

Analisis Kualitas Air dan Kepekatan Flok Pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias Sp.*) Sistem Bioflok

Dicky Albert¹, Dwi Septiani Putri², Agung Dhamar Syakti³

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Jl. Daeng Kamboja, Senggarang, Kecamatan Tanjungpinang Kota, Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau 29115

Email: dickyalbert336@gmail.com

ABSTRACT

*African catfish (*Clarias sp.*) is a freshwater aquaculture commodity with high economic value that is intensively cultured, which may lead to water quality deterioration due to the accumulation of organic waste. Biofloc technology offers a solution by utilizing heterotrophic bacteria to convert nitrogenous waste into microbial flocs that function as natural feed and help maintain water quality. This study aimed to analyze water quality and floc density in biofloc-based catfish culture. The research was conducted for 40 days at KaYaJaGa Farm, Tanjungpinang, using three tarpaulin ponds with different stocking densities. Observed parameters included fish growth, survival rate, feed conversion ratio (FCR), water quality, and floc density. The results showed variations in fish growth among ponds, with the highest absolute weight gain observed in Pond 3 (29.45 g) and the highest absolute length gain in Pond 2 (5.11 cm). The survival rate reached 100%, and FCR values were relatively low (1.19–1.61). Floc density remained within the optimal range (65–161.25 ml/L), while water quality parameters were generally within acceptable levels. Overall, the biofloc system was effective in maintaining water quality and supporting catfish growth.*

Keywords: *Catfish; water quality; floc.*

ABSTRAK

Ikan lele (*Clarias sp.*) merupakan komoditas perikanan air tawar bernilai ekonomi tinggi yang dibudidayakan secara intensif, sehingga berpotensi menimbulkan penurunan kualitas air akibat akumulasi limbah organik. Teknologi bioflok menjadi solusi melalui pemanfaatan bakteri heterotrof yang mengubah limbah nitrogen menjadi flok sebagai pakan alami dan pengendali kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air dan kepekatan flok pada budidaya ikan lele sistem bioflok. Penelitian dilakukan selama 40 hari di KaYaJaGa Farm, Tanjungpinang, menggunakan tiga kolam terpal dengan kepadatan berbeda. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan ikan, kelangsungan hidup, rasio konversi pakan (FCR), kualitas air, dan kepekatan flok. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan ikan yang bervariasi antar kolam, dengan bobot

mutlak tertinggi pada Kolam 3 (29,45 g) dan panjang mutlak tertinggi pada Kolam 2 (5,11 cm). Tingkat kelangsungan hidup mencapai 100% dan nilai FCR relatif rendah (1,19–1,61). Kepekatan flok berada pada kisaran optimal (65–161,25 ml/L), sedangkan parameter kualitas air umumnya berada pada kondisi layak. Secara keseluruhan, sistem bioflok efektif dalam menjaga kualitas air dan mendukung pertumbuhan ikan lele (*Clarias* sp.).

Kata kunci: Ikan Lele; Kualitas Air; Flok.

PENDAHULUAN

Ikan lele (*Clarias* sp.) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar bernilai ekonomi tinggi dan banyak dikonsumsi di Indonesia. Peningkatan permintaan pasar mendorong intensifikasi budidaya ikan lele, yang tercermin dari tingginya produksi nasional. Namun, sistem budidaya intensif berpotensi menimbulkan permasalahan kualitas air akibat akumulasi limbah organik berupa sisa pakan, feses ikan, dan partikel organik lainnya, yang dapat memicu eutrofikasi serta menurunkan kinerja pertumbuhan ikan apabila tidak dikelola dengan baik (Deswati & Sutopo, 2022).

Selain memiliki nilai ekonomi, ikan lele juga memiliki kandungan gizi yang tinggi dengan protein sekitar 17,7%, lemak 4,5–4,8%, serta mineral esensial, sehingga berperan penting sebagai sumber protein hewani bagi masyarakat (Primawestri, 2023). Kondisi ini menuntut penerapan teknologi budidaya yang tidak hanya produktif, tetapi juga mampu menjaga kualitas lingkungan perairan.

