

Pengaruh Waktu Pembentukan Flok Terhadap Peningkatan Pertumbuhan Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) pada Sistem Bioflok

*Effect of Floc Formation Time on the Growth of Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) in a Biofloc System*

Nisayangin Mariana Daeli^{1*}, Destriman Laoli¹, Betzy Victor Telaumbanua¹, Ratna Dewi Zebua¹

¹Program Studi Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Kota Gunungsitoli, Sumatera Utara

*Korespondensi: nmariandaeli@gmail.com

Copyright ©2026, Author. Published by the Fisheries Science Study Program, Faculty of Science and Technology, Muhammadiyah University, Sidenreng Rappang, Article Info: Posted: August 25, 2026
Revised: September 03, 2026; Accepted: 01 October 2026; Published: October 25, 2026

Abstrak

Ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) merupakan komoditas budidaya air tawar bernilai ekonomi tinggi, namun keberhasilan sistem bioflok sangat bergantung pada tingkat kematangan flok sebelum penebaran benih. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perbedaan waktu pembentukan flok (3, 5, dan 7 hari) terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, dan kelangsungan hidup ikan patin pada sistem bioflok, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan tiga ulangan. Benih dipelihara selama 60 hari dengan padat tebar 50 ekor/kolam. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa waktu pembentukan flok berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan bobot mutlak ($F=210,625$; $p=0,000$) dan pertambahan panjang mutlak ($F=574,586$; $p=0,000$), dengan nilai tertinggi pada P3 (7 hari) sebesar 16,00 g dan 10,30 cm; uji Duncan menempatkan ketiga perlakuan pada kelompok yang berbeda nyata. Karena data tidak memenuhi asumsi normalitas, rasio konversi pakan dan kelangsungan hidup dianalisis dengan uji Kruskal-Wallis, yang menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan (FCR: $H=6,543$; $P=0,038$; SR: $H=6,108$; $P=0,047$), dengan FCR terendah (0,65) dan SR tertinggi (89,33%) pada P3. Sebaliknya, waktu pembentukan flok tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik ($F=0,106$; $p=0,901$), yang berkisar 1,75-1,77%/hari pada seluruh perlakuan. Volume flok meningkat konsisten dari 5,2 mL/L (P1) menjadi 15,4 mL/L (P3), sejalan dengan perbaikan performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Seluruh parameter kualitas air (suhu 26,46-27,21°C, pH 6,88-7,56, DO 4,40-4,62 mg/L, amonia 0,16-0,28 mg/L) tetap berada dalam kisaran optimum. Penelitian ini menyimpulkan bahwa waktu pembentukan flok 7 hari merupakan waktu paling efektif untuk mendukung pertumbuhan, efisiensi pakan, dan kelangsungan hidup ikan patin pada sistem bioflok.

Kata kunci: bioflok, ikan patin, waktu pembentukan flok, pertumbuhan, kelangsungan hidup

Abstract

Striped catfish (*Pangasius hypophthalmus*) is a high-value freshwater aquaculture commodity, yet the success of biofloc systems strongly depends on floc maturity prior to stocking. This study analyzed the effect of floc formation time (3, 5, and 7 days) on the growth, feed efficiency, and survival of striped catfish in a biofloc system using a one-factor completely randomized design with three replicate ponds per treatment as the statistical unit. Fry were reared for 60 days at a density of 50 fry/pond. ANOVA showed that floc formation time had a highly significant effect on absolute weight gain ($F=210.625$; $p=0.000$) and absolute length gain ($F=574.586$; $p=0.000$), with the highest values in P3 (7 days): 16.00 g and 10.30 cm; Duncan's test placed all three treatments in distinct groups. Because the data did not meet the normality assumption, feed conversion ratio and survival rate were analyzed using the Kruskal-Wallis test, which showed significant differences among treatments (FCR: $H=6.543$; $P=0.038$; SR: $H=6.108$; $P=0.047$), with the lowest FCR (0.65) and highest SR (89.33%) in P3. In contrast, floc formation time had no significant effect on specific growth rate ($F=0.106$; $p=0.901$), which ranged from 1.75–1.77%/day across treatments. Floc volume increased consistently from 5.2 mL/L (P1) to 15.4 mL/L (P3), paralleling the improvement in growth and survival. All water quality parameters (temperature 26.46–27.21°C, pH 6.88–7.56, DO 4.40–4.62 mg/L, ammonia 0.16–0.28 mg/L) remained within the range required by Indonesian National Standard SNI 01-6483.5-2002 for pond grow-out of striped catfish. Under the conditions of this study, a 7-day floc formation

