



Evaluasi Efektivitas Program Penyuluhan dan Pelatihan Teknologi Bioflok terhadap Pengetahuan, Persepsi, dan Implementasi Masyarakat di Desa Bojongsoang

Evaluation of the Effectiveness of Biofloc Technology Extension and Training Programs to Community Knowledge, Perceptions, and Implementation in Bojongsoang Village

Fittrie Meyllianawaty Pratiwy^{1*}, Iskandar² Yuli Andriani³, Rioaldhi Sugandhi⁴

Article Info:

* corresponding author:

Fittrie Meyllianawaty

Pratiwy

e-mail: fittrie.pratiwy@unpad.ac.id

^{1,2,3,4} Departemen Perikanan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu
Kelautan, Universitas Padjadjaran

Author ID:

¹ <https://orcid.org/0000-0003-1463-7216>

² <https://orcid.org/0000-0002-7825-855X>

³ <https://orcid.org/0000-0002-1213-6867>

Submitted : Jul 29, 2026
Revised : Aug 4, 2026
Accepted : Aug 10, 2026

e-ISSN: 2723 – 6994

<https://doi.org/10.24198/fjcs.v7i2.71904>

© Published by Farmers: Journal of
Community Services (2026)
Universitas Padjadjaran

Abstract

Biofloc technology supports efficient feed utilization, water quality management, and sustainable aquaculture. However, its community-level application requires adequate knowledge and technical skills, particularly in aeration, water quality, biofloc formation, and feeding management. Therefore, community capacity building through extension and practical training is important to facilitate its appropriate application. This community service program aimed to evaluate changes in participants' knowledge and to assess their perceptions and initial implementation of biofloc technology in Bojongsoang Village, Bandung Regency, Indonesia. The program involved 40 participants and consisted of extension sessions, demonstrations, and hands-on practice. Evaluation employed a one-group pre-test–post-test design using 25 knowledge questions, a 5-point Likert-scale perception questionnaire, and an observation checklist. The mean knowledge score increased significantly from 10.95 to 21.58 out of a maximum score of 25, representing a 97.1% increase from the pre-test score ($t = -31.51$; $df = 39$; $p < 0.001$). Participants showed positive perceptions of the program (mean = 4.19). Initial observations also indicated the application of basic biofloc practices, with the highest scores recorded for water pH management (3.05) and biofloc formation (3.00). The program significantly improved participants' knowledge, while positive perceptions and initial application of basic biofloc practices were also observed. Continued technical assistance is required to strengthen the consistent application of the technology.

Keywords: biofloc technology; community empowerment; extension program; fish farming; technology implementation.

Abstrak

Teknologi bioflok mendukung efisiensi penggunaan pakan, pengelolaan kualitas air, dan budidaya yang berkelanjutan. Namun, penerapannya di tingkat masyarakat memerlukan pengetahuan dan keterampilan teknis yang memadai, terutama dalam pengelolaan aerasi, kualitas air, pembentukan bioflok, dan pemberian pakan. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas masyarakat melalui penyuluhan dan pelatihan praktik diperlukan untuk mendukung penerapan teknologi secara tepat. Kegiatan pengabdian ini bertujuan mengevaluasi perubahan pengetahuan peserta serta menilai persepsi dan implementasi awal teknologi bioflok pada masyarakat Desa Bojongsoang, Kabupaten Bandung. Program melibatkan 40 peserta melalui penyuluhan, demonstrasi, dan praktik langsung. Evaluasi menggunakan desain *one-group pre-test–post-test* dengan 25 soal pengetahuan, kuesioner persepsi skala Likert 1–5, dan lembar observasi. Rata-rata skor pengetahuan meningkat secara signifikan dari 10,95 menjadi 21,58 dari skor maksimum 25 (98,2%; $t = -31,51$; $df = 39$; $p < 0,001$). Peserta menunjukkan persepsi positif terhadap program (rerata = 4,19). Observasi awal juga menunjukkan penerapan aspek dasar teknologi bioflok, dengan skor tertinggi pada pengelolaan pH air (3,05) dan pembentukan bioflok (3,00). Program secara signifikan meningkatkan pengetahuan peserta, disertai persepsi positif dan penerapan awal aspek dasar teknologi bioflok. Pendampingan teknis berkelanjutan diperlukan untuk memperkuat konsistensi penerapan teknologi.

Kata Kunci: bioflok; budidaya ikan; implementasi teknologi; pemberdayaan



This is an open access article under the CC BY-NC license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Pendahuluan

Ketahanan pangan menjadi tantangan global akibat pertumbuhan populasi, perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan meningkatnya kebutuhan pangan bergizi serta berkelanjutan. Dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs), tujuan kedua (*Zero Hunger*) menekankan pentingnya sistem pangan yang menjamin ketersediaan, akses, kualitas, dan keberlanjutan pangan. Peningkatan kebutuhan protein hewani mendorong pengembangan sistem produksi yang produktif, efisien, adaptif, dan berkelanjutan untuk mendukung ketahanan pangan sekaligus menjaga ekosistem (United Nations (UN) 2015; *High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition* (HLPE), 2020; *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) 2022 dan 2024)

Perikanan dan akuakultur memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan, peningkatan gizi masyarakat, pengentasan kemiskinan, serta penyediaan lapangan kerja di berbagai negara. Laporan *The State of World Fisheries and Aquaculture* (SOFIA) 2024 menyebutkan bahwa produksi perikanan dan akuakultur dunia pada tahun 2022 mencapai rekor tertinggi sebesar 223,2 juta ton, yang terdiri atas 185,4 juta ton organisme akuatik dan 37,8 juta ton alga. Untuk pertama kalinya dalam sejarah, produksi organisme akuatik dari sektor akuakultur (94,4 juta ton) melampaui produksi perikanan tangkap (92,3 juta ton), sehingga akuakultur menjadi sumber utama pangan akuatik untuk konsumsi manusia. Sekitar 89% produksi organisme akuatik dimanfaatkan langsung sebagai pangan, menunjukkan bahwa sektor ini semakin berperan sebagai penyedia protein hewani berkualitas tinggi bagi populasi dunia yang terus meningkat (FAO, 2024).

Pesatnya perkembangan akuakultur menunjukkan bahwa sektor ini merupakan sistem produksi pangan dengan pertumbuhan tercepat dibandingkan subsektor pangan lainnya. Namun demikian, peningkatan produksi harus diimbangi dengan penerapan sistem budidaya yang berkelanjutan karena intensifikasi budidaya sering kali diikuti oleh meningkatnya penggunaan pakan, kebutuhan air, akumulasi limbah organik, serta risiko munculnya penyakit. Menyadari tantangan tersebut, FAO menginisiasi program *Blue Transformation* yang menekankan pengembangan akuakultur melalui peningkatan efisiensi produksi,

penguatan ketahanan sistem budidaya, pengurangan dampak lingkungan, serta penerapan inovasi berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi untuk mendukung sistem pangan akuatik yang berkelanjutan (FAO, 2022; FAO, 2024).

