tercatat sebesar 255,93 ton, kemudian menurun menjadi 137,46 ton pada tahun 2022, 125,82 ton pada tahun 2023, dan 123,42 ton pada tahun 2024 (Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2025). Dimana, tren penurunan tersebut menunjukkan tantangan serius dalam keberlanjutan sektor perikanan budidaya, yang kemungkinan disebabkan oleh keterbatasan lahan untuk pembudidayaan, metode yang digunakan masih konvensional, serta belum optimalnya penerapan teknologi modern diduga menjadi penyebab menurunnya produktivitas. Adapun kondisi ini mengindikasikan perlunya upaya revitalisasi melalui penerapan teknologi budidaya yang lebih efisien, berkelanjutan, serta adaptif terhadap tantangan lingkungan dan keterbatasan sumber daya lokal (Fuadi & Sami, 2020).

Kampung Pelita yang berada di Kelurahan Sumber Rejo, Kecamatan Balikpapan Tengah tepatnya RT 10, merupakan salah satu wilayah dengan potensi besar untuk pengembangan kembali budidaya ikan lele (Kampung Pelita Balikpapan, 2025). Masyarakat di wilayah ini sebelumnya telah melakukan kegiatan budidaya ikan lele secara swadaya, namun aktivitas tersebut terhenti akibat keterbatasan sarana, kurangnya pengetahuan teknis, dan metode budidaya yang kurang efisien. Selain itu, masih terdapat lahan kosong yang belum dimanfaatkan secara produktif dan dapat dijadikan sebagai lokasi pengembangan kegiatan perikanan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan hasil survei dan wawancara dengan mitra setempat, ditemukan bahwa permasalahan utama yang dihadapi adalah tidak adanya kegiatan ekonomi produktif, belum adanya metode budidaya yang berkelanjutan, serta belum optimalnya pengelolaan limbah hasil budidaya ikan lele. Melalui potensi sumber daya manusia dan lahan yang dimiliki, Kampung Pelita dinilai sebagai mitra yang tepat untuk penerapan program pengabdian masyarakat berbasis teknologi inovatif.



Gambar 1. Lokasi lahan kosong yang terbengkalai di Kampung Pelita (Penulis, 2024)

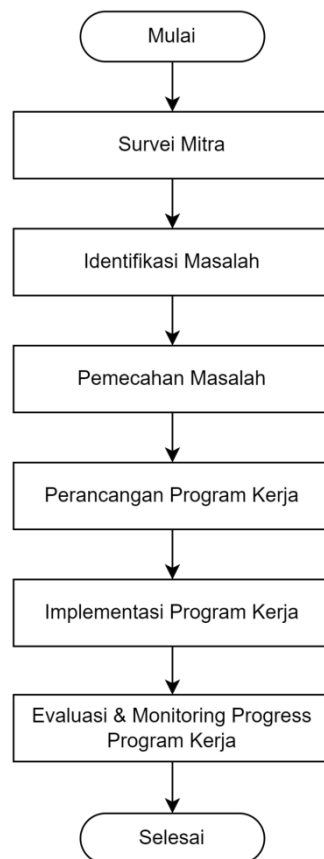
Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya adalah metode bioflok, yaitu sistem budidaya yang memanfaatkan mikroorganisme heterotrof untuk menguraikan limbah organik, khususnya senyawa nitrogen, menjadi flok yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai pakan alami bagi ikan (Hariati et al., 2025). Penerapan metode ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi pakan, menjaga kualitas air, dan menekan biaya operasional. Secara etimologis, istilah bioflok berasal dari kata bio yang berarti kehidupan dan flok yang berarti gumpalan, yakni kumpulan partikel organik dan mikroorganisme seperti bakteri, fitoplankton, alga, detritus, serta protozoa yang saling berinteraksi dalam sistem budidaya. Dengan demikian, Hariati et al. (2025) juga mengatakan bahwa bioflok tidak hanya menjadi media perbaikan kualitas air tetapi juga menyediakan sumber pakan alami bagi ikan yang berkontribusi pada efisiensi penggunaan pakan. Namun, sistem bioflok memerlukan pasokan oksigen yang stabil selama 24 jam agar mikroorganisme dan ikan dapat tumbuh optimal. Kebutuhan energi aerasi yang tinggi menjadi tantangan tersendiri bagi pembudidaya, terutama di wilayah dengan keterbatasan akses listrik atau biaya operasional tinggi (Hariati et al., 2025).

Sebagai solusi atas tantangan tersebut, inovasi pemanfaatan energi terbarukan berupa Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi pilihan yang tepat karena dapat menyediakan suplai energi berkelanjutan bagi sistem aerasi kolam. Dimana, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini sebagai sumber energi mandiri yang tidak bergantung pada pasokan listrik PLN, serta untuk memastikan pasokan energi yang stabil untuk sistem aerasi dan sirkulasi air. Adapun dalam penelitian Rahman et al. (2024) mengatakan bahwa kombinasi antara bioflok dan PLTS dapat mendukung praktik budidaya yang lebih ramah lingkungan dengan mengurangi adanya limbah dan penggunaan bahan kimia. Dengan demikian, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menghidupkan kembali kegiatan budidaya ikan lele di Kampung Pelita melalui penerapan metode bioflok yang mendukung sistem energi panel surya. Program ini diharapkan dapat meningkatkan literasi teknologi masyarakat, mengoptimalkan pemanfaatan lahan tidak produktif, serta mendorong pertumbuhan ekonomi lokal melalui model budidaya ikan yang efisien, inovatif, dan berdaya saing tinggi.