period was the most effective for supporting growth, feed efficiency, and survival of striped catfish in a biofloc system.

Keywords: *biofloc, striped catfish, floc formation time, growth, survival rate*

PENDAHULUAN

Budidaya ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar bernilai ekonomi tinggi di Indonesia seiring meningkatnya permintaan pasar domestik dan ekspor. Berdasarkan data resmi Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP, 2025), produksi ikan patin nasional pada tahun 2023 mencapai 348.379 ton. Bersama produksi ikan lele yang mencapai sekitar 1,14 juta ton pada tahun yang sama, kedua komoditas catfish air tawar tersebut secara gabungan menyumbang sekitar 27% dari total produksi perikanan budidaya ikan (di luar rumput laut) pada tahun 2023, yang menunjukkan peran penting patin dalam struktur produksi akuakultur nasional. Ikan patin memiliki pertumbuhan relatif cepat, toleransi tinggi terhadap kepadatan tebar, serta kemampuan beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan perairan, sehingga sangat potensial untuk dikembangkan dalam sistem budidaya intensif dengan dukungan teknologi yang mampu menjaga stabilitas kualitas air pada kepadatan tinggi (Lal *et al.*, 2024).

Salah satu kendala utama dalam budidaya ikan patin secara intensif adalah penurunan kualitas air akibat akumulasi sisa pakan dan metabolit nitrogen seperti amonia. Pergantian air secara terus-menerus dapat memperbaiki kualitas media, namun kurang efisien karena membutuhkan volume air yang besar dan berpotensi mencemari lingkungan sekitar (Ebcifa *et al.*, 2022). Oleh karena itu, diperlukan teknologi budidaya yang mampu mengelola limbah secara biologis di dalam kolam tanpa bergantung pada pergantian air dalam jumlah besar. *Biofloc Technology* (BFT) berkembang sebagai pendekatan inovatif yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme heterotrof untuk mengonversi limbah nitrogen menjadi biomassa mikroba (flok) yang berfungsi ganda sebagai pengendali kualitas air sekaligus sumber pakan alami tambahan bagi ikan (Manan *et al.*, 2024).

Keberhasilan sistem bioflok sangat ditentukan oleh stabilitas ekosistem mikroba yang terbentuk di dalam media pemeliharaan sebelum ikan ditebar. Bioflok terbentuk melalui aktivitas mikroorganisme heterotrof yang memanfaatkan sumber karbon untuk mengasimilasi limbah nitrogen, sehingga membentuk agregat mikroba yang berfungsi menjaga kualitas air dan menyediakan pakan alami bagi ikan. Proses ini memerlukan waktu tertentu hingga komunitas mikroba berkembang dan sistem mencapai kondisi stabil (Minaz, 2024). Pembentukan flok mulai terlihat pada hari ke-3, mengalami peningkatan pada hari ke-5, dan umumnya lebih stabil pada sekitar hari ke-7, tergantung pada rasio C/N, aerasi, dan kondisi media pemeliharaan (Dwisani *et al.*, 2023). Bioflok yang belum stabil pada saat ikan ditebar dapat menyebabkan kualitas air berfluktuasi, memicu stres fisiologis, penurunan nafsu makan, rendahnya laju pertumbuhan spesifik, tingginya rasio konversi pakan, serta meningkatnya risiko kematian ikan pada fase awal pemeliharaan (Marium *et al.*, 2023).

