

Peningkatan Produktivitas Budidaya Ikan Nila melalui Sistem Filtrasi Karbon Aktif pada Kelompok Papua Karya Mandiri di Distrik Muara Tami, Kota Jayapura

Julius Ary Mollet^{1*}, Octolia Togibasa², Pisi Bethania Titalessy³

¹Program Studi Ilmu Ekonomi, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

²Program Studi Fisika, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

³Program Studi Ekonomi Pembangunan, Universitas Cenderawasih, Indonesia

e-mail: julius.mollet@gmail.com

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Article history: Diterima: 26 Agustus 2026 Direvisi: 29 September 2026 Disetujui: 30 September 2026 Available online DOI: 10.31605/sipakaraya.v5i1.7034 How to cite (APA): Mollet, J. A., Togibasa, O., & Titalessy, P. B. (2026). Peningkatan Produktivitas Budidaya Ikan Nila melalui Sistem Filtrasi Karbon Aktif pada Kelompok Papua Karya Mandiri di Distrik Muara Tami, Kota Jayapura. <i>Sipakaraya : Jurnal Pengabdian Masyarakat</i>, 5(1), 124–134. ISSN 2963-3885	Abstrak Kualitas air merupakan faktor kunci dalam keberhasilan budidaya ikan nila, terutama pada kolam intensif yang menerima input pakan tinggi. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kapasitas teknis dan produktivitas Kelompok Pembudidaya Ikan “Papua Karya Mandiri” di Koya Timur, Distrik Muara Tami, Kota Jayapura melalui penerapan sistem filtrasi berbasis karbon aktif. Program dilaksanakan secara partisipatif melalui identifikasi masalah, pemasangan unit filtrasi, pelatihan teknis kepada 25 peserta, serta evaluasi kualitas air, produktivitas, dan ekonomi usaha. Unit filtrasi menggunakan kerikil dan serabut sebagai penyaring awal serta 10 kg karbon aktif granular sebagai media adsorpsi. Secara deskriptif, pH berubah dari 6,2 menjadi 7,1, TDS menurun dari 450 menjadi 280 mg/L, Fe dari 0,8 menjadi 0,3 mg/L, dan Zn dari 0,15 menjadi 0,05 mg/L. Hasil panen meningkat dari 350 menjadi 500 kg/siklus (42,86%). Dari 2.000 ekor yang ditebar, sekitar 1.900 ekor dipanen sehingga survival rate mencapai 95%. Dengan luas kolam 625 m², produktivitas mencapai 0,80 kg/m²/siklus. Penerimaan panen sebesar Rp17.500.000 dan biaya tunai terdokumentasi Rp8.500.000 menghasilkan R/C ratio 2,06. Analisis ekonomi masih bersifat parsial karena belum memasukkan penyusutan, transportasi, dan opportunity cost tenaga kerja. Hasil program menunjukkan bahwa filtrasi karbon aktif dapat diterapkan sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung pengelolaan kualitas air dan produktivitas budidaya nila skala kelompok. Kata kunci: Karbon Aktif, Kualitas Air, Ikan Nila, Produktivitas, Muara Tami. Abstract <i>Water quality is a key determinant of Nile tilapia farming performance, particularly in intensive ponds with high feed inputs. This community service program aimed to improve the technical capacity and productivity of the “Papua Karya Mandiri” fish-farmer group in Koya Timur, Muara Tami District, Jayapura City, through an activated-carbon-based filtration system. The participatory program included problem identification, filtration-unit installation, technical training for 25 participants, and evaluation of water quality, productivity, and farm economics. The filtration unit used gravel and fiber as preliminary filter media and 10 kg of granular activated carbon as the main adsorption medium. Descriptively, pH changed from 6.2 to 7.1, TDS decreased from 450 to 280 mg/L, Fe from 0.8 to 0.3 mg/L, and Zn from 0.15 to 0.05 mg/L. Harvest increased from</i>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

350 to 500 kg/cycle (42.86%). Of 2,000 fish stocked, approximately 1,900 were harvested, giving a 95% survival rate. With a pond area of 625 m², productivity reached 0.80 kg/m²/cycle. Harvest revenue was IDR 17,500,000 and documented cash costs were IDR 8,500,000, yielding an R/C ratio of 2.06. The economic analysis remains partial because depreciation, transportation, and the opportunity cost of family labor were not included. The program indicates that activated-carbon filtration can be applied as an appropriate technology to support water-quality management and productivity in small-scale tilapia farming.

Keywords: Activated Carbon, Water Quality, Nile Tilapia, Productivity; Muara Tami.

PENDAHULUAN

Budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki peran penting dalam penyediaan protein hewani dan penguatan ekonomi rumah tangga pembudidaya. Di Distrik Muara Tami, Kota Jayapura, Koya Timur telah berkembang sebagai salah satu sentra budidaya ikan air tawar dan tercatat sebagai lokasi Kampung Perikanan Budidaya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi produksi di tingkat kelompok tidak hanya relevan bagi mitra, tetapi juga mendukung keberlanjutan kawasan budidaya secara lebih luas. (Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2025).