2. METODE

Melalui beberapa permasalahan yang ada pada mitra serta potensi sumber daya alam dan sumber daya manusia yang telah ditemukan, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui tiga kegiatan utama, yaitu: (1) perancangan kolam ikan lele, (2) penerapan sistem bioflok, dan (3) perancangan sistem panel surya sebagai sumber energi aerator.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berlangsung selama $\pm$ 3 bulan (April - Juni 2024) di RT 10 Kampung Pelita, Kelurahan Sumber Rejo, Kecamatan Balikpapan Tengah. Seluruh tahapan kegiatan mengikuti proses yang terstruktur mulai dari survei awal, identifikasi permasalahan, perancangan solusi, implementasi teknologi, hingga evaluasi hasil kegiatan. Adapun diagram alir pelaksanaan kegiatan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat (Sumber: Penulis, 2024)

2.1 Survei Mitra

Pada tahap pertama dalam pelaksanaan kegiatan ini dilakukan survey kepada mitra secara langsung dengan mewawancarai perwakilan masyarakat sekitar yaitu selaku ketua RT pada wilayah tersebut untuk mendapatkan kondisi nyata dari lingkungan agar dapat ditemukan solusi yang tepat untuk penerapan pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Wilayah yang akan dijadikan suatu tempat penerapan project adalah Kampung Pelita RT 10 Sumber Rejo, Balikpapan Tengah. Survei bertujuan untuk mengumpulkan data struktur tanah, kondisi pemukiman untuk perancangan utilitas

pendukung yaitu tata letak kolam ikan lele, tata letak panel surya, tata letak aerator untuk meminimalisir kebisingan.

2.2 Identifikasi Permasalahan

Setelah dilakukan survei kepada mitra, selanjutnya yaitu tahap identifikasi permasalahan dengan wilayah yang akan dijadikan suatu penerapan project atau sebagai lokasi pengabdian kepada masyarakat. Proses identifikasi permasalahan ini dilakukan secara berdiskusi dengan Ketua RT 10 di Kampung Pelita, Sumber Rejo, Balikpapan Tengah, dimana permasalahan yang teridentifikasi yaitu (1) terdapat kolam budidaya ikan lele yang terbengkalai atau tidak dioperasikan kembali, (2) belum adanya kegiatan ekonomi produktif bersama warga sekitar khususnya pada fokus pembudidaya ikan lele, dan (3) belum diterapkannya metode budidaya yang berkelanjutan dalam artian masih menggunakan metode konvensional. Adapun hasil identifikasi masalah ini akan menjadi dasar dalam penyusunan solusi yang tepat sasaran melalui pendekatan teknologi bioflok dan energi terbarukan

2.3 Pemecahan Masalah

Adapun tahap pemecahan masalah dilakukan berdasarkan dari identifikasi masalah sebelumnya. Pemecahan masalah ini juga dilakukan diskusi bersama mitra khususnya Ketua RT 10 Kampung Pelita dan Dosen Pembimbing kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini untuk menemukan solusi yang tepat untuk keberlanjutan kegiatan.

2.4 Perancangan Program Kerja

Pada tahap perancangan program kerja dilakukan atas pemecahan masalah yang telah direncanakan. Dimana perancangan program kerja yang akan dilakukan berupa perbaikan kolam terpal eksisting, penerapan sistem bioflok, serta instalasi panel surya sebagai pengganti energi listrik PLN. Adapun rancangan teknis ini disusun berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang membahas terkait sistem bioflok dan penerapan PLTS untuk budidaya ikan lele.

2.5 Implementasi Program Kerja

Pada tahap ini dilakukan implementasi atau penerapan program kerja yang telah diskusi sebelumnya oleh dosen pembimbing dan ketua RT. Tahap pelaksanaan termasuk kegiatan konstruksi, pengoprasian, dan pengujian dari metode bioflok, panel surya, dan sensor pH air.