Meskipun teknologi bioflok telah banyak diteliti, sebagian besar penelitian lebih

menitikberatkan pada pengaturan rasio C/N, jenis sumber karbon, penggunaan probiotik, dan kepadatan tebar selama masa pemeliharaan, sedangkan kajian yang secara khusus membandingkan lamanya waktu pembentukan flok sebelum penebaran benih hingga sistem mencapai kondisi siap pakai masih sangat terbatas (Dheeran *et al.*, 2025). Padahal, fase awal tersebut merupakan tahap kritis yang menentukan kesiapan media pemeliharaan dalam mendukung keberhasilan budidaya (Battisti *et al.*, 2021). Kegiatan budidaya ikan patin di Desa Fodo, Kecamatan Gunungsitoli, Kota Gunungsitoli, Pulau Nias juga belum banyak terdokumentasi secara ilmiah, sehingga diperlukan kajian yang lebih sistematis untuk menentukan pendekatan teknologi bioflok yang adaptif terhadap kondisi lokal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan tiga durasi waktu pembentukan bioflok (3, 5, dan 7 hari) sebelum penebaran benih ikan patin guna menentukan waktu yang paling efektif dalam mendukung pertumbuhan ikan. Parameter pertumbuhan digunakan sebagai indikator utama, sedangkan efisiensi pakan, tingkat kelangsungan hidup, dan kualitas air digunakan sebagai parameter pendukung untuk menjelaskan hubungan antara kesiapan bioflok dan performa ikan dalam sistem budidaya.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April–Juni 2026 di Desa Fodo, Kecamatan Gunungsitoli, Kota Gunungsitoli, Provinsi Sumatera Utara, didahului tahap persiapan pada bulan Februari–Maret 2026. Pembentukan bioflok pada seluruh unit percobaan dimulai secara bersamaan pada awal April 2026; benih ditebar setelah tahap pembentukan flok pada masing-masing perlakuan selesai, yaitu pada hari ke-3 untuk P1, hari ke-5 untuk P2, dan hari ke-7 untuk P3, sehingga selisih waktu penebaran antarperlakuan hanya berkisar beberapa hari dan seluruh unit percobaan mengalami kondisi lingkungan (cuaca, suhu ambien) yang relatif sama sepanjang periode penelitian. Ikan selanjutnya dipelihara selama 60 hari, sehingga pemeliharaan berakhir pada pertengahan Juni 2026. Media pemeliharaan berupa unit kolam bioflok berdiameter 80 cm dan tinggi 1 meter, dengan volume air $\pm 251,2$ liter atau setara kedalaman air ± 50 cm.

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu waktu pembentukan flok, terdiri atas tiga taraf perlakuan: P1 (3 hari), P2 (5 hari), dan P3 (7 hari), masing-masing diulang tiga kali sehingga diperoleh sembilan unit percobaan (kolam). Setiap kolam merupakan satuan analisis statistik (unit ulangan yang independen), sedangkan 10 ekor ikan yang diamati pada setiap kolam merupakan subsampel pengamatan yang dirata-ratakan terlebih dahulu untuk memperoleh satu nilai representatif per kolam sebelum data dianalisis secara statistik (ANOVA/Kruskal-Wallis menggunakan $n=3$ per perlakuan). Dengan demikian potensi pseudoreplication akibat memperlakukan ikan individu sebagai ulangan dapat dihindari.

Setiap unit percobaan diberi molase sebanyak 25,12 mL (setara dosis 0,1 mL/L) sebagai sumber karbon dan probiotik EM4 sebanyak 2,51 mL (setara dosis 0,01 mL/L) dengan dosis yang sama pada seluruh perlakuan. Dosis tersebut mengacu pada takaran molase 100 mL/m³ dan probiotik 10 mL/m³ yang telah diterapkan dan terbukti efektif membentuk flok pada sistem bioflok ikan air tawar (Liana *et al.*, 2024), disesuaikan dengan volume air media pemeliharaan (251,2 L/kolam).