Produktivitas budidaya nila sangat dipengaruhi oleh interaksi antara pakan, padat tebar, suhu, oksigen terlarut, pH, amonia, serta parameter kualitas air lainnya. Tinjauan Abd El-Hack et al. (2022) menegaskan bahwa kualitas air berpengaruh terhadap pertumbuhan, konsumsi pakan, efisiensi pakan, kesehatan, dan kelangsungan hidup ikan nila. Meta-analisis Paredes-Trujillo dan Mendoza-Carranza (2022) juga menunjukkan bahwa kondisi air yang tidak optimal sering dikaitkan dengan meningkatnya risiko gangguan kesehatan pada budidaya tilapia. Dalam konteks lokal, dinamika pH, amonia, nitrat, suhu, dan oksigen terlarut pada kolam nila di Koya, Distrik Muara Tami, telah dilaporkan sebagai parameter yang perlu dipantau secara rutin (Mantayborbir et al., 2023). Dalam kegiatan ini, produktivitas operasional didefinisikan sebagai hasil panen ikan dalam kilogram per siklus produksi. Indikator kg/siklus dipilih karena merupakan data produksi yang secara konsisten tersedia pada catatan mitra sebelum dan setelah intervensi serta secara langsung merepresentasikan keluaran usaha pada satu siklus budidaya. Indikator ini tidak dimaksudkan menggantikan parameter teknis lain seperti pertumbuhan individu, survival rate, padat tebar, dan feed conversion ratio (FCR), yang belum terdokumentasi secara lengkap pada kegiatan ini.

Pada budidaya intensif, sisa pakan, ekskreta ikan, padatan tersuspensi, serta senyawa terlarut dapat terakumulasi ketika sirkulasi dan pengelolaan air tidak memadai. Kondisi ini menjadi permasalahan utama yang disampaikan Kelompok Pembudidaya Ikan “Papua Karya Mandiri” di Koya Timur. Sebelum program dilaksanakan, kelompok mengandalkan pembersihan kolam dan pergantian air, tetapi hasil produksi masih belum optimal. Masalah tersebut membutuhkan teknologi yang relatif sederhana, mudah dioperasikan, dan dapat dipelihara oleh pembudidaya secara mandiri.

Karbon aktif merupakan adsorben berpori dengan luas permukaan dan gugus fungsi yang memungkinkan pengikatan berbagai kontaminan organik maupun anorganik. Efektivitasnya sangat bergantung pada bahan baku, proses aktivasi, struktur pori, dan kimia permukaan (Bhatnagar et al., 2013; Crini et al., 2019). Pengembangan karbon aktif dari biomassa lokal juga telah dilakukan di Papua. Togibasa et al. (2021) menunjukkan bahwa jenis aktivator kimia memengaruhi sifat karbon aktif berbasis limbah sagu, sedangkan modifikasi permukaan lebih lanjut dapat meningkatkan karakteristik adsorpsi material (Togibasa et al., 2023a). Pada kegiatan pengabdian sebelumnya di Jayapura, filtrasi berbasis karbon aktif juga dilaporkan dapat memperbaiki kualitas air pada skala sederhana dan menurunkan kekeruhan limbah cair (Dahlan et al., 2022; Togibasa et al., 2023b).

Di bidang akuakultur, arang atau karbon aktif telah digunakan baik sebagai media pengolahan air maupun sebagai bahan tambahan dengan tujuan menekan senyawa yang tidak diinginkan. Review

Nurhayati et al. (2023) menunjukkan potensi arang aktif dalam membantu mereduksi amonia dan berbagai kontaminan serta mendukung kondisi budidaya yang lebih baik. Namun, penerapan teknologi pada kelompok pembudidaya memerlukan lebih dari sekadar instalasi alat. Pengetahuan tentang susunan media, aliran air, pemeliharaan filter, interpretasi hasil pengukuran, serta kemampuan melakukan tindakan korektif harus menjadi bagian dari proses pemberdayaan. Pengabdian terkait mutu air pada pembudidaya ikan air tawar juga menunjukkan bahwa penyuluhan dan pendampingan teknis merupakan komponen penting untuk meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap praktik pengelolaan air (Scabra & Setyowati, 2019).

Berdasarkan kondisi tersebut, program ini mengintegrasikan transfer pengetahuan, pelatihan praktik, dan penerapan sistem filtrasi karbon aktif pada kolam budidaya nila milik mitra. Kebaruan praktis program terletak pada penggunaan unit filtrasi berlapis yang memadukan penyaringan mekanis sederhana dengan adsorpsi karbon aktif, disertai pemantauan parameter air dan evaluasi hasil panen pada kelompok pembudidaya di Koya Timur. Tujuan kegiatan adalah (1) meningkatkan pemahaman dan keterampilan mitra dalam pengelolaan kualitas air; (2) menerapkan sistem filtrasi berbasis karbon aktif yang dapat dioperasikan pada skala kelompok; dan (3) mengevaluasi perubahan kualitas air dan produktivitas budidaya setelah intervensi.