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi akuakultur terbesar di dunia. Berdasarkan SOFIA (2024), Indonesia menempati peringkat ketiga produsen organisme akuatik dunia setelah Tiongkok dan India dengan kontribusi sekitar 7% terhadap produksi global. Potensi tersebut didukung oleh ketersediaan sumber daya perairan yang luas, tingginya keanekaragaman komoditas budidaya, serta meningkatnya permintaan ikan sebagai sumber pangan bergizi di tingkat nasional maupun internasional. Kondisi ini menjadikan pengembangan akuakultur sebagai salah satu sektor prioritas dalam mendukung ketahanan pangan nasional sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat pembudidaya (FAO, 2024).

Budidaya ikan di Indonesia, khususnya pada skala mikro, kecil, dan menengah, masih menghadapi kendala berupa tingginya biaya pakan, keterbatasan lahan dan air, rendahnya efisiensi nutrisi, serta penurunan kualitas lingkungan (Ebeling et al., 2006). Pada sistem intensif, kepadatan tebar dan pemberian pakan tinggi dapat meningkatkan akumulasi amonia dan nitrit yang bersifat toksik, sehingga memicu stres, menurunkan imunitas, menghambat pertumbuhan, dan meningkatkan mortalitas ikan (Boyd & Tucker, 2012; Hargreaves, 2013). Oleh karena itu, peningkatan produktivitas perlu didukung teknologi yang meningkatkan efisiensi nutrisi sekaligus menjaga kualitas lingkungan secara berkelanjutan.

Sebagai respons terhadap berbagai tantangan tersebut, berbagai inovasi teknologi budidaya terus dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi produksi sekaligus meminimalkan dampak lingkungan. Salah satu inovasi yang berkembang pesat dalam dua dekade terakhir adalah *Biofloc Technology* (BFT), yaitu sistem budidaya yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme, terutama bakteri heterotrof, untuk mengonversi limbah nitrogen anorganik menjadi biomassa mikroba yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber nutrisi bagi organisme budidaya. Melalui pengaturan rasio karbon terhadap nitrogen (*carbon to nitrogen ratio*; C/N ratio), amonia yang dihasilkan dari sisa pakan dan ekskresi ikan dapat diasimilasi menjadi flok mikroba yang kaya protein, lipid, vitamin, mineral,

dan senyawa bioaktif sehingga berfungsi sebagai pakan alami tambahan sekaligus memperbaiki kualitas air budidaya (Avnimelech, 2015; Crab et al., 2012; Hargreaves, 2013; Ahmad et al., 2017). Pendekatan tersebut menjadikan bioflok sebagai salah satu teknologi budidaya yang mendukung prinsip efisiensi sumber daya dan *circular aquaculture* melalui pemanfaatan kembali limbah menjadi biomassa yang bernilai ekonomis.

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa penerapan bioflok mampu meningkatkan performa produksi pada berbagai komoditas budidaya, baik ikan maupun udang. Sistem bioflok dilaporkan dapat meningkatkan laju pertumbuhan, memperbaiki *feed conversion ratio* (FCR), meningkatkan tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*), memperkuat respons imun, serta mengurangi kebutuhan pergantian air dibandingkan sistem budidaya konvensional. Selain memberikan keuntungan biologis, teknologi ini juga mampu meningkatkan efisiensi ekonomi melalui pengurangan penggunaan pakan komersial dan pemanfaatan air secara lebih hemat sehingga sesuai untuk mendukung pengembangan akuakultur berkelanjutan, khususnya pada skala usaha kecil dan menengah (Emerenciano et al. 2017; Ahmad et al. 2017; Raza et al. 2024).

Meskipun demikian, keberhasilan implementasi bioflok tidak hanya ditentukan oleh keunggulan teknologi yang ditawarkan, tetapi juga oleh kemampuan pembudidaya dalam memahami prinsip kerja, manajemen kualitas air, pengelolaan rasio C/N, aerasi, serta pemeliharaan kestabilan komunitas mikroba. Dengan kata lain, bioflok merupakan teknologi yang memerlukan kompetensi teknis dan keterampilan praktis yang memadai agar dapat diterapkan secara optimal. Keterbatasan pengetahuan dan pengalaman pembudidaya menjadi salah satu faktor yang menyebabkan adopsi teknologi sering kali belum berjalan secara optimal, terutama pada kelompok masyarakat yang masih menerapkan sistem budidaya konvensional (Rogers 2003; Anderson & Feder 2007; Davis et al. 2012).

Dalam konteks tersebut, kegiatan penyuluhan, pelatihan, dan pendampingan berperan penting sebagai media transfer ilmu pengetahuan dan teknologi kepada masyarakat. Pendekatan penyuluhan yang bersifat partisipatif memungkinkan peserta tidak hanya memperoleh pengetahuan secara teoritis, tetapi juga memahami penerapan teknologi melalui demonstrasi dan praktik langsung sehingga peluang adopsi inovasi menjadi lebih tinggi (Davis

et al. 2012). Sejalan dengan hal tersebut, berbagai kegiatan pengabdian masyarakat mengenai budidaya ikan berbasis bioflok di Indonesia telah melaporkan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta setelah mengikuti kegiatan penyuluhan dan pelatihan. Namun, sebagian besar publikasi tersebut masih berfokus pada deskripsi pelaksanaan program, pembangunan sarana budidaya, atau keberhasilan implementasi secara umum, sementara evaluasi kuantitatif mengenai efektivitas penyuluhan melalui pengukuran peningkatan pengetahuan, persepsi peserta, serta tingkat implementasi teknologi masih relatif terbatas (Rivera & Sulaiman 2009).