Metode Pembentukan Flok dan Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan direndam ± 24 jam, kemudian diisi air dan dipasang sistem aerasi yang dioperasikan secara kontinu 24 jam. Selanjutnya probiotik EM4 dan molase ditambahkan sekaligus (*single dose*) ke dalam media pada awal periode pembentukan flok, tanpa proses aktivasi probiotik terlebih dahulu, mengikuti prosedur aplikasi langsung yang lazim digunakan untuk produk EM4 cair komersial. Flok dibiarkan terbentuk sesuai waktu perlakuan (3, 5, atau 7 hari) sebelum benih ikan patin berukuran 9–10 cm ditebar dengan padat tebar 50 ekor/kolam. Selama 60 hari masa pemeliharaan setelahnya, tidak dilakukan penambahan molase atau probiotik susulan; pemeliharaan flok bergantung pada beban bahan organik dari sisa pakan dan feses ikan di bawah aerasi kontinu. Rasio karbon-nitrogen (C/N) media tidak dihitung/dikendalikan secara eksplisit dalam penelitian ini, sehingga hal tersebut menjadi salah satu keterbatasan penelitian dan disarankan untuk diukur serta dikendalikan pada penelitian lanjutan agar mekanisme pembentukan flok dapat dijelaskan secara lebih kuantitatif. Ikan diberi pakan komersial berkadar protein kasar 31% secara *ad libitum* tiga kali sehari.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh benih ikan patin yang dipelihara dalam sistem bioflok (450 ekor pada 9 unit kolam). Sampel pengamatan pertumbuhan ditetapkan sebanyak 10 ekor per kolam yang diambil secara acak untuk mewakili populasi pada setiap unit percobaan, sebagaimana lazim dilakukan dalam praktik budidaya ikan patin di mana sampel sebanyak 5–10 ekor dianggap cukup mewakili populasi untuk estimasi biomassa dan kebutuhan pakan (Abhijith *et al.*, 2024).

Parameter dan Rumus yang Digunakan

Parameter yang diamati meliputi pertambahan bobot mutlak (W), pertambahan panjang mutlak (Pm), laju pertumbuhan spesifik (SGR), rasio konversi pakan (FCR), tingkat kelangsungan hidup (SR), serta kualitas air yang meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan amonia, serta volume flok sebagai variabel pendukung. Pengukuran suhu dilakukan secara langsung menggunakan termometer air, pH diukur menggunakan pH meter, sedangkan oksigen terlarut (DO) diukur menggunakan DO meter. Pengukuran amonia dilakukan menggunakan test kit kolorimetrik sesuai dengan prosedur pengujian pada alat yang digunakan. Pengukuran suhu, pH, DO, amonia, dan volume flok dilakukan satu kali setiap minggu pada seluruh unit percobaan, bersamaan dengan waktu pengambilan sampel pertumbuhan ikan.

Volume flock diukur secara langsung menggunakan *Imhoff cone*. Sampel air media sebanyak 1 liter dimasukkan ke dalam *Imhoff cone*, kemudian dibiarkan mengendap selama 20–30 menit tanpa gangguan mekanis. Setelah proses pengendapan selesai, volume padatan flock yang mengendap dibaca pada skala *Imhoff cone* dan dinyatakan dalam satuan mL/L. Pengukuran volume flock dilakukan satu kali setiap minggu bersamaan dengan pengukuran kualitas air dan pengambilan sampel pertumbuhan ikan.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$W = W_t - W_0 \text{ (Santi et al., 2023)}$$

$$P_m = L_t - L_0 \text{ (Fatoni 2023)}$$

$$SGR (\%/hari) = [(\ln W_t - \ln W_0) / t] \times 100 \text{ (Imanudin et al., 2024).}$$