2.5.1 Rancang Bangun Kolam Ikan Lele Dengan Penerapan Metode Bioflok

Metode yang diterapkan dalam budidaya ini adalah sistem bioflok pada kolam terpal. Bioflok merupakan teknik pemeliharaan ikan dengan cara menumbuhkan mikroorganisme yang berperan dalam menguraikan limbah di kolam sehingga membentuk gumpalan kecil (floc) yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan alami ikan lele. Pertumbuhan mikroorganisme tersebut dirangsang melalui penambahan kultur bakteri non-patogen (probiotik) dan pemasangan aerator untuk memasok oksigen sekaligus menjaga sirkulasi air. Penerapan metode ini mampu meningkatkan hasil produksi hingga lebih dari 40%, mengurangi bau amis pada saat panen, serta membuat penggunaan pakan lebih efisien sehingga biaya operasional lebih hemat. Rencana kolam lele yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Kolam Ikan Lele

2.5.2 Penerapan Sistem Bioflok

Penerapan metode bioflok memerlukan suatu kolam ikan untuk keberlangsungan budidaya ikan lele dengan spesifikasi khusus. Dimana bioflok sendiri ialah salah satu teknologi budidaya yang memanfaatkan keberadaan mikroorganisme agar dapat mengolah limbah menjadi sumber nutrisi yang penting bagi ikan lele. Adapun spesifikasi khususnya dijelaskan sebagai berikut.

Pertama idealnya kolam ikan berkisar antara 5 x 10 meter hingga 10 x 20 meter menyesuaikan kapasitas budidaya serta kedalaman 1 hingga 1,5 meter yang dapat memungkinkan sirkulasi air baik dan mengurangi risiko penumpukan limbah pada dasar kolam. Namun pada spesifikasi kolam ikan ini dapat menggunakan terpal dengan ukuran 1-3 m³ yang dapat menampung sebanyak 1000 ekor ikan lele.

Kedua penggunaan aerator dengan menggunakan energi terbarukan tenaga surya dengan penggunaan panel surya untuk menghasilkan listrik yang disimpan di baterai sebagai penggerak aerator.

Ketiga, memperkirakan jarak kolam ikan dengan sumber air. Hal ini dikarenakan kualitas air sangat dibutuhkan dalam metode bioflok dengan pH ideal sebesar 6,5 hingga 8,5. Lalu suhu air tetap dijaga dalam rentang 25 derajat hingga 30 derajat celcius (Rahmanto et al., 2020).

Dan keempat, pemberian pakan sebagai tambahan dengan kualitas tinggi untuk mendukung pertumbuhan ikan lele, dimana metode bioflok ini terdapat flok hasil olahan limbah lele yang kemudian dapat dijadikan pakan kembali. Tetapi hal ini juga membutuhkan pakan tambahan agar nutrisi ikan lele baik.

Berikut adalah takaran yang dibutuhkan dalam 1 kolam dengan diameter 3 dengan tinggi 1,5 meter. Ukuran berikut bersifat universal dengan menghitung dari spesifikasi kolam. Takaran bioflok dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Takaran bahan bioflok

Bahan bioflok	Kuantitas
Molase	50ml/m ³
Aquaenzym	25gr/m ³
Garam kasar	1Kg/m ³
EM 4	200gr/m ³
Kapur dolomit	200gr/m ³

2.5.3 Food Conversion Ratio

$$FCR = \frac{TOTAL\ PAKAN}{KENAIKAN\ Biomassa}$$

$$FCR = \frac{97,136}{98,2}$$

$$FCR = 0,99$$

Berdasarkan estimasi kebutuhan pakan sebesar 97,1 kg dan kenaikan biomassa ikan sebesar 98,2 kg per 1.000 ekor, diperoleh nilai FCR sistem bioflok sebesar $\pm 0,99$. Dengan asumsi FCR sistem non-bioflok sebesar $\pm 1,3$, maka kebutuhan pakan diperkirakan mencapai 129,5 kg. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan sistem bioflok mampu menurunkan kebutuhan pakan sekitar 25% dibandingkan sistem konvensional.

$$129,5 - 97,1 = 32,4\text{ kg}$$

$$\frac{32,4}{129,5} \times 100\% = 25\%$$

2.5.4 Rancang Bangun Panel Surya Pada Aerator

Dalam budidaya ikan lele, mekanisme pergantian air perlu dijaga dengan baik karena kualitas air sangat menentukan keberhasilan pemeliharaan. Untuk menekan biaya dan mengurangi penggunaan tenaga, diperlukan metode khusus dalam proses pergantian air. Kualitas air dapat ditinjau dari parameter fisik, kimia, maupun biologi, dan menjadi indikator utama dalam menilai kesehatan ekosistem perairan.

Ketersediaan oksigen terlarut menjadi faktor penting, karena kekurangannya dapat menyebabkan ikan mengalami stres, rentan terkena penyakit, hingga menimbulkan kematian. Oleh sebab itu, pada sistem budidaya berbasis bioflok, aerator digunakan sebagai media suplai oksigen untuk menjaga kualitas air. Namun, kebutuhan listrik yang tinggi untuk mengoperasikan aerator sering menjadi kendala bagi pembudidaya karena biaya yang mahal. Sebagai solusi, energi alternatif seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dimanfaatkan untuk menggantikan listrik dari PLN. Panel surya mampu mengubah energi matahari menjadi listrik sehingga menjadi pilihan yang lebih efisien dan berkelanjutan dalam mendukung operasional budidaya lele (Amirillah et al., 2023). Diagram blok PLTS untuk kolam lele dapat dilihat pada Gambar 4.