Desa Bojongsoang, Kecamatan Bojongsoang, Kabupaten Bandung merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi untuk pengembangan budidaya ikan air tawar karena didukung oleh ketersediaan sumber daya air serta aktivitas masyarakat di sektor pertanian dan perikanan. Meskipun demikian, hasil identifikasi lapangan menunjukkan bahwa masyarakat masih menghadapi berbagai kendala, antara lain keterbatasan penguasaan teknologi budidaya modern, rendahnya kapasitas sumber daya manusia, serta terbatasnya pendampingan teknis dalam penerapan inovasi budidaya. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya kegiatan pemberdayaan masyarakat yang tidak hanya berorientasi pada transfer teknologi, tetapi juga disertai evaluasi terhadap efektivitas proses pembelajaran sebagai dasar pengembangan program pengabdian yang lebih berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan pengabdian ini dilaksanakan melalui penyuluhan dan pelatihan budidaya ikan menggunakan sistem bioflok dengan pendekatan partisipatif yang mengombinasikan penyampaian materi, demonstrasi teknologi, dan praktik langsung. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pendekatan evaluatif yang tidak hanya mendeskripsikan pelaksanaan kegiatan pengabdian, tetapi juga mengukur efektivitas program secara kuantitatif melalui analisis peningkatan pengetahuan peserta menggunakan *pre-test* dan *post-test*, evaluasi persepsi peserta menggunakan instrumen yang telah diuji reliabilitasnya, serta observasi tingkat implementasi teknologi bioflok di lapangan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris mengenai efektivitas penyuluhan sebagai strategi diseminasi teknologi budidaya berkelanjutan sekaligus menjadi referensi bagi pengembangan program pemberdayaan

masyarakat di bidang akuakultur.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kegiatan penyuluhan dan pelatihan budidaya ikan dengan sistem bioflok dalam meningkatkan pengetahuan masyarakat, menganalisis persepsi peserta terhadap pelaksanaan kegiatan, serta mendeskripsikan tingkat implementasi teknologi bioflok sebagai salah satu upaya pemberdayaan masyarakat untuk mendukung pengembangan akuakultur yang berkelanjutan.

Materi dan Metode Pelaksanaan

Materi

a. Pengertian Sistem Bioflok

Bioflok berasal dari kata *bios* yang berarti “kehidupan” dan *flok* yang berarti “gumpalan”, sehingga bioflok merupakan agregat berbagai mikroorganisme dan bahan organik yang membentuk gumpalan atau flok dalam media budidaya (Azim & Little, 2008; Naufal, 2023). Sistem budidaya bioflok merupakan metode yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk mengendalikan kualitas air melalui proses daur ulang nutrisi dan pengelolaan nitrogen dalam sistem budidaya (Yu et al. 2023). Bakteri heterotrof berperan dalam mengasimilasi nitrogen anorganik dan mengubahnya menjadi biomassa mikroba yang kaya protein sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan tambahan bagi ikan (Khanjani et al. 2020).

Dengan demikian, teknologi bioflok tidak hanya membantu menjaga kualitas air, tetapi juga menyediakan sumber pakan alami yang dapat meningkatkan efisiensi pakan dan menekan biaya produksi budidaya (Yadav et al. 2025). Sistem ini telah banyak diterapkan pada budidaya ikan air tawar, termasuk nila, serta berbagai komoditas akuakultur lainnya karena mampu mendukung produktivitas pada kondisi budidaya dengan kepadatan tinggi (Yu et al. 2023). Selain itu, teknologi bioflok dapat mengurangi kebutuhan pergantian air dan penggunaan lahan dibandingkan sistem budidaya konvensional, sehingga berpotensi menjadi alternatif teknologi budidaya yang lebih efisien dan berkelanjutan (Yadav et al. 2025).

b. Prinsip Dasar Sistem Bioflok

Prinsip dasar teknologi bioflok adalah mengatur

keseimbangan rasio karbon dan nitrogen (C/N) untuk merangsang pertumbuhan bakteri heterotrof, dengan rasio C/N sekitar 10–20 yang banyak digunakan dalam sistem bioflok (Tayyab et al. 2021). Bakteri heterotrof memanfaatkan karbon organik dan nitrogen anorganik, termasuk amonia, untuk membentuk biomassa mikroba sehingga membantu mengurangi akumulasi senyawa nitrogen beracun dalam media budidaya (Khanjani et al. 2020). Biomassa mikroba tersebut kemudian menjadi bagian dari flok yang mengandung berbagai mikroorganisme dan bahan organik serta dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi tambahan bagi organisme budidaya (Ekasari et al. 2018). Dengan demikian, teknologi bioflok berperan dalam mendaur ulang nutrisi sekaligus meningkatkan pemanfaatan nitrogen dalam sistem budidaya (Khanjani et al. 2020).

Sistem bioflok membutuhkan aerasi yang memadai dan berlangsung secara kontinu untuk mempertahankan oksigen terlarut serta menjaga partikel bioflok tetap tersuspensi sehingga tidak mengendap di dasar kolam (Xu et al. 2024). Parameter kualitas air seperti suhu, pH, oksigen terlarut, amonia, dan nitrit juga perlu dipantau secara berkala karena perubahan parameter tersebut dapat memengaruhi kestabilan komunitas mikroba dan kondisi organisme budidaya (Safsafubun et al. 2023). Pemanfaatan bioflok sebagai sumber nutrisi tambahan dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan; pada budidaya nila, sistem bioflok dilaporkan menghasilkan nilai FCR yang lebih baik dibandingkan kondisi pemeliharaan tanpa bioflok (El-Sayed et al. 2021).

c. Keunggulan dan Relevansi Sistem Bioflok dengan Kebutuhan Masyarakat

Sistem bioflok memiliki keunggulan dibandingkan budidaya konvensional karena mikroorganisme dalam flok dapat menjadi pakan alami tambahan sehingga meningkatkan efisiensi pakan dan menekan biaya produksi. Sistem ini juga meminimalkan pergantian air, sehingga lebih hemat air dan ramah lingkungan. Kemampuan bioflok dalam menjaga kualitas air memungkinkan padat tebar ikan yang lebih tinggi, sehingga sesuai diterapkan di Desa Bojongsoang yang memiliki keterbatasan lahan akibat alih fungsi lahan menjadi kawasan permukiman. Selain itu, bioflok dapat membantu menekan pertumbuhan patogen dan stres ikan sehingga risiko penyakit dapat berkurang.

Penerapan teknologi ini juga mendukung pengelolaan limbah organik melalui pemanfaatan kembali nutrisi dalam sistem budidaya. Meskipun memerlukan investasi awal yang relatif lebih tinggi, bioflok berpotensi menjadi usaha perikanan yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan bagi masyarakat Desa Bojongsoang.