$$FCR = F / [(B_t + B_m) - B_0] \text{ (Junus et al., 2023).}$$

$$SR (\%) = (N_t / N_0) \times 100 \text{ (Muslimin et al., 2023).}$$

Keterangan: W_t dan W_0 masing-masing adalah bobot rata-rata individu ikan pada akhir dan awal pemeliharaan (g); L_t dan L_0 adalah panjang rata-rata ikan pada akhir dan awal pemeliharaan (cm); t adalah lama pemeliharaan (hari); F adalah total pakan yang diberikan per kolam (g); B_t adalah biomassa total ikan hidup pada akhir pemeliharaan per kolam (g); B_m adalah estimasi biomassa total ikan yang mati selama pemeliharaan per kolam (g), dihitung dari bobot rata-rata ikan pada saat kematian dikalikan jumlah ikan mati; B_0 adalah biomassa total ikan pada awal pemeliharaan per kolam (g); N_t dan N_0 adalah jumlah ikan hidup pada akhir dan awal penelitian (ekor). Perhitungan FCR pada formula ini didasarkan pada pertambahan biomassa total per unit percobaan (bukan selisih bobot rata-rata individu semata) dan memperhitungkan biomassa ikan yang mati, sehingga satuan pembilang dan penyebut konsisten (g pakan/g biomassa) dan konsisten dengan rekomendasi bahwa FCR sebaiknya dihitung dari pertambahan biomassa per unit percobaan dengan memperhatikan mortalitas.

Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif (rata-rata dan standar deviasi) menggunakan nilai per unit percobaan ($n=3$ per perlakuan), kemudian diuji prasyarat berupa uji normalitas (Shapiro-Wilk) dan homogenitas ragam (Levene). Apabila data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan analisis ragam (One-Way ANOVA) pada taraf 5% ($\alpha = 0,05$), dilanjutkan uji Duncan (DMRT) apabila terdapat pengaruh nyata. Apabila asumsi normalitas tidak terpenuhi, analisis dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan terhadap baku mutu SNI 01-6483.5-2002 tentang Produksi Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) Kelas Pembesaran di Kolam (BSN, 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertambahan Bobot Mutlak (*W*)

Rata-rata pertambahan bobot mutlak ikan patin meningkat seiring bertambahnya waktu pembentukan flock, dari 12,50 g pada P1 hingga 16,00 g pada P3 (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata Pertambahan Bobot Mutlak (*W*) dan Standar Deviasi

Perlakuan	Mean <i>W</i> (g)	SD
P1 (3 hari)	12,50	0,265
P2 (5 hari)	14,67	0,153
P3 (7 hari)	16,00	0,200

Sumber: Data Penelitian (2026)

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa waktu pembentukan flock berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan bobot mutlak ikan patin (F hitung = 210,625; Sig. = 0,000; $P < 0,05$). Uji lanjut Duncan menempatkan P1, P2, dan P3 pada subset yang berbeda (12,50 g; 14,67 g; 16,00 g), yang berarti ketiga perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Semakin lama waktu pembentukan flock, semakin besar kesempatan bagi komunitas mikroba untuk berkembang dan membentuk biomassa flock yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi tambahan berupa protein, asam amino, vitamin, dan enzim mikroba (Padeniya *et al.*, 2022; Yadav *et al.*, 2025). Flock yang sesuai juga membantu mengasimilasi senyawa nitrogen sehingga menciptakan lingkungan pemeliharaan yang lebih stabil, mengurangi stres pada ikan, dan mengalihkan lebih banyak energi metabolik untuk pertumbuhan (Khanjani *et al.*, 2024; Abd *et al.*, 2022).