Penggunaan metode ini memerlukan oksigen sebagai penyuplai oksigen untuk kolam yang harus menyala 24 jam nonstop maka dari itu diperlukan energi alternatif yang dapat menggantikan konsumsi listrik PLN. Perhitungan kebutuhan daya dapat dilihat pada hitungan dibawah.

$$E = P \times t$$

$$\text{Untuk energi per hari dapat dihitung dengan: } E_{\text{harian}} = 50W \times 24h = 1.200Wh = 1,2kWh$$

$$\text{Sedangkan kebutuhan energi per bulan menjadi: } E_{\text{bulanan}} = 1.200 \times 30 = 36.000Wh = 36kWh$$

$$\text{Kapasitas energi baterai dihitung dengan: } E_{\text{baterai}} = V \times Ah = 12 \times 100 = 1.200Wh$$

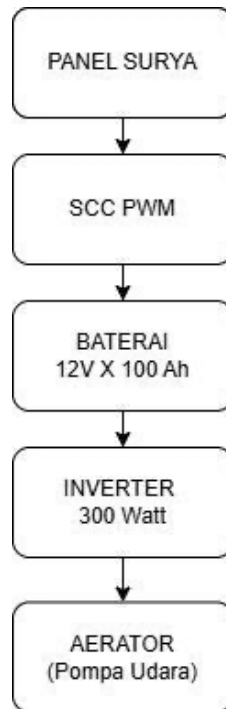
$$\text{Untuk menghemat baterai, maka baterai perlu digunakan 50\% dari total penggunaan baterai sehingga menjadi: } E_{\text{usable}} = 1.200 \times 50\% = 600Wh.$$

$$\text{Waktu backup maksimum Adalah: } t_{\text{backup}} = \frac{600}{58,8} = 10,2\text{ jam}$$

persentase kontribusi dari PLTS: $\%PLTS = \frac{500}{1.200} \times 100\% = 41,7\%$, sedangkan $\%PLN = 58,3\%$

Estimasi penghematan energi PLN per bulan adalah $500 \times 30 = 15.000 \text{Wh} = 15 \text{kWh}$

Energi total bulanan Adalah 36kWh atau jika dihitung dalam persentase $\frac{36}{15} \times 100\% = 41,7\%$



Gambar 4. Tahapan Sistem PLTS (Sumber: Penulis, 2024)

Terkait keterlibatan mitra, dalam setiap kegiatan, warga akan diundang, terutama saat metode bioflok akan diterapkan dan pemasangan PLTS. Pelatihan kepada warga juga diberikan di satu hari khusus untuk meningkatkan pemahaman warga tentang metode bioflok dan pemanfaatan PLTS. Hal ini untuk meningkatkan rasa memiliki warga terhadap kolam lele yang dibuat sehingga warga bisa terlibat aktif dalam menjaga keamanan kolam lele dan dapat melakukan pengecekan rutin.

2.6 Evaluasi dan Monitoring Progress Program Kerja

Tahap evaluasi dan monitoring dilakukan secara sistematis untuk memastikan seluruh rangkaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat berjalan sesuai dengan rencana dan mencapai tujuan yang ditetapkan. Evaluasi berfungsi untuk menilai efektivitas penerapan teknologi bioflok dan sistem energi terbarukan dalam budidaya ikan lele, serta mengidentifikasi kendala teknis maupun non teknis yang muncul selama pelaksanaan. Sementara itu, monitoring dilakukan untuk mengawasi perkembangan program secara berkala agar setiap tahapan dapat dievaluasi dan diperbaiki apabila ditemukan kekurangan di lapangan.

Adapun evaluasi kegiatan dilaksanakan melalui dua pendekatan yaitu kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif dilakukan dengan menyebarkan kuesioner pre-test dan post-test kepada 20 responden warga Kampung Pelita RT 10 yang terlibat langsung dalam sosialisasi dan pelatihan. Selanjutnya, setiap pertanyaan dalam kuesioner diukur

menggunakan Skala Likert 1-5. Hasil pengisian kuesioner kemudian dianalisis menggunakan perbandingan rata-rata dengan visualisasi diagram lingkaran untuk melihat peningkatan pemahaman warga sekitar. Sementara itu, pendekatan kualitatif dilakukan melalui wawancara dengan Ketua RT 10 dan beberapa warga sekitar untuk memperoleh umpan balik terkait efektivitas kegiatan, manfaat yang dirasakan, serta tingkat partisipasi warga. Data kualitatif ini digunakan untuk melengkapi hasil evaluasi kuantitatif sehingga menghasilkan penilaian yang lebih komprehensif.