Metode Pelaksanaan

a. Lokasi dan Waktu

Kegiatan penyuluhan dan pelatihan teknologi bioflok dilaksanakan di Desa Bojongsoang, Kecamatan Bojongsoang, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Kegiatan penyuluhan dilaksanakan pada 10 Juli 2025, sedangkan pelatihan praktik dilaksanakan pada 11 Juli 2025. Pre-test diberikan sebelum penyuluhan dimulai dan post-test diberikan setelah seluruh rangkaian penyuluhan dan pelatihan praktik selesai. Kuesioner persepsi diberikan pada akhir kegiatan pelatihan. Selanjutnya, monitoring dan pendampingan penerapan teknologi bioflok dilakukan selama 1 kali seminggu. Observasi implementasi dilakukan pada 11 Agustus 2025 sebagai evaluasi awal terhadap penerapan teknologi pada kolam percontohan, meliputi kesiapan kolam, sistem aerasi, pembentukan bioflok, pemberian pakan, dan pengelolaan kualitas air.

b. Tahapan Pelaksanaan Program

Kegiatan dilaksanakan menggunakan pendekatan partisipatif (*participatory approach*) yang mengombinasikan edukasi, pelatihan, demonstrasi, dan pendampingan masyarakat. Tahapan kegiatan diawali dengan identifikasi kondisi lapangan dan koordinasi dengan Pemerintah Desa Bojongsoang untuk menentukan lokasi kegiatan, sasaran peserta, serta kebutuhan masyarakat terkait pengembangan budidaya ikan. Peserta kegiatan berasal dari unsur perangkat desa, karang taruna, PKK, pembudidaya, dan masyarakat Desa Bojongsoang. Sebanyak 40 orang mengikuti kegiatan dan seluruhnya berpartisipasi dalam rangkaian evaluasi program, meliputi pre-test, post-test, dan pengisian kuesioner persepsi. Dengan demikian, jumlah responden yang dianalisis pada evaluasi pengetahuan dan persepsi adalah 40 orang.

Selanjutnya disusun materi penyuluhan mengenai konsep dasar bioflok, manajemen kualitas air, efisiensi pakan, penggunaan probiotik dan

molase, serta teknik pemeliharaan ikan pada sistem bioflok. Pelaksanaan kegiatan terdiri atas dua sesi utama, yaitu penyuluhan dan pelatihan praktik. Penyuluhan dilakukan dalam bentuk seminar interaktif dengan narasumber dari bidang akuakultur menggunakan media presentasi dan diskusi dua arah untuk meningkatkan pemahaman peserta mengenai prinsip kerja dan manfaat sistem bioflok.



Gambar 1. Penyuluhan Prinsip Kerja dan Manfaat Sistem Bioflok

Setelah penyampaian materi, peserta mengikuti demonstrasi langsung pembuatan kolam bioflok, pencampuran probiotik dan molase, pengukuran pH air, serta teknik pemeliharaan ikan menggunakan metode *learning by doing*.



Gambar 2. Demonstrasi Pembuatan Kolam Bioflok, Pencampuran Probiotik dan Molase

Sebagai penguatan materi, peserta juga memperoleh leaflet edukasi mengenai tahapan budidaya ikan dengan sistem bioflok. Untuk mendukung keberlanjutan program, tim melakukan monitoring berkala selama satu bulan terhadap

kolam percontohan yang selanjutnya dikelola oleh masyarakat.

c. Evaluasi kegiatan

Evaluasi program dilakukan terhadap 40 peserta yang mengikuti rangkaian penyuluhan dan pelatihan secara lengkap. Evaluasi mencakup tiga aspek, yaitu perubahan pengetahuan peserta, persepsi terhadap pelaksanaan program, dan gambaran awal penerapan teknologi bioflok. Pengetahuan peserta dievaluasi menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* yang terdiri atas 25 soal pilihan ganda mengenai prinsip dasar bioflok, manajemen kualitas air, penggunaan probiotik, pemberian pakan, dan pemeliharaan kolam. *Pre-test* diberikan sebelum penyampaian materi, sedangkan *post-test* diberikan setelah rangkaian penyuluhan dan pelatihan praktik selesai. Instrumen yang sama digunakan pada *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur perubahan pengetahuan pada materi yang diberikan. Setiap jawaban benar diberi skor 1 dan jawaban salah diberi skor 0, sehingga skor pengetahuan setiap peserta berada pada rentang 0–25.

Persepsi peserta terhadap program dievaluasi setelah kegiatan menggunakan kuesioner yang terdiri atas 15 pernyataan dengan skala Likert lima tingkat, yaitu 1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = netral, 4 = setuju, dan 5 = sangat setuju. Pernyataan mencakup aspek pemahaman dan manfaat pembelajaran, kualitas pelaksanaan kegiatan, serta manfaat dan minat terhadap penerapan teknologi bioflok. Skor yang lebih tinggi menunjukkan persepsi yang semakin positif terhadap program. Konsistensi internal keseluruhan instrumen persepsi dievaluasi menggunakan Cronbach's alpha.

Implementasi awal teknologi bioflok dievaluasi melalui observasi terhadap kolam percontohan yang dikelola masyarakat setelah pelatihan. Observasi mencakup lima aspek, yaitu kesiapan kolam, sistem aerasi, pembentukan bioflok, pemberian pakan, dan pengelolaan kualitas air. Setiap aspek dinilai menggunakan skala 1–5 berdasarkan tingkat keterlaksanaan, yaitu 1 = belum diterapkan, 2 = diterapkan sebagian tetapi masih memerlukan banyak perbaikan, 3 = cukup diterapkan tetapi masih memerlukan pendampingan, 4 = diterapkan dengan baik dengan sedikit perbaikan, dan 5 = diterapkan secara mandiri dan sesuai dengan prosedur yang

diberikan dalam pelatihan. Dengan demikian, skor observasi menggambarkan tingkat keterlaksanaan aspek teknis pada saat pengamatan dan bukan ukuran keberhasilan produksi maupun perubahan sebelum dan sesudah program.

d. Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif dan inferensial. Data karakteristik peserta disajikan dalam bentuk frekuensi dan persentase. Skor *pre-test* dan *post-test* disajikan sebagai rerata dan simpangan baku, sedangkan perubahan pengetahuan dianalisis menggunakan *paired-sample t-test* pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Data persepsi peserta dianalisis secara deskriptif menggunakan rerata dan simpangan baku, serta reliabilitas internal instrumen dinilai menggunakan Cronbach's alpha. Data hasil observasi implementasi awal teknologi bioflok dianalisis secara deskriptif berdasarkan rerata skor masing-masing aspek. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak R versi 4.6.0.