Teknologi bioflok memanfaatkan aktivitas bakteri heterotrof untuk mengasimilasi nitrogen anorganik menjadi biomassa mikroba yang membentuk flok, sehingga berperan dalam pengendalian kualitas air sekaligus sebagai pakan alami tambahan bagi ikan (Emerenciano, *et al.*, 2024). Salah satu teknologi yang dikembangkan untuk mengatasi permasalahan kualitas air pada budidaya intensif adalah sistem bioflok. Penerapan sistem bioflok dilaporkan mampu meningkatkan produktivitas dan mendukung praktik akuakultur berkelanjutan (Julka, *et al.*, 2025).

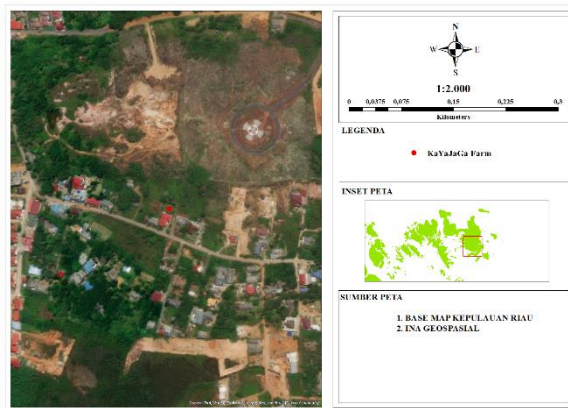
Meskipun teknologi bioflok telah banyak diaplikasikan pada budidaya ikan lele dan terbukti mampu meningkatkan efisiensi produksi serta tingkat kelangsungan hidup ikan, keberhasilannya sangat dipengaruhi oleh pengelolaan kualitas air dan kepekatan flok selama pemeliharaan (Amiruddin *et al.*, 2025). Oleh karena itu, kajian mengenai kualitas air dan volume flok menjadi penting untuk mendukung pengembangan sistem budidaya yang lebih efektif dan berkelanjutan. Penelitian oleh Amiruddin *et al.* (2025) menunjukkan bahwa perbedaan level volume flok (ml/L) dalam sistem bioflok berpengaruh terhadap pertumbuhan, *survival rate*, nilai *feed conversion ratio* (FCR), dan produktivitas, di mana level flok tertentu (sekitar 2–5 ml/L) memberikan hasil terbaik dibandingkan kepadatan flok yang lebih tinggi. Hal ini menegaskan bahwa

kepekatan flok tidak hanya memengaruhi kondisi fisik-kimia air, tetapi juga kesehatan organisme dan efisiensi ekonomi budidaya, termasuk pada udang *Macrobrachium rosebergii*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di KaYaJaGa Farm, Tanjungpinang, Kepulauan Riau (Gambar 1), menggunakan kolam terpal sistem bioflok selama periode 04 Oktober–03 November 2025 pada fase pertumbuhan menengah hingga akhir budidaya ikan lele (*Clarias sp.*).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Adapun beberapa alat-alat yang digunakan dalam proyek ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan selama penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Aerator	Menambah kadar oksigen terlarut
2	Alat Grading	Memilah ukuran ikan
3	Batu dan selang aerasi	Mengalirkan oksigen
4	Botol sampel	Mengambil sampel air
5	Do	Mengukur kadar oksigen terlarut (<i>Dissolved oxygen</i>)
6	Ember	Menampung sampel ikan
7	Hp	Dokumentasi
8	<i>Imhoff cone</i>	Mengukur kepekatan flok
9	Kolam Terpal	Wadah pemeliharaan lele
10	Nampan	Alas untuk mengukur lele

No	Alat	Fungsi
11	Penggaris	Mengukur
12	pH	Mengukur tingkat keasaman, dan kebasaan
13	Spektrofotometer	Mengukur nitrit (NO ₂) dan amonia (NH ₃)
14	Serokan	Mengambil sampel ikan
15	Termometer	Mengukur suhu
16	Timbangan digital	Mengukur berat ikan secara akurat

Adapun beberapa bahan-bahan yang digunakan dalam proyek ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian

No	Bahan	Fungsi
1	Air	Media pemeliharaan ikan
2	EM4	Sebagai bakteri pengurai
3	Garam kasar	Untuk meningkatkan daya tahan ikan
4	Ikan lele	Sebagai objek penelitian
5	Kapur dolomit	Sebagai penyeimbang pH
6	Molase	Sebagai sumber karbon
7	Pakan Komersial	Untuk memenuhi kebutuhan nutrisi

Metode dan Prosedur

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan mengamati kualitas air dan kepekatan flok pada budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) sistem bioflok selama 40 hari. Manajemen flok dalam sistem bioflok dilakukan dengan menjaga kepadatan flok dan aerasi tetap stabil agar kualitas air terkontrol serta biomassa mikroba dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai pakan alami tambahan bagi ikan. Penelitian dilakukan pada tiga kolam setiap kolam ukuran tinggi 1 meter dan diameter 1,7 meter dengan populasi berbeda, yaitu 1.475 ekor/m³, 1.409 ekor/m³, dan 974 ekor/m³. Parameter yang diamati meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, amonia, nitrit, pertumbuhan ikan, serta kepekatan flok yang diukur menggunakan Imhoff cone. Data dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan standar kualitas air budidaya ikan lele.