Monitoring dilakukan secara berkala setiap minggu selama masa pelaksanaan kegiatan. Aspek yang dimonitor meliputi stabilitas kualitas air (pH dan suhu), kinerja sistem aerasi, daya tahan panel surya, serta pertumbuhan ikan lele. Hasil monitoring dicatat dalam lembar pengamatan dan menjadi dasar untuk perbaikan teknis selama program berlangsung. Secara umum, kegiatan evaluasi dan monitoring ini bertujuan untuk memastikan program pengabdian tidak hanya berhasil dalam jangka pendek, tetapi juga dapat berlanjut secara mandiri oleh masyarakat. Hasil evaluasi akhir menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman warga terhadap teknologi bioflok dan sistem energi surya, serta meningkatnya partisipasi masyarakat dalam mengelola kolam lele secara mandiri dan berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat di Kampung Pelita, Kelurahan Sumber Rejo, Balikpapan Tengah menunjukkan bahwa penerapan metode bioflok dan energi surya memberikan hasil positif terhadap keberlanjutan budidaya ikan lele di tingkat masyarakat. Sistem bioflok yang diterapkan mampu menjaga kualitas air tetap stabil selama masa pemeliharaan melalui aktivitas mikroorganisme yang menguraikan limbah organik menjadi nutrisi tambahan bagi ikan. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup (survival rate) ikan lele meningkat dengan pertumbuhan yang relatif merata dan penurunan kebutuhan pakan hingga sekitar 25% dibandingkan metode konvensional. Hal ini sejalan dengan temuan Faridah et al. (2019) dan Sudaryati et al. (2017) yang menyebutkan bahwa penerapan teknologi bioflok dapat meningkatkan efisiensi pakan sekaligus memperbaiki kualitas air kolam secara alami tanpa penggantian air secara rutin.

Selain itu, penggunaan panel surya sebagai sumber tenaga bagi aerator terbukti efektif dalam menjaga suplai oksigen terlarut (DO) selama 24 jam penuh. Sistem ini mengurangi ketergantungan terhadap listrik PLN dan menekan biaya operasional secara signifikan. Hasil ini konsisten dengan penelitian Amirillah et al. (2023) serta Nurhadi et al. (2021) yang menunjukkan bahwa pemanfaatan energi surya untuk aerator mampu meningkatkan keberlanjutan sistem budidaya sekaligus menurunkan biaya listrik hingga lebih dari 30%. Kombinasi antara teknologi bioflok dan energi surya di Kampung Pelita berhasil membentuk sistem budidaya yang hemat energi, ramah lingkungan, dan adaptif terhadap kondisi perkotaan dengan keterbatasan lahan.

Berdasarkan hal tersebut, kegiatan ini berhasil meningkatkan partisipasi dan literasi teknologi masyarakat. Warga menunjukkan antusiasme tinggi terhadap penerapan sistem baru ini karena bersifat sederhana, efisien, dan berpotensi meningkatkan pendapatan rumah tangga. Kolaborasi antara tim pengabdian dan masyarakat dalam pembangunan kolam, instalasi aerator, serta pelatihan sistem bioflok dan PLTS mendorong terbentuknya rasa memiliki terhadap hasil kegiatan. Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian Nurmawati et al. (2021) yang menyatakan bahwa penerapan metode bioflok pada kegiatan pengabdian masyarakat di Balikpapan Barat tidak hanya meningkatkan hasil produksi ikan lele, tetapi juga memperkuat kapasitas sosial dan kemandirian warga dalam

mengelola budidaya secara berkelanjutan. Berikut adalah hasil dokumentasi sosialisasi bersama warga Kampung Pelita RT 10 pada Gambar 5.



Gambar 5. Dokumentasi Sosialisasi Bersama Warga Kampung Pelita RT 10 (Sumber: Penulis, 2024)

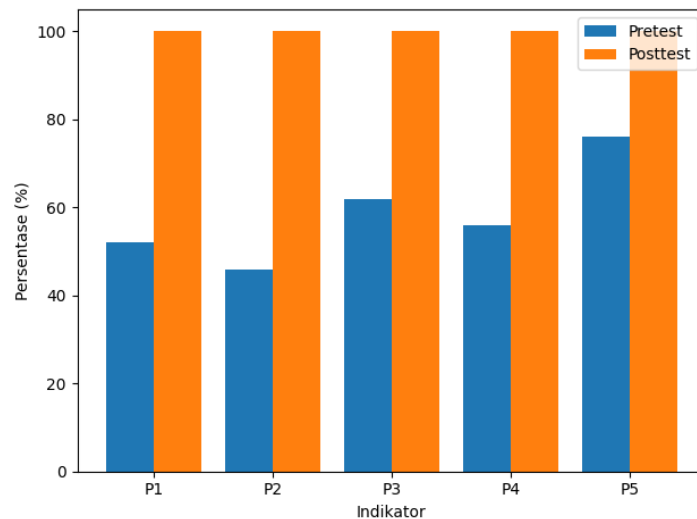
3.1. Peningkatan pemahaman warga

Adapun untuk mengukur keberhasilan program kerja kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dengan meningkatkan literasi teknologi warga di RT 10 Kampung Pelita, dilakukan penyebaran kuesioner yang terdiri dari lima butir pertanyaan utama. Kuesioner ini digunakan pada saat pre-test dan post-test sebagai hasil instrumen evaluasi untuk mengetahui tingkat pemahaman warga sebelum dan sesudah kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat, diantaranya sebagai berikut

1. Apakah Bapak/Ibu mengetahui tentang teknologi panel surya?
2. Apakah Bapak/Ibu mengetahui tentang metode bioflok?
3. Seberapa efisien penggunaan metode bioflok untuk budidaya ikan lele?
4. Seberapa rumit alat yang digunakan dalam penggunaan kolam dengan metode bioflok ini?
5. Dari skala 1–5, seberapa pantas ikan lele yang dibudidaya dengan menggunakan metode bioflok ini untuk bersaing dengan kompetitor lain yang masih menggunakan metode konvensional?