Hasil dan Pembahasan

1. Peningkatan Pengetahuan Peserta

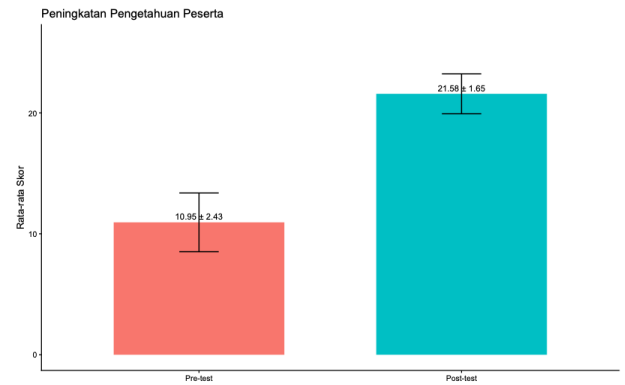
Sebanyak 40 peserta mengikuti kegiatan pelatihan teknologi bioflok yang terdiri atas jumlah laki-laki dan perempuan yang seimbang. Mayoritas peserta berpendidikan SMP (27,5%) dan S1 (25,0%), serta sebagian besar merupakan perangkat desa (35,0%) dan anggota karang taruna (25,0%). Hanya 5,0% peserta yang memiliki pengalaman budidaya ikan, meskipun lebih dari separuh peserta (55,0%) telah mengenal teknologi bioflok sebelumnya (Tabel 1). Karakteristik ini menunjukkan bahwa pelatihan ditujukan terutama kepada masyarakat umum dengan pengalaman budidaya yang masih terbatas sehingga kegiatan penyuluhan diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam penerapan teknologi bioflok.

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan peserta setelah mengikuti kegiatan penyuluhan dan pelatihan. Sebagaimana disajikan pada Gambar 3, rata-rata skor pengetahuan peserta meningkat dari $10,95 \pm 2,43$ pada *pre-test* menjadi $21,58 \pm 1,65$ pada *post-test*, dari skor maksimum 25. Peningkatan tersebut setara dengan 98,2% dibandingkan skor awal. Hasil *paired-sample t-test* menunjukkan bahwa perbedaan skor *pre-test*

dan post-test signifikan secara statistik ($t = -31,51$; $df = 39$; $p < 0,001$), yang menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan peserta setelah mengikuti program.

Tabel 1. Karakteristik peserta pelatihan teknologi bioflok ($n = 40$)

Karakteristik	n	%
Jenis kelamin		
Laki-laki	20	50,0
Perempuan	20	50,0
Pendidikan		
SD	6	15,0
SMP	11	27,5
SMA	4	10,0
D3	9	22,5
S1	10	25,0
Keterlibatan Kelompok Masyarakat		
Perangkat desa	14	35,0
Karang taruna	10	25,0
PKK	7	17,5
Masyarakat Umum	7	17,5
Pembudidaya	2	5,0
Pernah melakukan budidaya ikan		
Ya	2	5,0
Tidak	38	95,0
Pernah mengenal teknologi bioflok		
Ya	22	55,0
Tidak	18	45,0



Gambar 3. Perubahan rata-rata skor pengetahuan peserta sebelum (pre-test) dan sesudah (post-test) kegiatan penyuluhan dan pelatihan budidaya ikan sistem bioflok. Error bar menunjukkan simpangan baku (SD). Uji *paired t-test* menunjukkan peningkatan pengetahuan yang signifikan ($p < 0,001$).

Pada kegiatan pengabdian masyarakat, peningkatan pengetahuan merupakan indikator awal keberhasilan transfer teknologi. Semakin tinggi peningkatan skor peserta menunjukkan bahwa materi yang diberikan mudah dipahami dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Peningkatan skor pengetahuan tersebut menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang mengombinasikan ceramah interaktif dengan praktik lapangan mampu meningkatkan efektivitas transfer pengetahuan kepada masyarakat. Pada kegiatan ini, peserta tidak hanya memperoleh penjelasan mengenai konsep bioflok, tetapi juga terlibat secara langsung dalam perakitan kolam, pemasangan aerasi, pembuatan media bioflok, serta pengukuran kualitas air. Menurut Kolb (1984), pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) memungkinkan peserta membangun pengetahuan melalui pengalaman nyata sehingga pemahaman konseptual dan keterampilan praktis meningkat secara bersamaan. Pendekatan ini juga direkomendasikan dalam kegiatan penyuluhan karena lebih efektif dibandingkan penyampaian materi secara pasif.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Anderson dan Feder (2007) yang menyatakan bahwa penyuluhan yang bersifat partisipatif mampu meningkatkan kapasitas masyarakat dalam menerima dan menerapkan inovasi pertanian maupun perikanan. Melalui demonstrasi lapangan, peserta dapat mengamati secara langsung manfaat suatu teknologi, mengurangi ketidakpastian dalam penerapannya, serta meningkatkan kepercayaan diri

untuk mengadopsi inovasi tersebut. Dalam konteks akuakultur, FAO (2022) juga menekankan bahwa penguatan kapasitas pembudidaya melalui pelatihan berbasis praktik merupakan salah satu strategi utama untuk mendukung transformasi akuakultur yang berkelanjutan.

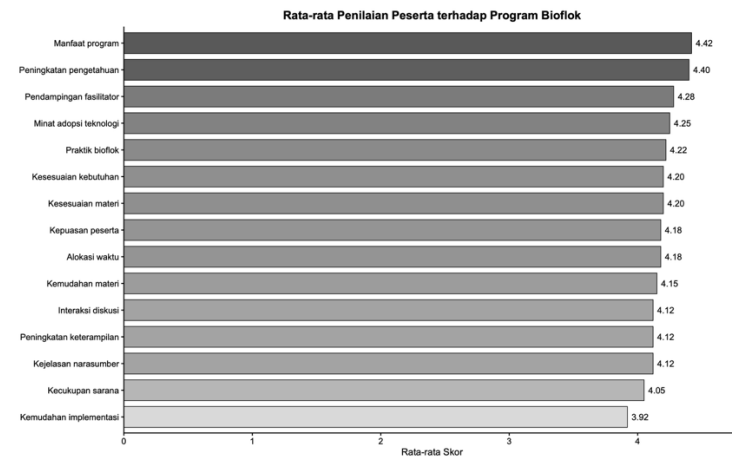
Selain metode penyuluhan, karakteristik teknologi bioflok juga diduga berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman peserta. Teknologi bioflok merupakan sistem budidaya yang relatif mudah diperagakan karena peserta dapat mengamati secara langsung proses pembentukan flok, fungsi aerasi, dan pengelolaan kualitas air selama pelatihan berlangsung. Menurut Avnimelech (2015), bioflok merupakan teknologi budidaya yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk mengonversi limbah nitrogen menjadi biomassa mikroba yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan alami, sehingga mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pakan sekaligus mempertahankan kualitas air. Sementara itu, Ahmad et al. (2017) menjelaskan bahwa teknologi bioflok memiliki prospek yang baik untuk diterapkan pada budidaya skala kecil karena relatif hemat air, ramah lingkungan, dan mendukung peningkatan produktivitas budidaya.