METODE PELAKSANAAN

1. Lokasi, mitra, dan pendekatan kegiatan

Kegiatan dilaksanakan pada tahun 2026 di lokasi usaha Kelompok Pembudidaya Ikan “Papua Karya Mandiri”, Kelurahan Koya Timur, Distrik Muara Tami, Kota Jayapura. Kelompok dipimpin oleh Sugim dan bergerak dalam usaha budidaya ikan nila pada kolam tanah. Program melibatkan 25 peserta dalam kegiatan sosialisasi dan pelatihan teknis.

Metode pengabdian menggunakan pendekatan partisipatif. Mitra dilibatkan sejak tahap identifikasi masalah, penentuan kebutuhan teknologi, perancangan unit, pelatihan, sampai evaluasi. Pendekatan ini dipilih agar transfer teknologi tidak berhenti pada pemasangan alat, tetapi diikuti kemampuan mengoperasikan, memeriksa, membersihkan, dan mengevaluasi sistem secara mandiri. Pelatihan berbasis praktik langsung relevan untuk penguatan keterampilan masyarakat karena menghubungkan penjelasan konseptual dengan pengalaman operasional di lapangan (Mannahali et al., 2024).

Tabel 1. Tahapan pelaksanaan, kegiatan utama, dan indikator evaluasi

Tahap	Kegiatan utama	Indikator evaluasi
1	Identifikasi masalah dan sosialisasi mengenai kualitas air, sumber pencemar, serta prinsip adsorpsi karbon aktif.	Kesesuaian masalah prioritas; partisipasi dan respons mitra.
2	Perancangan dan pemasangan unit filtrasi dengan media kerikil, serabut, dan 10 kg karbon aktif granular.	Unit terpasang dan dapat dialiri air kolam.
3	Pelatihan perakitan, pengoperasian, pembersihan media, dan monitoring kualitas air kepada 25 peserta.	Peserta mampu menjelaskan prinsip kerja dan melakukan simulasi pengoperasian.
4	Monitoring kualitas air dan evaluasi produktivitas sebelum–sesudah intervensi.	Perubahan pH, TDS, Fe, Zn, hasil panen, dan catatan mortalitas.
5	Diskusi tindak lanjut mengenai pemeliharaan, biaya pakan, tanah dasar kolam, dan alternatif teknologi.	Daftar masalah keberlanjutan dan rekomendasi bersama mitra.

2. Rancangan sistem filtrasi

Unit filtrasi disusun menggunakan kerikil dan serabut sebagai media penyaring awal, kemudian karbon aktif granular sebanyak 10 kg sebagai media adsorpsi utama. Air kolam dialirkan melewati media secara berurutan dan dikembalikan ke kolam. Kerikil dan serabut berfungsi menahan padatan berukuran relatif besar, sedangkan karbon aktif digunakan untuk meningkatkan proses adsorpsi terhadap senyawa terlarut dan kontaminan yang dapat memengaruhi kualitas air. Pemilihan susunan media mempertimbangkan kemudahan memperoleh bahan, kesederhanaan konstruksi, serta kemampuan mitra melakukan pembongkaran dan pembersihan secara berkala. Dokumentasi kegiatan yang tersedia mencatat massa karbon aktif, susunan media, dan konfigurasi aliran, tetapi belum mencatat secara terukur dimensi setiap ruang filter, volume masing-masing media, debit/laju aliran, waktu kontak air dengan karbon aktif, volume efektif kolam, dan kapasitas pompa. Oleh karena itu, parameter tersebut tidak direkonstruksi dalam artikel untuk menghindari penyajian data yang tidak terdokumentasi. Keterbatasan ini menjadi dasar perbaikan logbook teknis pada penerapan berikutnya agar seluruh spesifikasi hidraulik dan operasional dapat dilaporkan secara kuantitatif.

Karbon aktif memiliki struktur mikro- dan mesopori serta gugus fungsi permukaan yang mendukung proses adsorpsi. Karena kapasitas adsorpsi akan menurun ketika permukaan dan pori terisi, pemeliharaan dan penggantian media tetap menjadi bagian penting dari operasional sistem (Bhatnagar et al., 2013; Togibasa et al., 2023a).



Gambar 1. Unit teknologi di lingkungan kolam (kiri) dan kondisi kolam budidaya mitra (kanan).
Sumber: dokumentasi kegiatan

3. Pengukuran dan analisis data

Evaluasi kualitas air dilakukan menggunakan pH meter dan TDS meter selama enam hari pengamatan. Pengukuran Fe dan Zn dilakukan sebanyak enam kali selama periode evaluasi. Untuk artikel ini, hasil disajikan sebagai ringkasan nilai kondisi awal dan kondisi setelah penerapan sebagaimana terdokumentasi dalam laporan kegiatan. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan

menghitung perubahan absolut dan persentase untuk parameter yang sesuai. Karena desain kegiatan merupakan intervensi pengabdian tanpa kolam kontrol dan tanpa pengujian statistik inferensial, istilah “peningkatan” dan “penurunan” dalam artikel merujuk pada perubahan deskriptif sebelum dan sesudah program, bukan bukti kausal eksperimental.