Parameter

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak ditentukan melalui penimbangan berat ikan selama masa pemeliharaan. Kegiatan penimbangan dilakukan satu kali dalam 10 hari sekali. Perhitungan bobot mutlak mengacu pada rumus yang digunakan menurut (Rarassari *et al.*, 2021), sebagai berikut:

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan:

W: Pertambahan bobot mutlak ikan

Wt: Berat ikan saat akhir pemeliharaan (g)

W₀: Berat ikan pada saat awal pemeliharaan (g)

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pengukuran panjang mutlak dilakukan dengan mengukur seluruh panjang tubuh ikan, dari bagian kepala hingga ke ujung ekor. Perhitungan panjang mutlak mengacu pada rumus yang dikemukakan oleh (Rarassari *et al.*, 2021), sebagai berikut:

$$L = L_t - L_0$$

Keterangan:

L: Pertambahan panjang mutlak ikan

L_t: Panjang ikan pada akhir masa pemeliharaan (cm)

L₀: Panjang ikan pada awal masa pemeliharaan (cm)

Tingkat Kelangsungan Hidup (Survival Rate = SR %)

Tingkat kelangsungan hidup merupakan persentase ikan yang tetap hidup selama periode pemeliharaan. Pengukuran dilakukan sejak awal hingga akhir masa pemeliharaan. SR dapat dihitung menggunakan rumus yang dijelaskan oleh (Rarassari *et al.*, 2021), sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR: Persentase tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t: Jumlah ikan yang masih hidup pada akhir masa pemeliharaan (ekor)

N₀: Jumlah ikan yang dipelihara pada awal periode pemeliharaan (ekor)

Rasio Konversi Pakan (FCR)

Rasio konversi pakan (FCR) menggambarkan perbandingan antara jumlah pakan yang diberikan dengan pertambahan berat tubuh ikan. FCR dapat dihitung menggunakan rumus yang dijelaskan oleh (Rarassari *et al.*, 2021), sebagai berikut:

$$FCR = \frac{F}{(W_t + D) - W_0}$$

Keterangan:

FCR : Rasio Konversi Pakan (%)

F : Total pakan yang diberikan selama pemeliharaan (gram)

W_t : Berat ikan pada akhir masa pemeliharaan (gram)

W₀ : Berat ikan pada awal masa pemeliharaan (gram)

D : Total berat ikan yang mati selama pemeliharaan (gram)

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang dianalisis selama proses pemeliharaan ikan lele meliputi tingkat keasaman (pH), suhu ($^{\circ}\text{C}$), oksigen terlarut (DO), dan kepekatan flok menggunakan *imhoff cone* dilakukan setiap 10 hari sekali (Sudirman *et al.*, 2023), nitrit (NO_2), ammonia (NH_3) sekali selama masa pemeliharaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Ikan lele

Data hasil pengamatan terhadap parameter-parameter tersebut disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Kinerja Pertumbuhan Ikan lele (*Clarias sp.*) yang Dipelihara dengan Sistem Bioflok

No	Parameter	Kolam		
		1	2	3
1.	Pertumbuhan bobot mutlak (gr)	25,25	18,89	29,45
2.	Pertumbuhan panjang mutlak (cm)	3,52	5,11	3,59
3.	Kelangsungan hidup (%)	100	100	100
4.	Rasio Konversi Pakan (FCR)	1,61	1,26	1,19

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan ikan lele (*Clarias sp.*) antar kolam pemeliharaan. Pertumbuhan bobot mutlak tertinggi diperoleh pada Kolam 3 sebesar 29,45 g, diikuti Kolam 1 sebesar 25,25 g dan Kolam 2 sebesar 18,89 g. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa kondisi pemeliharaan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan bobot ikan, diduga karna perebutan makanan. Temuan ini sejalan dengan Suryaningrum *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa variasi kondisi media dan pengelolaan budidaya memengaruhi pertumbuhan bobot mutlak ikan lele.