Secara keseluruhan, hasil pada Gambar 3 menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian berhasil mencapai salah satu tujuan utamanya, yaitu meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai teknologi bioflok. Peningkatan pengetahuan ini menjadi tahapan awal yang penting dalam proses adopsi inovasi, karena pemahaman yang baik akan memengaruhi kesiapan masyarakat untuk menerapkan teknologi tersebut secara mandiri. Namun demikian, peningkatan pengetahuan perlu diikuti dengan pendampingan berkelanjutan agar pengetahuan yang telah diperoleh dapat diterapkan secara konsisten dalam praktik budidaya sehari-hari.

2. Persepsi Peserta terhadap Program

Penilaian peserta terhadap program secara umum berada pada kategori baik hingga sangat baik, dengan nilai rata-rata seluruh indikator berada di atas 4,0 (Gambar 4). Persepsi peserta terhadap pelaksanaan program dievaluasi menggunakan 15 indikator dengan skala Likert 1–5. Berdasarkan Gambar 4, rata-rata keseluruhan penilaian peserta mencapai 4,19, dengan rentang skor 3,92–4,42. Nilai tersebut menunjukkan bahwa program secara umum memperoleh respons positif dari peserta. Seluruh indikator berada pada skor mendekati atau lebih dari

4,00, kecuali indikator kemudahan implementasi yang memperoleh nilai 3,92. Hasil ini mengindikasikan bahwa peserta menilai materi, metode penyampaian, pendampingan, dan manfaat program telah sesuai dengan kebutuhan mereka.



Gambar 4. Rata-rata penilaian peserta terhadap program pengabdian budidaya ikan sistem bioflok berdasarkan 15 indikator evaluasi menggunakan skala Likert 1–5. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kepuasan dan persepsi yang lebih baik terhadap pelaksanaan program.

Sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4, skor tertinggi diperoleh pada indikator manfaat program sebesar 4,42, diikuti oleh peningkatan pengetahuan sebesar 4,40, pendampingan fasilitator sebesar 4,28, dan minat mengadopsi teknologi sebesar 4,25. Selanjutnya, peserta memberikan skor 4,22 pada aspek praktik bioflok; 4,20 pada kesesuaian kebutuhan dan kesesuaian materi; 4,18 pada kepuasan peserta dan alokasi waktu; serta 4,15 pada kemudahan materi. Sementara itu, indikator interaksi diskusi, peningkatan keterampilan, dan kejelasan narasumber masing-masing memperoleh skor 4,12, sedangkan kecukupan sarana memperoleh skor 4,05. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa peserta tidak hanya mengapresiasi isi program, tetapi juga menilai proses pembelajaran dan pendampingan telah berlangsung dengan baik.

Tingginya skor manfaat program dan peningkatan pengetahuan menunjukkan bahwa peserta dapat mengenali manfaat langsung dari teknologi yang diperkenalkan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Wardani (2025) pada kelompok pembudidaya penerima bantuan bioflok di Kabupaten Banjar. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa persepsi pembudidaya terhadap program

bioflok berada pada kategori tinggi karena peserta merasakan manfaat program, memahami tujuan kegiatan, dan menerima teknologi yang diperkenalkan. Penelitian tersebut juga menegaskan bahwa persepsi positif merupakan unsur penting dalam keberlanjutan program bioflok di tingkat kelompok pembudidaya.

Skor minat adopsi teknologi yang mencapai 4,25 juga menunjukkan adanya kesiapan awal peserta untuk menerapkan bioflok setelah mengikuti kegiatan. Pada sektor perikanan, persepsi terhadap manfaat dan kemudahan penggunaan diketahui berpengaruh terhadap sikap dan niat menggunakan suatu teknologi. Mboya *et al.* (2023) melaporkan bahwa persepsi mengenai manfaat dan kemudahan penggunaan secara signifikan memengaruhi sikap serta niat pelaku usaha perikanan untuk menggunakan teknologi baru. Teknologi lebih mungkin diterima ketika pengguna menilai bahwa teknologi tersebut memberikan keuntungan nyata dan tidak terlalu sulit untuk dijalankan.

Meskipun penilaian peserta secara umum tinggi, indikator kemudahan implementasi memperoleh skor terendah, yaitu 3,92. Nilai ini tetap menunjukkan respons yang cukup positif, tetapi lebih rendah dibandingkan skor manfaat program dan minat adopsi. Perbedaan tersebut mengindikasikan adanya kesenjangan antara ketertarikan peserta terhadap bioflok dan keyakinan mereka untuk mengoperasikannya secara mandiri. Temuan serupa dilaporkan oleh Obiero *et al.* (2019), yang menunjukkan bahwa pembudidaya cenderung memberikan penilaian lebih tinggi terhadap manfaat teknologi akuakultur dibandingkan kemudahan penggunaannya. Keterbatasan keterampilan teknis dan pengetahuan praktis dapat menghambat adopsi meskipun manfaat teknologi telah dipahami dengan baik.

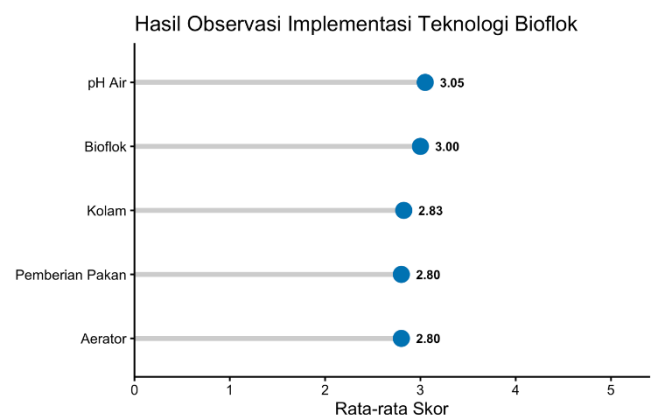
Keraguan terhadap kemudahan implementasi juga dapat dikaitkan dengan karakteristik teknis sistem bioflok. Pengoperasian bioflok memerlukan pemeliharaan aerasi, pengelolaan pakan dan sumber karbon, serta pemantauan kualitas air secara konsisten. Kajian terbaru oleh Yadav *et al.* (2025) menjelaskan bahwa bioflok menawarkan efisiensi pakan, penghematan air, dan penggunaan lahan yang lebih rendah, tetapi penerapannya tetap menghadapi tantangan teknis dan manajerial yang perlu dikuasai oleh pembudidaya. Dengan demikian, manfaat teknologi yang tinggi tidak secara otomatis menjadikan bioflok mudah diterapkan oleh

pengguna pemula.