Data produktivitas dihimpun dari catatan produksi mitra sebelum dan setelah penerapan teknologi dan dibandingkan dalam satuan kilogram per siklus. Pada siklus setelah intervensi, data yang dicatat meliputi jumlah tebar 2.000 ekor, jumlah ikan dipanen 1.900 ekor, mortalitas sekitar 100 ekor, biomassa panen 500 kg, lama pemeliharaan empat bulan, dan total pakan 500 kg (10 sak @50 kg). Tingkat kelangsungan hidup (survival rate/SR) dihitung sebagai jumlah ikan dipanen dibagi jumlah ikan ditebar dikalikan 100%. Produktivitas areal dihitung dari biomassa panen per luas kolam. Rasio pakan terhadap biomassa panen juga disajikan, tetapi tidak disebut sebagai feed conversion ratio (FCR) karena biomassa awal benih tidak terdokumentasi. Kolam berukuran 25 m × 25 m × 1,5 m, dengan luas 625 m² dan volume geometris 937,5 m³. Respons dan pemahaman mitra dievaluasi melalui observasi selama pelatihan, simulasi pengoperasian, diskusi, serta wawancara; karena tidak tersedia pre-test/post-test individual, perubahan kapasitas mitra tetap dilaporkan secara kualitatif. Analisis ekonomi sederhana menggunakan penerimaan penjualan dan komponen biaya yang terdokumentasi, yaitu benih, pakan, listrik, pupuk/obat/vitamin, dan perawatan filter. Tenaga kerja dilakukan sendiri oleh mitra sehingga tidak terdapat pengeluaran upah tunai. R/C ratio dihitung sebagai penerimaan dibagi total biaya terdokumentasi. Biaya penyusutan, transportasi, dan opportunity cost tenaga kerja belum tercatat sehingga hasil ekonomi ditafsirkan sebagai analisis parsial, bukan laba bersih penuh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

a. Pelaksanaan Sosialisasi dan Pelatihan

Kegiatan diawali dengan diskusi bersama ketua dan anggota kelompok untuk mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan kinerja kolam. Berdasarkan hasil diskusi, mitra mengidentifikasi akumulasi sisa pakan, lumpur, dan kebutuhan pembersihan kolam sebagai persoalan yang paling sering dihadapi. Selanjutnya, dilakukan sosialisasi mengenai hubungan antara input pakan, bahan organik, kualitas air, kesehatan ikan, dan produktivitas budidaya. Materi juga mencakup fungsi karbon aktif serta prinsip dasar filtrasi dalam pengelolaan kolam.

Pelatihan teknis diikuti oleh 25 peserta. Peserta terlibat dalam simulasi penyusunan media filtrasi, pengaturan alur air, pembersihan media, serta penggunaan perangkat pengukuran. Dokumentasi kegiatan menunjukkan keterlibatan anggota kelompok dalam diskusi, penyampaian materi, dan praktik penggunaan sistem filtrasi.

Setelah kegiatan, mitra mampu menjelaskan fungsi lapisan penyaring dan alasan karbon aktif digunakan sebagai media adsorpsi. Mitra juga terlibat dalam proses perakitan, pemasangan, pengoperasian, dan pemeliharaan awal unit filtrasi.



Gambar 2. Diskusi identifikasi masalah bersama mitra (kiri) dan kegiatan sosialisasi/pelatihan kepada anggota kelompok (kanan). Sumber: dokumentasi kegiatan.

b. Perubahan Kualitas Air Setelah Penerapan Filtrasi

Hasil evaluasi menunjukkan adanya perubahan pada seluruh parameter kualitas air yang diukur setelah penerapan sistem filtrasi. Nilai pH meningkat dari 6,2 menjadi 7,1, sedangkan TDS menurun dari 450 menjadi 280 mg/L. Konsentrasi Fe menurun dari 0,8 menjadi 0,3 mg/L dan Zn dari 0,15 menjadi 0,05 mg/L. Perubahan tersebut disajikan pada Tabel 2.