Dimana melalui beberapa pertanyaan diatas menggunakan skala Likert dari 1 (Sangat Kurang) hingga 5 (Sangat Baik) yang mencerminkan persepsi dan pemahaman individu terhadap pertanyaan yang disajikan. Adapun hasil visualisasi dalam bentuk diagram lingkaran pada kuesioner tingkat pemahaman warga, diantaranya sebagai berikut:

Berdasarkan diagram pada Gambar 6 hasil kuesioner menunjukkan tingkat pemahaman masyarakat terhadap program kerja pengabdian kepada masyarakat yang mencakup adanya pemahaman terkait dengan penerapan teknologi bioflok dan energi surya di Kampung Pelita RT 10, Sumber Rejo, Balikpapan Tengah. Adapun kuesioner ini disebarkan kepada 20 responden yang merupakan perwakilan warga yang terlibat langsung dalam kegiatan program kerja pengabdian kepada masyarakat. Kuesioner ini didasarkan pada lima indikator pertanyaan utama, diantaranya sebagai berikut:



Gambar 6. Kuesioner Tingkat Pemahaman Warga

- Pengetahuan tentang teknologi panel surya (P1) didapatkan persentase sebesar 25% atau 5 responden dengan tingkat pemahaman tinggi. Hasil menunjukkan bahwa sebagian warga telah mengenal konsep energi terbarukan sebagai sumber tenaga alternatif yang efisien dan ramah lingkungan untuk mendukung kegiatan budidaya ikan lele.
- Pemahaman terhadap metode bioflok (P2) mendapatkan 15% atau 3 responden, yang menunjukkan bahwa sebagian warga masih memiliki pemahaman terbatas terhadap proses biologis yang terjadi pada sistem bioflok. Oleh karena itu, diperlukan pelatihan lanjutan agar pemahaman teknis warga semakin meningkat.
- Efisiensi penggunaan metode bioflok untuk budidaya ikan lele (P3) menunjukkan sebesar 25% atau sebanyak 5 responden yang menandakan bahwa masyarakat mulai menyadari bahwa sistem bioflok ini dapat meningkatkan produktivitas ikan lele sekaligus menghemat biaya pakan, sebagaimana juga dibuktikan oleh penelitian Faridah et al. (2019) dan Sudaryati et al. (2017) yang menunjukkan peningkatan hasil panen lele melalui penerapan sistem serupa.
- Kerumitan alat dalam sistem bioflok (P4) berdasarkan point pertanyaan dalam kuesioner didapatkan sebesar 10% atau 2 responden menunjukkan bahwa sebagian besar warga menilai bahwa alat dan sistem bioflok yang digunakan cukup mudah untuk dioperasikan serta tidak membutuhkan keterampilan khusus. Hal ini sejalan dengan temuan Nurmawati et al. (2021) bahwa masyarakat mampu mengelola sistem bioflok dengan bimbingan teknis sederhana.
- Daya saing ikan lele hasil bioflok dengan metode konvensional (P5) diperoleh sebesar 25% atau 5 responden, yang menunjukkan bahwa masyarakat percaya ikan lele hasil sistem bioflok memiliki kualitas dan nilai jual yang mampu bersaing di pasar.

Secara keseluruhan, hasil kuesioner menggambarkan bahwa tingkat pemahaman masyarakat terhadap teknologi bioflok dan energi surya tergolong baik, dengan 80% responden memberikan tanggapan positif terhadap efektivitas dan manfaat program. Peningkatan literasi teknologi ini membuktikan bahwa kegiatan pengabdian telah memberikan dampak signifikan terhadap pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengelola budidaya lele secara mandiri dan berkelanjutan.

Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Rahman et al. (2024) dan Amirillah et al. (2023) yang menegaskan bahwa integrasi teknologi bioflok dan panel surya terbukti mampu meningkatkan efisiensi energi serta menjaga kualitas air kolam, sehingga mendukung keberlanjutan sistem budidaya. Dengan demikian, penerapan teknologi tepat guna di Kampung Pelita tidak hanya meningkatkan produktivitas ikan lele, tetapi juga memperkuat kapasitas masyarakat menuju kemandirian ekonomi dan ketahanan lingkungan.