Secara keseluruhan, hasil pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa program berhasil membangun persepsi positif, kepuasan, dan minat adopsi teknologi pada peserta. Namun, skor kemudahan implementasi yang paling rendah menunjukkan bahwa kegiatan perlu dilanjutkan dengan pendampingan lapangan, penyediaan petunjuk teknis sederhana, dan monitoring berkala. Pendampingan tersebut penting untuk mengubah persepsi dan minat yang sudah tinggi menjadi kemampuan teknis serta penerapan bioflok yang berkelanjutan.

3. Implementasi Teknologi Bioflok

Keberhasilan implementasi teknologi bioflok dievaluasi melalui observasi lapangan terhadap lima aspek utama, yaitu kondisi aerasi, pemberian pakan, kesiapan kolam, pembentukan bioflok, dan kualitas pH air. Berdasarkan Gambar 5, seluruh indikator menunjukkan nilai yang relatif baik dengan kisaran 2,80–3,05. Nilai tertinggi diperoleh pada indikator kondisi pH air (3,05), diikuti oleh pembentukan bioflok (3,00), sedangkan kesiapan kolam memperoleh nilai sekitar 2,90. Sementara itu, kondisi aerator dan pemberian pakan masing-masing memperoleh nilai sekitar 2,80, menunjukkan bahwa kedua aspek tersebut masih memerlukan perhatian lebih dalam tahap implementasi. Secara umum, hasil observasi mengindikasikan bahwa peserta telah mampu menerapkan prinsip dasar teknologi bioflok setelah mengikuti penyuluhan dan pelatihan, meskipun kemampuan teknis pada beberapa aspek masih perlu ditingkatkan (Gambar 5).



Gambar 5. Rata-rata skor hasil observasi implementasi teknologi bioflok setelah kegiatan pelatihan pada lima aspek, yaitu kondisi aerator, pemberian pakan, kesiapan kolam, pembentukan

bioflok, dan kualitas pH air. Penilaian menggunakan skala 1–5, dengan skor yang lebih tinggi menunjukkan tingkat implementasi yang lebih baik.

Indikator kondisi pH air yang memperoleh skor tertinggi menunjukkan bahwa peserta telah memahami pentingnya menjaga kualitas air sebagai komponen utama dalam sistem bioflok. Stabilitas pH merupakan faktor yang menentukan aktivitas mikroorganisme heterotrof dalam mengonversi senyawa nitrogen anorganik menjadi biomassa mikroba, sehingga konsentrasi amonia di dalam media budidaya dapat ditekan dan kualitas air tetap terjaga. Pengelolaan kualitas air yang baik menjadi salah satu keunggulan utama teknologi bioflok karena mampu mengurangi frekuensi pergantian air sekaligus meningkatkan efisiensi budidaya (Crab et al., 2012; Avnimelech, 2015).

Skor pembentukan bioflok sebesar 3,00 menunjukkan bahwa sebagian besar peserta telah berhasil memahami proses pembentukan flok selama kegiatan demonstrasi. Terbentuknya bioflok mengindikasikan bahwa keseimbangan karbon dan nitrogen mulai tercapai sehingga komunitas mikroorganisme dapat berkembang membentuk agregat yang berfungsi sebagai biofilter sekaligus sumber pakan alami bagi ikan (Avnimelech 2015). Selain meningkatkan efisiensi penggunaan pakan, keberadaan bioflok juga berkontribusi terhadap stabilitas kualitas air dan keberlanjutan sistem budidaya, terutama pada lahan dengan ketersediaan air yang terbatas (Ahmad et al. 2017).

Nilai kesiapan kolam yang mencapai sekitar 2,90 menunjukkan bahwa peserta telah mampu mengikuti tahapan persiapan budidaya, mulai dari pemasangan kolam, pengisian air, hingga penambahan probiotik dan sumber karbon sesuai prosedur yang telah diberikan. Meskipun demikian, kesiapan tersebut masih perlu ditingkatkan melalui latihan berulang agar peserta mampu melakukan seluruh tahapan secara mandiri tanpa pendampingan. Pendampingan teknis pada fase awal implementasi sangat penting karena keberhasilan sistem bioflok sangat dipengaruhi oleh ketepatan persiapan media budidaya sebelum penebaran ikan (Emerenciano et al., 2013).

Sebaliknya, indikator kondisi aerator dan pemberian pakan memperoleh skor paling rendah dibandingkan indikator lainnya, yaitu sekitar 2,80. Hasil ini mengindikasikan bahwa kedua aspek tersebut masih menjadi tantangan utama dalam

penerapan teknologi bioflok oleh masyarakat. Aerasi yang tidak optimal dapat menyebabkan flok mengendap, menurunkan kadar oksigen terlarut, serta menghambat aktivitas mikroorganisme heterotrof. Di sisi lain, pemberian pakan yang belum sesuai kebutuhan dapat meningkatkan akumulasi bahan organik dan nitrogen sehingga mengganggu keseimbangan sistem bioflok. Oleh karena itu, kedua aspek tersebut memerlukan pendampingan yang lebih intensif agar peserta mampu mengoperasikan sistem secara optimal (Crab et al., 2012; Emerenciano et al., 2013; Ahmad et al., 2017).

Secara keseluruhan, hasil observasi pada Gambar 3 menunjukkan bahwa program pengabdian tidak hanya berhasil meningkatkan pengetahuan peserta, tetapi juga mampu membangun keterampilan awal dalam mengimplementasikan teknologi bioflok di tingkat masyarakat. Namun demikian, perbedaan skor antarindikator menunjukkan bahwa adopsi teknologi masih berada pada tahap awal sehingga diperlukan monitoring dan pendampingan secara berkelanjutan. Pendampingan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kemampuan teknis peserta, terutama dalam pengelolaan aerasi dan pemberian pakan, sehingga penerapan teknologi bioflok dapat berlangsung secara konsisten dan memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi produktivitas budidaya ikan (FAO, 2022; Ahmad et al., 2017).