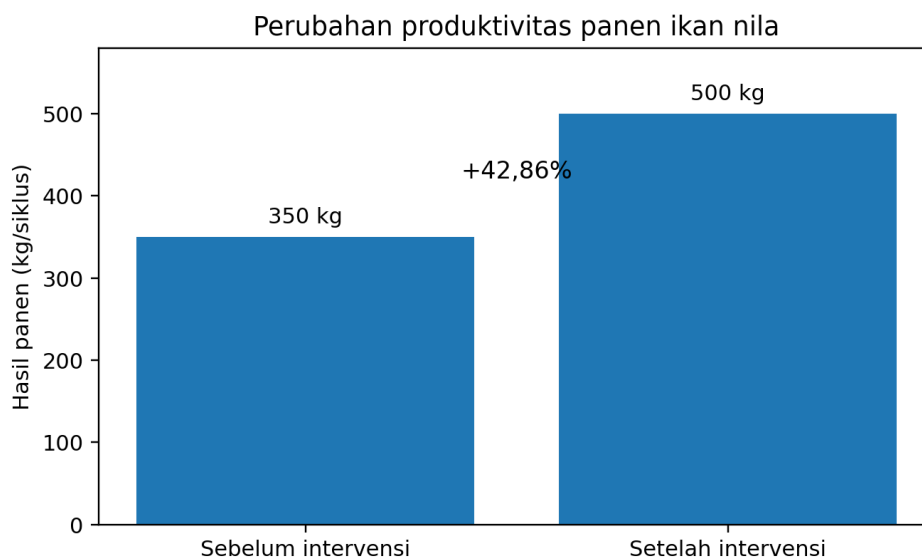
Tabel 2. Ringkasan kualitas air sebelum dan setelah intervensi

Parameter	Sebelum	Setelah	Perubahan deskriptif
pH	6,2	7,1	+0,9 unit
TDS	450 mg/L	280 mg/L	turun 170 mg/L (37,78%)
Fe	0,8 mg/L	0,3 mg/L	turun 0,5 mg/L (62,50%)
Zn	0,15 mg/L	0,05 mg/L	turun 0,10 mg/L (66,67%)

c. Perubahan Produktivitas Panen

Produksi ikan nila meningkat dari 350 kg menjadi 500 kg per siklus, atau bertambah 150 kg (42,86%). Pada siklus setelah intervensi, sebanyak 2.000 ekor ikan ditebar dan sekitar 1.900 ekor dipanen. Berdasarkan jumlah tersebut, mortalitas tercatat sekitar 100 ekor dan survival rate (SR) mencapai 95%.

Biomassa panen sebesar 500 kg dari 1.900 ekor menghasilkan bobot rata-rata sekitar 263 g/ekor. Dengan luas kolam 625 m², produktivitas areal mencapai 0,80 kg/m²/siklus. Lama satu siklus budidaya adalah empat bulan.



Gambar 3. Produktivitas panen ikan nila sebelum dan setelah penerapan sistem filtrasi karbon aktif berdasarkan data kegiatan.

Selama satu siklus, pakan yang digunakan sebanyak 10 sak dengan berat masing-masing 50 kg atau total 500 kg. Rasio jumlah pakan terhadap biomassa panen adalah 1,00 kg/kg. Nilai tersebut tidak dinyatakan sebagai feed conversion ratio (FCR) karena biomassa awal benih tidak terdokumentasi.

d. Keberdayaan Mitra dan Aspek Ekonomi

Sebanyak 25 peserta mengikuti sosialisasi dan pelatihan. Mitra terlibat langsung dalam perakitan, pemasangan, pengoperasian, dan diskusi pemeliharaan unit filtrasi. Setelah pelatihan, mitra dapat menjelaskan fungsi lapisan penyaring dan prinsip dasar pemeliharaan sistem.

Dalam pengoperasiannya, ditemukan bahwa lumpur yang tertahan pada media dapat menyebabkan penyumbatan aliran sehingga media perlu dibersihkan secara berkala. Temuan tersebut menjadi salah satu aspek teknis yang perlu diperhatikan dalam keberlanjutan penggunaan teknologi.

Dari sisi ekonomi, hasil panen sebesar 500 kg dengan harga jual Rp35.000/kg menghasilkan penerimaan Rp17.500.000 per siklus. Biaya produksi yang terdokumentasi terdiri atas benih sebesar Rp2.000.000, pakan Rp5.000.000, listrik Rp400.000, pupuk/obat/vitamin Rp1.000.000, dan perawatan filter Rp100.000. Total biaya tunai yang terdokumentasi sebesar Rp8.500.000 per siklus.

Berdasarkan data tersebut, selisih antara penerimaan dan biaya terdokumentasi sebesar Rp9.000.000 per siklus, sedangkan R/C ratio mencapai 2,06. Tenaga kerja dilakukan sendiri oleh mitra sehingga tidak terdapat pengeluaran upah tunai.

Alternatif teknologi bioflok juga teridentifikasi dalam diskusi bersama mitra sebagai salah satu opsi pengembangan pengelolaan budidaya pada tahap berikutnya.