Pertambahan Panjang Mutlak (*Pm*)

Serupa dengan pertambahan bobot, pertambahan panjang mutlak juga meningkat nyata seiring bertambahnya waktu pembentukan flock (ANOVA: $F = 574,586$; Sig. = 0,000; $P < 0,05$), dengan notasi Duncan yang berbeda pada ketiga perlakuan (a, b, c) (Tabel 2). Waktu pembentukan flock yang lebih panjang memberikan kesempatan lebih besar bagi mikroorganisme untuk mengasimilasi bahan organik dan senyawa nitrogen menjadi biomassa mikroba, yang kemudian dimanfaatkan ikan sebagai sumber nutrisi tambahan untuk pembentukan jaringan tubuh (Davies *et al.*, 2023; Akange *et al.*, 2024).

Tabel 2. Rata-rata Pertambahan Panjang Mutlak (*Pm*) dan Standar Deviasi

Perlakuan	Mean <i>Pm</i> (cm)	SD	Notasi Duncan
P1 (3 hari)	5,33	0,172	a
P2 (5 hari)	7,93	0,256	b
P3 (7 hari)	10,30	0,082	c

Sumber: Data Penelitian (2026)

Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Berbeda dengan parameter bobot dan panjang mutlak, hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa waktu pembentukan flock tidak berpengaruh nyata terhadap SGR ikan patin ($F = 0,106$; Sig. = 0,901; $P > 0,05$), meskipun secara deskriptif nilai SGR cenderung meningkat dari P1 ke P3. Sifat SGR yang

bersifat logaritmik menyebabkan perbedaan bobot akhir yang cukup besar tidak selalu tercermin sebagai perbedaan laju pertumbuhan relatif yang tajam, terlebih bobot awal ikan antarperlakuan tidak sepenuhnya seragam (Yılmaz *et al.*, 2024). Kondisi kualitas air yang relatif seragam pada seluruh perlakuan turut menyebabkan ikan pada ketiga perlakuan tetap mampu mempertahankan proses metabolisme dan pertumbuhan relatif yang sebanding (Maia *et al.*, 2025).

Tabel 3. Rata-rata Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) dan Standar Deviasi

Perlakuan	Mean SGR (%/hari)	SD
P1 (3 hari)	1,75	0,037
P2 (5 hari)	1,76	0,021
P3 (7 hari)	1,77	0,042

Sumber: Data Penelitian (2026)

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai SGR berbeda nyata antarperlakuan ($p < 0,05$). Namun, hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan 5 dan 7 hari berada dalam kelompok yang sama, sedangkan perlakuan 3 hari berada pada kelompok berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan durasi pembentukan flock tidak menyebabkan perbedaan SGR pada seluruh perlakuan, meskipun perlakuan 7 hari menunjukkan nilai SGR yang relatif lebih tinggi pada beberapa ulangan

Rasio Konversi Pakan (FCR)

Nilai FCR menurun secara konsisten dari P1 ke P3, menunjukkan efisiensi pemanfaatan pakan terbaik pada waktu pembentukan flock 7 hari. Karena data FCR pada perlakuan P1 tidak memenuhi asumsi normalitas (Shapiro-Wilk, Sig. $< 0,05$), pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis. Hasil uji menunjukkan perbedaan yang signifikan antarperlakuan ($H = 6,543$; $df = 2$; Sig. = $0,038$; $p < 0,05$). Flock yang cukup menyediakan biomassa mikroba kaya protein yang dapat dikonsumsi langsung oleh ikan sebagai pakan alami tambahan, sehingga mengurangi ketergantungan pada pakan komersial untuk menghasilkan pertambahan bobot yang sama (Said *et al.*, 2024; Changwei *et al.*, 2025).