Simpulan

Kegiatan penyuluhan dan pelatihan teknologi bioflok berhasil meningkatkan kapasitas masyarakat dalam memahami dan menerapkan teknologi budidaya ikan berbasis bioflok. Pengetahuan peserta meningkat secara signifikan setelah pelatihan, yang ditunjukkan oleh kenaikan rata-rata nilai pre-test dan post-test. Selain itu, peserta memberikan persepsi yang positif terhadap materi, metode penyampaian, dan manfaat program, yang menunjukkan bahwa kegiatan telah diterima dengan baik oleh masyarakat. Hasil observasi implementasi juga memperlihatkan bahwa peserta telah mampu menerapkan aspek-aspek dasar teknologi bioflok, meskipun beberapa komponen teknis, khususnya pengelolaan aerasi dan pemberian pakan, masih memerlukan peningkatan. Dengan demikian, program pengabdian ini efektif dalam meningkatkan pengetahuan, membangun persepsi positif, serta mendorong kemampuan awal

masyarakat dalam mengimplementasikan teknologi bioflok sebagai alternatif budidaya ikan yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Ahmad, I., Babitha Rani, A. M., Verma, A. K., & Maqsood, M. (2017). Biofloc technology: An emerging avenue in aquatic animal healthcare and nutrition. *Aquaculture International*, 25(3), 1215–1226. <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0108-8>
- Anderson, J. R., & Feder, G. (2007). Agricultural extension. In R. E. Evenson & P. Pingali (Eds.), *Handbook of agricultural economics* (Vol. 3, pp. 2343–2378). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(06\)03044-1](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(06)03044-1)
- Avnimelech, Y. (2015). *Biofloc technology: A practical guide book* (3rd ed.). World Aquaculture Society.
- Azim, M. E., & Little, D. C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1–4), 29–35.
- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (2012). *Pond aquaculture water quality management*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5407-3>
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356–357, 351–356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>
- Davis, K., Swanson, B., Amudavi, D., Mekonnen, D. A., Flohrs, A., Riese, J., Lamb, C., & Zerfu, E. 2010 In-depth assessment of the public agricultural extension system of Ethiopia and recommendations for improvement (IFPRI Discussion Paper 01041). *International Food Policy Research Institute*. <https://doi.org/10.2499/CAPRiWP104>
- Ebeling, J. M., Timmons, M. B., & Bisogni, J. J. (2006). Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257(1–4), 346–358. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019>
- Ekasari, J., Rivandi, D. R., Firdausi, A. P., Surawidjaja, E. H., Zairin, M., Bossier, P., & De Schryver, P. (2015). *Biofloc technology positively affects Nile tilapia (Oreochromis niloticus) larvae performance*. *Aquaculture*, 441, 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.019>
- Emerenciano, M., Gaxiola, G., & Cuzon, G. (2013). Biofloc technology (BFT): A review for aquaculture application and animal food industry. In M. Matovic (Ed.), *Biomass now—Cultivation and utilization*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/53902>
- Emerenciano, M. G. C., Martínez-Córdova, L. R., Martínez-Porchas, M., & Miranda-Baeza, A. (2017). Biofloc technology (BFT): A tool for water quality management in aquaculture. In H. Tutu (Ed.), *Water Quality*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/66416>
- El-Sayed, A.-F. M. (2021). Use of biofloc technology in shrimp aquaculture: A comprehensive review, with emphasis on the last decade. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 676–705. <https://doi.org/10.1111/raq.12494>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *The state of world fisheries and aquaculture 2022: Towards blue transformation*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *The state of world fisheries and aquaculture 2024: Blue transformation in action*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- Hargreaves, J. A. (2013). *Biofloc production systems for aquaculture* (Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 4503). Southern Regional Aquaculture Center.
- High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. (2020). *Food security and nutrition: Building a global narrative towards 2030*. HLPE.
- Khanjani, M. H & Sharifinia, M. (2020). Biofloc technology as a promising tool to improve aquaculture production. *Reviews in Aquaculture*, 12(3), 1836–1850. <https://doi.org/10.1111/raq.12412>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning*.

- Experience as the Source of Learning and Development. Prentice-Hall.
- Mboya, J. B., Obiero, K. O., Cheserek, M. J., Ouko, K. O., Ogello, E. O., Outa, N. O., Nyauchi, E. A., Kyule, D. N., & Munguti, J. M. (2023). Factors influencing farmed fish traders' intention to use improved fish post-harvest technologies in Kenya: Application of technology acceptance model. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 26(2), 105–116. <https://doi.org/10.47853/FAS.2023.e9>
- Naufal, Z. R. (2023). *Sistem bioflok: Pengertian hingga kelebihan dan kekurangannya*. Asterra. <https://www.asterra.id/artikel/artikel-bioflok-bisnis/>
- Obiero, K. O., Meulenbroek, P., Drexler, S., Dagne, A., Akoll, P., Odong, R., Kaunda-Arara, B., & Waidbacher, H. (2019). The contribution of fish to food and nutrition security in Eastern Africa: Emerging trends and future outlooks. *Aquaculture International*, 27, 551–575. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00423-0>
- Raza, B., Zheng, Z., & Yang, W. (2024). A review on biofloc system technology, history, types, and future economical perceptions in aquaculture. *Animals*, 14(10), 1489. <https://doi.org/10.3390/ani14101489>
- Rivera, W. M., & Sulaiman, R. V. (2009). Extension: Object of reform, engine for innovation. *Outlook on Agriculture*, 38(3), 267–273. <https://doi.org/10.5367/000000009789396810>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Safsafubun, F. R., Undap, S. L., Salindeho, I. R. N., Pangemanan, N. P. L., Watung, J. C., & Pangkey, H. (2023). Fluktuasi parameter kualitas air dan perkembangan flok pada budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem bioflok di BPBAT Talelu. *e-Journal Budidaya Perairan*, 11(2). <https://doi.org/10.35800/bdp.v11i2.51043>
- Tayyab, K., Aslam, S., Ghauri, M. A., Abbas, S. A., & Hussain, A. (2021). Consequential study on different levels of C/N ratios used in biofloc-based aquaculture system. *Brazilian Journal of Biology*. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.248878>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Wardani, W. (2025). *Kesesuaian dan persepsi Pokdakan terhadap program bantuan paket percontohan budidaya ikan sistem bioflok Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan* [Master's thesis, Universitas Lambung Mangkurat].
- Xu, W., Zhang, D., Su, H., Xu, Y., Hu, X., Wen, G., & Cao, Y. (2024). Impact of biochar addition on biofloc nitrifying bacteria and inorganic nitrogen dynamics in an intensive aquaculture system of shrimp. *Microorganisms*, 12(12), 2581. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12122581>
- Yadav, N. K., Paul, S., Patel, A. B., Mahanand, S. S., Biswas, P., Choudhury, T. G., & Baidya, S. (2025). The role of biofloc technology in sustainable aquaculture: Nutritional insights and system efficiency. *Blue Biotechnology*, 2, Article 7. <https://doi.org/10.1186/s44315-025-00025-x>
- Yu, Y. B., Lee, J. H., Choi, J. H., Choi, Y. J., Jo, A. H., Choi, C. Y., Kang, J. C., & Kim, J. H. (2023). The application and future of biofloc technology (BFT) in aquaculture industry: A review. *Journal of Environmental Management*, 342, 118237. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118237>