Pertumbuhan panjang mutlak juga menunjukkan variasi antar kolam, diduga dikarenakan populasi setiap kolam berbeda makanya kolam dengan nilai tertinggi pada Kolam 2 sebesar 5,11 cm, sedangkan Kolam 1 dan Kolam 3 masing-masing sebesar 3,52 cm dan 3,59 cm. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pemeliharaan tertentu lebih mendukung pertumbuhan linear ikan lele. Hasil ini sesuai dengan laporan Nur *et al.*, (2025) dan Permatasari *et al.*, (2023) yang menyebutkan bahwa kualitas lingkungan dan kepadatan tebar berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan panjang ikan lele.

Tingkat kelangsungan hidup ikan lele pada seluruh kolam mencapai 100%, menandakan bahwa kondisi pemeliharaan selama penelitian berlangsung dalam keadaan optimal. Nilai kelangsungan hidup yang tinggi menunjukkan bahwa kualitas air, manajemen pakan, dan penerapan sistem bioflok mampu meminimalkan stres serta risiko kematian ikan, sebagaimana dilaporkan oleh Putri dan Ilyas (2024) serta Silalahi (2024).

Nilai rasio konversi pakan (*feed conversion ratio / FCR*) berkisar antara 1,19–1,61, yang menunjukkan efisiensi pemanfaatan pakan yang relatif baik. Pada budidaya ikan lele (*Clarias sp.*), FCR yang tergolong baik umumnya berada pada kisaran 1,0–1,5 dalam sistem intensif, sedangkan pada sistem konvensional dapat mencapai 1,5–2,0 tergantung manajemen pakan dan kualitas air, pakan yang diberikan setiap kolam itu tergantung dari hasil sampling. Rendahnya nilai FCR pada sistem bioflok menunjukkan bahwa teknologi ini mampu meningkatkan efisiensi pakan melalui pemanfaatan biomassa mikroba sebagai pakan tambahan sekaligus menjaga stabilitas kualitas air. Hasil ini sejalan dengan temuan Amiruddin *et al.*, (2025) yang menyatakan bahwa teknologi bioflok berperan dalam menurunkan FCR dan meningkatkan efisiensi produksi pada budidaya ikan lele. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Mugwanya *et al.*, (2021) dalam jurnal Sustainability serta Yu *et al.*, (2023) dalam jurnal Antioxidants yang menyebutkan bahwa sistem bioflok secara konsisten menghasilkan FCR lebih rendah dibanding sistem tanpa bioflok karena adanya kontribusi nutrisi dari flok mikroba.

Kepekatan Flok

Kepekatan flok pada sistem bioflok budidaya ikan lele di ukur 10 hari sekali selama masa penelitian. Volume flok bisa di lihat dari tabel 4.

Tabel 4. Kepekatan flok pada Kolam Ikan Lele (*Clarias sp.*) yang Dipelaha dengan Sistem Bioflok.

No	Waktu pengamatan	Kolam		
		1	2	3
1.	04-Oktober-2025	150 mL/L	100 mL/L	200 mL/L
2.	14- Oktober-2025	130 mL/L	65 mL/L	175 mL/L
3.	24-Oktober-2025	120 mL/L	50 mL/L	150 mL/L
4.	03-November-2025	100 mL/L	45 mL/L	120 mL/L

Kepekatan flok pada budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) sistem bioflok menunjukkan kecenderungan menurun pada seluruh kolam selama masa pemeliharaan. Pada awal pengamatan, volume flok berada pada kisaran 100–200 ml/L, kemudian menurun hingga 45–120 ml/L pada akhir penelitian. Penurunan ini diduga berkaitan dengan pemanfaatan bioflok sebagai pakan alami oleh ikan serta aktivitas bakteri heterotrof dalam mengasimilasi nitrogen dan mengurangi akumulasi bahan organik. Kepekatan flok mempengaruhi pertumbuhan bobot ikan lele.