Tabel 4. Rata-rata Rasio Konversi Pakan (FCR) dan Standar Deviasi

Perlakuan	Mean FCR	SD
P1 (3 hari)	0,85	0,045
P2 (5 hari)	0,79	0,045
P3 (7 hari)	0,65	0,020

Sumber: Data Penelitian (2026)

Tingkat Kelangsungan Hidup (SR)

Tingkat kelangsungan hidup meningkat dari 78,67% pada P1 menjadi 89,33% pada P3. Karena data pada P3 tidak berdistribusi normal, analisis dilanjutkan menggunakan uji Kruskal-Wallis, yang menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan ($H = 6,108$; $df = 2$; Sig. = $0,047$; $p < 0,05$). Flock yang cukup membantu menstabilkan kualitas air melalui asimilasi senyawa nitrogen oleh mikroorganisme, sehingga menurunkan risiko stres fisiologis dan kematian ikan pada fase awal pemeliharaan (Rind *et al.*, 2023; Iber Italic 2025).

Tabel 5. Rata-rata Tingkat Kelangsungan Hidup (SR) dan Standar Deviasi

Perlakuan	Mean SR (%)	SD
P1 (3 hari)	78,67	3,055
P2 (5 hari)	81,33	3,055
P3 (7 hari)	89,33	1,155

Sumber: Data Penelitian (2026)

Kualitas Air

Seluruh parameter kualitas air pada ketiga perlakuan berada dalam kisaran yang dipersyaratkan SNI 01-6483.5-2002 untuk pembesaran ikan patin siam di kolam sehingga mendukung pertumbuhan ikan patin. Kadar amonia menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya waktu pembentukan flok dan volume flok yang lebih besar (P1 ke P3), namun tetap berada jauh di bawah ambang batas baku mutu ($<0,5$ mg/L). Peningkatan ini diduga berkaitan dengan beban bahan organik dan hasil metabolisme mikroba yang lebih tinggi pada media dengan biomassa flok lebih besar, sehingga laju produksi amonia sedikit melebihi laju asimilasinya oleh mikroorganisme heterotrof; namun demikian, karena penelitian ini tidak mengukur laju nitrifikasi maupun komposisi komunitas mikroba secara langsung, interpretasi mekanistik tersebut bersifat tentatif dan memerlukan kajian lanjutan (Kumar *et al.*, 2021).

Tabel 6. Rata-rata Parameter Kualitas Air Selama Penelitian

Parameter	P1	P2	P3	Baku Mutu (SNI 01-6483 5-2002)
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	26,46	26,96	27,21	25-30
pH	6,88	7,33	7,56	6,5-8,5
DO (mg/L)	4,40	4,47	4,62	≥ 3
Amonia (mg/L)	0,16	0,23	0,28	$<0,5$

Sumber: Data Penelitian (2026); baku mutu mengacu pada SNI 01-6483.5-2002 (BSN,2002)

Kondisi kualitas air turut digunakan sebagai parameter pendukung dalam menginterpretasikan respons ikan terhadap perbedaan waktu pembentukan flok. Konsentrasi amonia menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya waktu pembentukan flok, yaitu dari 0,16 mg/L pada perlakuan 3 hari menjadi 0,23 mg/L pada perlakuan 5 hari dan 0,28 mg/L pada perlakuan 7 hari. Peningkatan volume flok pada perlakuan 7 hari dengan demikian tidak secara langsung menunjukkan penurunan konsentrasi amonia. Kondisi ini menunjukkan bahwa hubungan antara perkembangan flok dan pengendalian senyawa nitrogen tidak dapat dijelaskan hanya berdasarkan volume flok. Meskipun demikian, nilai amonia yang diperoleh masih berada dalam kisaran yang digunakan sebagai acuan pemeliharaan ikan patin dalam penelitian ini. Pada perlakuan 7 hari, volume flok yang lebih tinggi berlangsung bersamaan dengan respons pertumbuhan yang lebih baik pada beberapa parameter, terutama pertambahan panjang dan kelangsungan hidup, sedangkan FCR menunjukkan nilai yang lebih rendah secara numerik. Oleh karena itu, peningkatan performa ikan pada perlakuan 7 hari tidak dapat dikaitkan hanya dengan volume flok, tetapi perlu dipandang sebagai respons yang berlangsung dalam kondisi kualitas air selama pemeliharaan.