Tabel 3. Capaian program dan tindak lanjut

Aspek	Capaian utama	Tindak lanjut
Teknologi	Unit filtrasi berlapis dengan 10 kg karbon aktif dapat dioperasikan pada kolam mitra.	Pengembangan pre-filter/backwash yang lebih mudah dibersihkan.
Kualitas air	pH meningkat, sedangkan TDS, Fe, dan Zn menurun secara deskriptif.	Pengukuran berulang, replikasi, pengukuran laju alir, dan penggunaan kolam pembanding.
Produksi	Panen meningkat dari 350 menjadi 500 kg/siklus; 1.900 dari 2.000 ekor dipanen; SR 95%; produktivitas 0,80 kg/m ² /siklus.	Pencatatan biomassa awal dan data produksi secara berkala.
Kapasitas mitra	25 peserta mengikuti sosialisasi dan pelatihan serta mampu menjelaskan prinsip dasar sistem.	Pre-test/post-test dan SOP tertulis.
Ekonomi	Penerimaan Rp17.500.000/siklus; biaya tunai terdokumentasi Rp8.500.000; selisih Rp9.000.000; R/C ratio 2,06.	Analisis biaya yang memasukkan penyusutan, transportasi, dan tenaga kerja.
Lingkungan kolam	Masalah akumulasi lumpur dan kondisi dasar kolam teridentifikasi.	Analisis tanah/sedimen dan kajian alternatif pengelolaan kolam.

2. Pembahasan

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan unit filtrasi berlapis memberikan perubahan pada beberapa parameter kualitas air yang diukur. Peningkatan pH dari 6,2 menjadi 7,1 menunjukkan pergeseran kondisi air dari agak asam menuju kondisi yang lebih mendekati netral. Kondisi pH merupakan salah satu parameter penting dalam budidaya ikan nila karena bersama dengan oksigen terlarut, suhu, dan senyawa nitrogen memengaruhi kondisi fisiologis dan kesehatan ikan. Abd El-Hack et al. (2022) menekankan bahwa pengelolaan kualitas air pada budidaya nila perlu dilakukan secara terintegrasi, sedangkan Mantayborbir et al. (2023) menunjukkan pentingnya dinamika kualitas air dalam mendukung budidaya ikan nila di wilayah Koya.

Penurunan TDS sebesar 37,78% menunjukkan berkurangnya konsentrasi zat terlarut yang terukur setelah penerapan sistem filtrasi. Penurunan Fe sebesar 62,50% dan Zn sebesar 66,67% juga menunjukkan adanya perubahan terhadap parameter kimia air. Karbon aktif memiliki kemampuan adsorpsi terhadap berbagai senyawa melalui luas permukaan, distribusi pori, dan karakteristik kimia permukaannya (Bhatnagar et al., 2013; Crini et al., 2019). Temuan tersebut juga memiliki kesesuaian dengan penerapan filter karbon aktif pada kegiatan pengabdian di Jayapura yang melaporkan perbaikan beberapa parameter kualitas air melalui kombinasi media adsorpsi dan penyaringan mekanis (Dahlan et al., 2022; Togibasa et al., 2023b).

Namun, perubahan kualitas air dalam kegiatan ini tidak dapat diatribusikan secara khusus kepada karbon aktif. Sistem yang diterapkan terdiri atas beberapa lapisan media, termasuk kerikil dan

serabut, sehingga perubahan parameter air merupakan hasil dari keseluruhan unit filtrasi. Selain itu, tidak tersedia kolam kontrol dan pengambilan sampel berulang yang memungkinkan perbandingan kondisi secara lebih kuat. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh lebih tepat dipahami sebagai perubahan kualitas air yang terjadi setelah penerapan sistem filtrasi, bukan sebagai bukti efek kausal tunggal karbon aktif.

Perubahan kualitas air tersebut berlangsung bersamaan dengan peningkatan produktivitas panen. Produksi meningkat 42,86%, dengan SR sebesar 95% dan produktivitas areal 0,80 kg/m²/siklus. Secara biologis, kualitas air berkaitan dengan konsumsi pakan, metabolisme, respons stres, kesehatan, dan kelangsungan hidup ikan nila (Paredes-Trujillo & Mendoza-Carranza, 2022; Abd El-Hack et al., 2022). Dengan demikian, perbaikan kondisi air dapat mendukung lingkungan budidaya yang lebih sesuai bagi ikan. Meskipun demikian, peningkatan produksi tidak dapat secara langsung dinyatakan sebagai akibat tunggal dari sistem filtrasi karena tidak terdapat kolam pembanding dan data seri waktu yang lengkap. Faktor lain seperti pengelolaan pakan, kepadatan tebar, kondisi benih, pemeliharaan kolam, dan kondisi lingkungan juga dapat berkontribusi terhadap hasil panen.

Rasio pakan terhadap biomassa panen sebesar 1,00 kg/kg memberikan gambaran penggunaan pakan selama siklus, tetapi tidak dapat digunakan sebagai FCR. Perhitungan FCR membutuhkan informasi mengenai pertambahan biomassa, termasuk biomassa awal dan akhir. Tidak terdokumentasinya biomassa awal menyebabkan efisiensi konversi pakan belum dapat dianalisis secara tepat. Pada kegiatan selanjutnya, pencatatan bobot awal benih dan biomassa secara berkala diperlukan agar efisiensi pakan dapat dievaluasi dengan indikator yang lebih tepat.