Nilai rata-rata kepekatan flok pada Kolam 1, Kolam 2, dan Kolam 3 masing-masing sebesar 125 ml/L, 65 ml/L, dan 161,25 ml/L. Kolam 2 memiliki kepekatan flok paling sedikit diduga karna ikan lele memanfaatkan dengan maksimal sebagai pakan alami/tambahan. Seluruh nilai tersebut masih berada dalam kisaran standar yang direkomendasikan, yaitu 20–200 ml/L (SNI 6484-

6:2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa bioflok terbentuk dalam jumlah yang optimal dan tidak menimbulkan gangguan terhadap kualitas air, terutama terkait kebutuhan oksigen terlarut.

Pengendalian kepekatan flok dilakukan melalui pengukuran berkala setiap 10 hari serta pengurangan dan penambahan air untuk menjaga keseimbangan sistem. Secara umum, volume flok yang berada pada kisaran aman menunjukkan bahwa sistem bioflok berjalan stabil dan mampu mendukung kualitas air serta pertumbuhan ikan lele selama masa pemeliharaan.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor yang sangat menentukan kelangsungan hidup ikan lele. Kondisi kualitas air juga kerap dijadikan indikator utama untuk menilai tingkat kesehatan ikan lele. Adapun nilai parameter kualitas air yang diamati dalam tugas akhir non skripsi ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kualitas air

No	Parameter	Kolam 1	Kolam 2	Kolam 3	SNI 6484-6:2024
1.	Suhu	27,5	26,7	27,4	25-30°C
2.	pH	7,19	7,18	7,18	6,5-8
3.	DO	3,8	3,8	4,2	<2 mg/l
4.	Volume flok	125	65	161,25	20-200 ml/l
5.	Amonia	2,60	6,76	7,84	BMAN (PP Nomor 22 Tahun 2021) 0,5mg/l
6.	Nitrit	0,4	0,08	0,32	(Sudirman et al 2023) 0,26 mg/l

Parameter kualitas air pada budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) sistem bioflok dipantau secara rutin selama masa pemeliharaan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu air pada seluruh kolam berada pada kisaran 26,7–27,5 °C, yang masih sesuai dengan standar SNI 6484-6:2024 (25–30 °C) dan tergolong optimal untuk mendukung pertumbuhan ikan lele. Kondisi suhu yang stabil berperan penting dalam menjaga metabolisme, aktivitas pakan, dan kesejahteraan ikan.

Nilai pH air pada ketiga kolam relatif stabil dan berada pada kisaran netral, yaitu 7,18–7,19, serta masih sesuai dengan standar SNI 6484-6:2024 (6,5–8,0). Kondisi pH yang optimal ini mendukung proses fisiologis ikan dan aktivitas mikroorganisme dalam sistem bioflok, sehingga tidak menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan ikan lele (Kusuma *et al.*, 2023).

Kadar oksigen terlarut (DO) selama penelitian berada pada kisaran 3,8–4,2 mg/L, yang masih berada di atas ambang batas minimal untuk budidaya ikan lele. Meskipun relatif rendah, nilai DO tersebut masih mencukupi kebutuhan respirasi

ikan dan menunjukkan bahwa sistem aerasi dan bioflok mampu menjaga kondisi perairan tetap layak.

Volume flok yang diukur setiap 10 hari menunjukkan nilai rata-rata sebesar 65–161,25 ml/L dan masih berada dalam kisaran standar 20–200 ml/L (SNI 6484-6:2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa bioflok terbentuk dalam jumlah yang optimal dan berperan sebagai pakan alami tambahan tanpa menurunkan kualitas air secara signifikan.

Konsentrasi amonia pada akhir pemeliharaan menunjukkan variasi antar kolam, yaitu 2,60–7,84 mg/L, dengan nilai tertinggi pada kolam berkepadatan lebih tinggi. Nilai nitrit terukur berada pada kisaran 0,08–0,40 mg/L, yang masih tergolong rendah dan dipengaruhi oleh kepadatan tebar serta proses nitrifikasi dalam sistem bioflok (Djaelani et al., 2022).

Secara keseluruhan, parameter kualitas air selama penelitian masih berada pada kondisi layak dan menunjukkan bahwa sistem bioflok mampu menjaga stabilitas lingkungan perairan serta mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kondisi pemeliharaan pada sistem bioflok berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kinerja produksi ikan lele (*Clarias* sp.). Bobot mutlak tertinggi diperoleh pada Kolam 3 (29,45 g), sedangkan panjang mutlak tertinggi pada Kolam 2 (5,11 cm), yang mencerminkan adanya perbedaan dukungan lingkungan di setiap kolam. Tingkat kelangsungan hidup mencapai 100% pada seluruh perlakuan, menandakan kualitas air dan manajemen budidaya berada dalam kondisi optimal.