3.2. Implementasi Teknologi Tepat Guna

Implementasi teknologi tepat guna melalui pemanfaatan panel surya sebagai sumber tenaga bagi aerator dalam sistem budidaya ikan lele berbasis bioflok merupakan inovasi yang ramah lingkungan sekaligus efisien dalam meningkatkan produktivitas perikanan skala masyarakat. Integrasi antara teknologi bioflok dan energi surya mampu mengoptimalkan kualitas air melalui pasokan oksigen yang stabil tanpa ketergantungan pada sumber listrik konvensional. Pendekatan ini terbukti efektif dalam menekan biaya operasional, memperpanjang masa pakai kolam, serta mengurangi emisi karbon yang dihasilkan dari penggunaan energi fosil (Amirillah et al., 2023; Rahman et al., 2024).

Dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Kampung Pelita, rancangan kolam ikan lele disusun sebagai model keberlanjutan ekonomi lokal sekaligus sarana edukasi teknologi tepat guna bagi warga. Kolam dirancang dengan diameter 2 meter dan tinggi 1 meter, menggunakan bahan terpal jenis Orchid D2 T1 yang dikenal kuat, lentur, serta tahan terhadap paparan air dan sinar matahari. Struktur penyangga kolam diperkuat dengan rangka besi wiremesh berbentuk melingkar guna menahan tekanan air secara merata dan mencegah perubahan bentuk kolam. Bagian dasar kolam dilapisi karpet talang untuk mencegah gesekan antara terpal dan permukaan tanah yang dapat menyebabkan kebocoran di kemudian hari. Kolam lele yang sudah dibangun dan aerator yang ada didalamnya dapat dilihat pada Gambar 7.

Adapun teknologi bioflok yang diterapkan bertujuan untuk menumbuhkan mikroorganisme (bakteri heterotrof) yang dapat mengurai limbah organik menjadi gumpalan kecil (flok) yang berfungsi sebagai pakan alami bagi ikan. Sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pakan tetapi juga menjaga kualitas air, sebagaimana disampaikan oleh Faridah et al. (2019) dan Sudaryati et al. (2017) bahwa metode bioflok mampu meningkatkan produktivitas hingga 40% dibandingkan sistem konvensional.

Selain sistem bioflok, kegiatan ini juga mengimplementasikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi utama untuk mengoperasikan aerator secara berkelanjutan selama 24 jam. Aerator berfungsi menjaga sirkulasi oksigen dalam air agar kualitas media budidaya tetap optimal dan ikan terhindar dari stres akibat kekurangan oksigen. Sistem PLTS dirancang menggunakan komponen utama sebagai berikut: Panel Surya Mono 200 Wp (Maysun), Baterai 100 Ah (MTC), Inverter 300 Watt 12 V (SOUER), Solar Charge Controller (SCC) 20A 12V PMW, dan Automatic Transfer Switch (ATS), serta MCB AC/DC dan terminal listrik pendukung.



Gambar 7. Pembentukan Kolam Ikan Lele (Sumber: Penulis, 2024)

Adapun panel surya ini juga dirancang dengan beberapa skema operasional, yaitu pada malam hari sekitar pukul 18.00 PM hingga 07.00 AM aerator akan beroperasi menggunakan energi yang tersimpan pada baterai dari hasil pengisian panel surya sepanjang siang hari, sedangkan pada siang hari sekitar pukul 07.00 AM hingga 18.00 PM aerator akan tetap beroperasi dengan menggunakan daya dari panel surya secara langsung. Apabila terjadi penurunan intensitas cahaya (misalnya saat cuaca mendung atau hujan), sistem otomatis akan beralih ke daya listrik PLN untuk menjaga kelangsungan operasi aerator. Pendekatan hybrid system ini memastikan kontinuitas suplai oksigen tanpa gangguan, sekaligus menghemat penggunaan energi listrik hingga 60% per bulan, sebagaimana juga ditemukan dalam penelitian Nurhadi et al. (2021) dan Amirillah et al. (2023).

Penerapan teknologi tepat guna ini bukan hanya memberikan manfaat teknis terhadap peningkatan produktivitas ikan lele, tetapi juga berdampak sosial terhadap masyarakat. Pelatihan dan pendampingan yang dilakukan selama kegiatan pengabdian mampu meningkatkan literasi energi terbarukan dan keterampilan warga dalam pengelolaan sistem bioflok secara mandiri. Hal ini sejalan dengan tujuan pengabdian masyarakat yang berorientasi pada kemandirian ekonomi berbasis inovasi lokal dan pemberdayaan sumber daya manusia di tingkat komunitas.