Dari aspek keberdayaan, keterlibatan langsung mitra dalam perakitan dan pengoperasian unit filtrasi menunjukkan adanya proses transfer pengetahuan praktis. Pendekatan berbasis praktik memungkinkan pembudidaya menghubungkan persoalan yang mereka hadapi dengan solusi teknis yang dapat diterapkan secara langsung. Pendekatan partisipatif semacam ini dapat mendukung keberlanjutan penerapan teknologi karena mitra tidak hanya menjadi penerima teknologi, tetapi juga terlibat dalam proses pengoperasiannya (Mannahali et al., 2024). Namun, kemampuan mitra dalam kegiatan ini masih didasarkan pada observasi selama pelatihan. Tanpa pre-test dan post-test atau rubrik penilaian keterampilan, besarnya peningkatan kemampuan belum dapat dinyatakan secara kuantitatif.

Aspek pemeliharaan menjadi salah satu faktor penting dalam keberlanjutan sistem. Akumulasi lumpur pada media dapat menghambat aliran air sehingga pembersihan perlu dilakukan secara berkala. Kondisi ini menunjukkan bahwa efektivitas teknologi tidak hanya ditentukan oleh kemampuan media filtrasi, tetapi juga oleh kemudahan pemeliharaan oleh pengguna. Pengembangan ruang pengendap awal, pre-filter yang mudah dicuci, mekanisme backwashing, atau desain modular dapat menjadi alternatif untuk mengurangi beban pemeliharaan. Dengan demikian, pengembangan teknologi pada tahap berikutnya perlu mempertimbangkan aspek teknis sekaligus kemampuan operasional mitra.

Secara ekonomi, penerimaan sebesar Rp17.500.000 dan biaya tunai terdokumentasi sebesar Rp8.500.000 menghasilkan selisih Rp9.000.000 dengan R/C ratio sebesar 2,06. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penerimaan yang diperoleh lebih besar daripada biaya tunai yang tercatat dalam kegiatan. Namun, analisis tersebut merupakan analisis ekonomi parsial karena belum memasukkan penyusutan peralatan, transportasi, dan opportunity cost tenaga kerja. Oleh karena itu, selisih Rp9.000.000 tidak dapat diposisikan sebagai laba bersih penuh. Pencatatan komponen biaya yang lebih lengkap pada siklus berikutnya diperlukan untuk memperoleh gambaran kelayakan ekonomi yang lebih komprehensif.

Alternatif bioflok yang muncul dalam diskusi dapat dipertimbangkan sebagai opsi pengembangan, tetapi penerapannya memerlukan kesiapan teknis dan operasional. Sistem bioflok membutuhkan pengelolaan aerasi, sumber karbon, padat tebar, serta kualitas air secara konsisten. Oleh sebab itu, penerapan teknologi tersebut sebaiknya didahului oleh analisis kebutuhan, biaya, kemampuan pengelolaan, dan kesesuaian dengan kondisi kolam mitra.

Secara keseluruhan, kegiatan menunjukkan bahwa sistem filtrasi berlapis dapat diterapkan pada kolam mitra dan diikuti oleh perubahan deskriptif pada kualitas air serta peningkatan hasil panen pada siklus yang diamati. Namun, hasil kegiatan belum cukup untuk memisahkan pengaruh sistem filtrasi dari faktor budidaya lainnya. Pengembangan evaluasi selanjutnya perlu mencakup pengukuran kualitas air secara berkala, replikasi, kolam kontrol, pencatatan biomassa awal dan akhir, laju alir, waktu kontak media, umur karbon aktif, serta indikator keterampilan mitra. Pendekatan tersebut akan menghasilkan bukti yang lebih kuat mengenai efektivitas teknologi sekaligus mendukung pengembangan sistem filtrasi yang lebih mudah dipelihara dan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Program pengabdian pada Kelompok Pembudidaya Ikan “Papua Karya Mandiri” menghasilkan temuan deskriptif berupa penerapan sistem filtrasi berlapis dengan media kerikil, serabut, dan 10 kg karbon aktif yang dapat dioperasikan bersama mitra. Pada periode evaluasi, pH berubah dari 6,2 menjadi 7,1, TDS menurun 37,78%, Fe menurun 62,50%, dan Zn menurun 66,67%. Hasil panen meningkat dari 350 menjadi 500 kg per siklus (42,86%). Pada siklus setelah intervensi, 1.900 dari 2.000 ekor ikan dipanen sehingga survival rate mencapai 95%, dengan biomassa panen 500 kg, bobot rata-rata sekitar 263 g/ekor, dan produktivitas 0,80 kg/m²/siklus. Sebanyak 25 peserta mengikuti pelatihan dan secara observasional mampu menjelaskan prinsip dasar operasi serta pemeliharaan filter; besarnya peningkatan kemampuan belum dapat dikuantifikasi karena tidak tersedia pre-test/post-test terstruktur.