Nilai FCR yang rendah, terutama pada Kolam 3 (1,19), menunjukkan efisiensi pemanfaatan pakan yang baik, didukung oleh keberadaan bioflok sebagai pakan alami tambahan dan penyeimbang kualitas air. Kepekatan flok yang berada pada kisaran 65–161,25 mL/L serta parameter kualitas air (suhu, pH, dan DO) yang stabil turut mendukung pertumbuhan ikan. Secara umum, pengelolaan kualitas air dan kepekatan flok yang seimbang menjadi kunci keberhasilan budidaya lele dengan sistem bioflok.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada KaYaJaGa Farm dan Universitas Maritim Raja Ali Haji, atas fasilitas dan dukungan yang berperan dalam kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, A., Siregar, Z., Asfiati, S., Indrayani, I., Evalina, N., & Harahap, P. (2025). Penerapan teknologi bioflok pada budidaya lele untuk peningkatan ekonomi dan ketahanan pangan masyarakat. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 31(4).
- Deswati, & Sutopo, J. (2022). *Budidaya ikan lele berbasis bioflok*. Plantaxia.

- Djaelani, M. A., Kasiyati, & Sunarno. (2022). Pertumbuhan ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) pada berbagai padat tebar dengan penambahan aerator. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 7(2), 135–143.
- Kusuma, N. P. D., Tangguda, S., & Lau, J. R. (2024). Analisis kualitas air dan hubungannya dengan pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada padat tebar berbeda. *Journal Galung Tropika*, 13(2), 256–267.
- Nur, A., Andre, R. S., & Laily, F. M. (2025). Growth of African catfish (*Clarias gariepinus*) cultured using the biofloc system at different stocking densities. *Journal of Fish Health*, 5(3), 426–441.
- Permatasari, D., Fadjar, M., & Yuniarti, A. (2023). Survival rate and growth length of catfish (*Clarias gariepinus*) exposed to microplastics. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 12(1), 86–93.
- Primawestri, M., Sumardianto, S., & Kurniasih, R. A. (2023). Karakteristik stik ikan lele (*Clarias gariepinus*) dengan perbedaan rasio daging dan tulang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 5(1), 44–51.
- Putri, D. U., & Aliyas, A. (2024). Pengaruh pemberian pakan dengan dosis berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan lele (*Clarias* sp.) dalam media bioflok. *Tolis Ilmiah: Jurnal Penelitian Teknologi dan Sains*, 1(2), 17–24.
- Rarassari, M. A., Dwinanti, S. H., Absharina, F. D., & Gevira, Z. (2021). Aplikasi bioflok dan pemanfaatan probiotik EM4 dalam pakan pembesaran ikan lele mutiara (*Clarias gariepinus*). *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(2), 329–334.
- Silalahi, R. F. F. A., Rakhmawati, & Fatimah, N. (2024). Pembesaran ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var) dengan penambahan tepung kulit pisang pada pakan. *Jurnal Marshela: Marine and Fisheries Tropical Applied Journal*, 2(2), 78–89.
- Suryaningrum, L., Nurhatijah, N., & Hidayat, R. (2021). Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan lele pada sistem bioflok dengan padat tebar berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 20(1), 45–54.
- Wahyuningsih, S., & Gitarama, A. M. (2020). Amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112–125.
- Khanjani, M. H., Mohammadi, A., & Emerenciano, M. G. C. (2024). *Water quality in biofloc technology (BFT): an applied review for an evolving aquaculture*. *Aquaculture International*, 32, 9321–9374.
- Rai, N., Panigrahi, A., & Julka, J. M. (2025). *Biofloc Technology for Sustainable Aquaculture: Microbial Regulation, Nutrient Dynamics, and Integrated System Approaches*. *Journal of Water Process Engineering*, 78, 108730.
- Mugwanya, M., Dawood, M. A. O., Kimera, F., & Sewilam, H. (2021). *Biofloc systems for sustainable production of economically important aquatic species: A review*. *Sustainability*, 13(13), 7255.
- Yu, Y.-B., Choi, J.-H., Lee, J.-H., Jo, A.-H., Lee, K. M., & Kim, J.-H. (2023). *Biofloc technology in fish aquaculture: A review*. *Antioxidants*, 12(2).