Gambar 8. Perancangan Panel Surya (PLTS) (Sumber: Penulis, 2024)

Dengan demikian, implementasi sistem bioflok yang didukung oleh energi surya tidak hanya menjadi solusi teknis untuk efisiensi budidaya ikan lele, tetapi juga menjadi langkah strategis dalam mendorong transformasi masyarakat menuju budidaya berkelanjutan, hemat energi, dan ramah lingkungan di wilayah Kampung Pelita, Balikpapan Tengah. Panel surya yang terpasang dapat dilihat pada Gambar 8.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Kampung Pelita RT 10, Kelurahan Sumber Rejo, Kecamatan Balikpapan Tengah telah berhasil menghidupkan kembali potensi ekonomi warga melalui penerapan teknologi bioflok dan sistem energi surya. Penerapan metode bioflok terbukti meningkatkan efisiensi pakan, menjaga kualitas air, dan meningkatkan pertumbuhan ikan lele secara signifikan. Sementara itu, sistem panel surya mampu menyediakan suplai energi bagi aerator selama 24 jam penuh dengan penghematan biaya listrik mencapai 60%. Berdasarkan hasil evaluasi dan kuesioner terhadap 20 responden, mayoritas masyarakat menunjukkan peningkatan pemahaman dan keterampilan dalam penerapan teknologi bioflok serta pemanfaatan energi terbarukan. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya memberikan manfaat teknis terhadap keberlanjutan budidaya ikan lele, tetapi juga berdampak sosial dan ekonomi melalui peningkatan literasi teknologi, kemandirian energi, dan pemberdayaan masyarakat secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang mendukung penyelenggaraan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, seperti lembaga pemberi dana pengabdian kepada masyarakat, LPPM ITK melalui hibah PMMD 2025. Di samping itu, ucapan terima kasih juga perlu ditujukan kepada mitra pengabdian kepada masyarakat, misal lembaga masyarakat atau masyarakat sasaran, serta pihak-pihak lain yang terlibat dalam teknis pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarudin, A. (2023). *TA: PEMBENIHAN IKAN LELE SANGKURIANG (Clarias gariepinus) SECARA BUATAN DI BALAI BESAR PERIKANAN BUDIDAYA AIR TAWAR (BBPBAT) SUKABUMI* Politeknik Negeri Lampung].
- Amirillah, R., Sulistyowati, R., Sujono, H. A., & Pambudi, W. A. (2023). Rancang Bangun Sistem Pompa Aerator Tenaga Surya untuk Suplai Oksigen Kolam Lele Metode Algoritma Incremental Conductance. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan,
- Faridah, F., Diana, S., & Yuniati, Y. (2019). Budidaya ikan lele dengan metode bioflok pada peternak ikan lele konvensional. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 224-227.
- Fuadi, A., & Sami, M. (2020). Ikan lele merupakan ikan air tawar yang teknologi budidayanya relatif mudah dikuasai masyarakat dengan modal usaha yang cukup rendah, dan dapat dibudidayakan dalam kondisi terpal. Habitatnya di sungai dengan arus air yang hari. Pada siang hari, ikan l. *Journal Vokasi*, 4(1).
- Hariati, A. M., Mahariawan, I. M. D., Yuniarti, A., Wiadnya, D. G. R., Fakhri, M., Juniar, S., & Nurfarizi, M. H. (2025). *Potensi, Manfaat dan Fisibilitas Budidaya Sistem Bioflok*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Kampung Pelita Balikpapan. (2025). Instagram [Internet].
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2025). *Produksi ikan pembenihan*. <https://portaldata.kkp.go.id/datainsight/produksi-ikan-pembenihan/64>
- Nurhadi, N., Khambali, K., Kasijanto, K., Rifa'i, M., & Wiharya, C. (2021). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Penggerak Pompa Air Kolam Lele Baponik di UKM Citara Desa Banjararum, Kec. Singosari, Kab. Malang. *Jurnal Aplikasi dan Inovasi Ipteks Soliditas*, 4(1), 24-36.
- Nurmawati, N., Putri, D. L., Rizky, M. A. F., Ernindita, A., Amalia, A.-s. A., Fajaruddin, M., Wardhana, Y. K., Ahsani, J., Arifiyanto, M. A., & Yunus, M. (2021). Penerapan Metode Bioflok Pada Budidaya Ikan Lele Di Kelurahan Margo Mulyo, Balikpapan Barat. *SINAR SANG SURYA: Jurnal Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 147-154.

- Rahman, T., Riyanto, D., & Vidyastari, R. I. (2024). SMART FARM PADA BUDIDAYA IKAN LELE SISTEM BIOFLOK DILENGKAPI ENERGI LISTRIK TERBARUKAN TENAGA SURYA. *SinarFe7*, 6(1), 154-161.
- Rahmanto, Y., Rifaini, A., Samsugi, S., & Riskiono, S. D. (2020). Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO.
- Retnowati, D., Anshori, M., Fudhla, A. F., Ardiasyah, G., Ardhyani, I. W., & Puspita, A. D. (2020). Pelatihan Budidaya Pembesaran Ikan Lele di Desa Tanjung Driyorejo Gresik. *Among: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2).
- Sudaryati, D., Heriningsih, S., & Rusherlistyani, R. (2017). Peningkatan produktivitas kelompok tani ikan lele dengan teknik bioflok. *JPPM (Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat)*, 1(2), 109-115.
- Triastuti, W. E., Prajitno, D. H., Agustiani, E., Surono, A., Purwanto, D., & Wardani, P. (2024). Diversifikasi ikan lele menjadi produk olahan nugget karakter di Desa Pademawu Timur. *Sewagati*, 8(4), 1822-1828.