Secara ekonomi, penerimaan panen mencapai Rp17.500.000 per siklus, sedangkan biaya tunai yang terdokumentasi sebesar Rp8.500.000, sehingga diperoleh selisih penerimaan terhadap biaya Rp9.000.000 dan R/C ratio 2,06. Hasil ekonomi tersebut bersifat parsial karena belum memasukkan penyusutan, transportasi, dan opportunity cost tenaga kerja. Temuan keseluruhan menunjukkan bahwa sistem filtrasi dapat diterapkan sebagai teknologi tepat guna pada skala kelompok, tetapi tidak membuktikan hubungan kausal tunggal antara karbon aktif dan peningkatan hasil panen karena kegiatan tidak menggunakan kolam kontrol dan data seri waktu lengkap. Dugaan penurunan kualitas tanah dasar kolam akibat penggunaan pupuk kimia juga masih merupakan informasi hasil wawancara yang memerlukan verifikasi melalui analisis tanah. Pengembangan berikutnya perlu diarahkan pada pencatatan parameter hidraulik filter, biomassa awal untuk perhitungan FCR, kualitas air yang lebih lengkap termasuk DO dan senyawa nitrogen, serta pencatatan seluruh komponen biaya agar profitabilitas dapat dihitung secara penuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Cenderawasih melalui pendanaan PNPB tahun 2026, Kelompok Pembudidaya Ikan “Papua Karya Mandiri” di Koya Timur, serta seluruh peserta dan pihak yang mendukung pelaksanaan kegiatan. Terima kasih khusus disampaikan kepada ketua kelompok dan anggota mitra yang terlibat dalam identifikasi masalah, pelatihan, implementasi, dan evaluasi teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Nader, M. M., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Soliman, S. M., & Khafaga, A. F. (2022). Effect of environmental factors on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Biometeorology*, 66(11), 2183–2194. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02347-6>
- Bhatnagar, A., Hogland, W., Marques, M., & Sillanpää, M. (2013). An overview of the modification methods of activated carbon for its water treatment applications. *Chemical Engineering Journal*, 219, 499–511. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.12.038>

- Crini, G., Lichtfouse, E., Wilson, L. D., & Morin-Crini, N. (2019). Conventional and non-conventional adsorbents for wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*, 17(1), 195–213. <https://doi.org/10.1007/s10311-018-0786-8>
- Dahlan, K., Kawari, M. M., Bella, H. I. K., & Togibasa, O. (2022). Layanan penerapan karbon aktif sebagai media penyaring air di lingkungan SMA Negeri 4 Jayapura. *Bakti Hayati: Jurnal Pengabdian Indonesia*, 1(2). <https://doi.org/10.31957/bhjpi.v1i2.2395>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2025). Laporan Kinerja Triwulan III Tahun 2025. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Mannahali, M., Asri, W. K., Fatimah, S., Azizah, L., & Angreany, F. (2024). Pemberdayaan ekonomi: Pelatihan kewirausahaan dan keterampilan untuk masyarakat pedesaan. *Ininnawa: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 294–300. <https://doi.org/10.26858/ininnawa.v2i2.5381>
- Mantayborbir, V., Indrayani, E., & Bukit, E. A. B. (2023). The dynamics of water quality in tilapia (*Oreochromis niloticus*) ponds at the Local Fish Seed Center (BBIL) West Koya District Muara Tami Jayapura City. *Jurnal Media Akuakultur Indonesia*, 3(4), 217–223. <https://doi.org/10.29303/mediaakuakultur.v3i4.3517>
- Nurhayati, N., Handayani, L., Almuqaramah, T. M. H., Thaib, A., & Harun, H. (2023). Penerapan arang aktif dalam akuakultur: Review. *Jurnal Sains Riset*, 13(1), 88–93. <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i1.1416>
- Paredes-Trujillo, A., & Mendoza-Carranza, M. (2022). A systematic review and meta-analysis of the relationship between farm management, water quality and pathogen outbreaks in tilapia culture. *Journal of Fish Diseases*, 45(10), 1529–1548. <https://doi.org/10.1111/jfd.13679>
- Scabra, A. R., & Setyowati, D. N. (2019). Peningkatan mutu kualitas air untuk pembudidaya ikan air tawar di Desa Gegerung Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Abdi Insani*, 6(2), 267–275. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v6i2.243>
- Togibasa, O., Mumfaijah, M., Allo, Y. K., Dahlan, K., & Ansanay, Y. O. (2021). The effect of chemical activating agent on the properties of activated carbon from sago waste. *Applied Sciences*, 11(24), 11640. <https://doi.org/10.3390/app112411640>
- Togibasa, O., Dahlan, K., Ansanay, Y. O., Runggaweri, A. F., & Merani, M. (2023a). Surface modification of activated carbon from sago waste. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 33(1), 95–100. <https://doi.org/10.55713/jmmm.v33i1.1616>
- Togibasa, O., Dahlan, K., Silalahi, R. T. U., & Sikwa, A. (2023b). Layanan pengolahan air limbah binatu bagi usaha mikro, kecil, dan menengah dengan teknik filter karbon aktif. *Bakti Hayati: Jurnal Pengabdian Indonesia*, 2(2). <https://doi.org/10.31957/bhjpi.v2i2.3592>