Volume Flok

Volume flok meningkat hampir dua kali lipat pada setiap penambahan dua hari masa pembentukan, dari 5,2 mL/L pada P1 menjadi 15,4 mL/L pada P3, menegaskan bahwa semakin lama waktu pembentukan, semakin banyak biomassa flok yang terakumulasi di dalam media pemeliharaan dan sejalan dengan perbaikan performa pertumbuhan, efisiensi pakan, serta kelangsungan hidup ikan patin pada perlakuan P3.

Tabel 7. Rata-rata Volume Flok (mL/L)

Perlakuan	Volume Flok (mL/L)
P1 (3 hari)	5,2
P2 (5 hari)	10,2
P3 (7 hari)	15,4

Sumber: Data Penelitian (2026)

Peningkatan volume flok seiring bertambahnya waktu pembentukan menunjukkan bahwa semakin lama periode pembentukan sebelum penebaran ikan, semakin banyak agregat flok yang terbentuk dalam media. Keberadaan flok dalam jumlah lebih tinggi berpotensi memberikan sumber nutrisi tambahan bagi ikan melalui pemanfaatan biomassa mikroba yang terdapat dalam agregat flok. Dengan demikian, kondisi media dengan volume flok yang lebih tinggi pada perlakuan 7 hari diduga berkontribusi terhadap respons pertumbuhan ikan yang lebih baik. Namun, hubungan tersebut perlu dipahami sebagai dugaan berdasarkan keterkaitan antarparameter, karena penelitian ini tidak secara langsung menganalisis komposisi nutrisi maupun komunitas mikroba penyusun flok.

KESIMPULAN

Waktu pembentukan flok berpengaruh nyata terhadap pertambahan bobot mutlak, pertambahan panjang mutlak, rasio konversi pakan, dan tingkat kelangsungan hidup ikan patin ($p < 0,05$), tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik ($p > 0,05$). Pada kondisi penelitian ini, perlakuan P3 (waktu pembentukan flok 7 hari) memberikan performa terbaik secara keseluruhan, dengan rata-rata pertambahan bobot mutlak 16,00 g, pertambahan panjang mutlak 10,30 cm, SGR 1,77%/hari, FCR 0,65, SR 89,33%, dan volume flok tertinggi sebesar 15,4 mL/L. Seluruh parameter kualitas air (suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia) pada ketiga perlakuan tetap berada dalam kisaran baku mutu SNI untuk budidaya ikan patin. Mengingat penelitian ini hanya menguji tiga durasi perlakuan dengan tiga ulangan pada satu lokasi dan satu siklus pemeliharaan, rekomendasi waktu pembentukan flok 7 hari sebaiknya dibatasi pada kondisi penelitian ini dan tidak digeneralisasikan sebagai waktu optimum untuk seluruh kondisi budidaya bioflok ikan patin; pengujian pada durasi yang lebih bervariasi, skala yang lebih besar, dan lokasi berbeda diperlukan untuk memperkuat generalisasi temuan ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Destriman Laoli, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing atas arahan selama penelitian dan penyusunan naskah, serta kepada Program Studi Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias atas dukungan selama penelitian berlangsung.



DAFTAR PUSTAKA

- Abd ME, El-Hack MEM, Alagawany M, Saadony MT, Nader MM, Salem AM, Taha AE, Soliman SM, Khafaga AF. 2022. Effect of environmental factors on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Biometeorology*. 66:2183-2194. doi:10.1007/s00484-022-02347-6.
- Abhijith D, Valsala S, Tukaram, Rawal S. 2024. A comparative study on growth of fish *Pangasius hypophthalmus* in freshwater and treated wastewater. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 12(5):54-57. doi: 10.22271/fish.2024.v12.i5a.2967
- Afrianita R, Putri AM, Anggika R, et al. 2023. The effect of cone area variations on the continuous discharges flow (CDF) method sedimentation unit as a new method for raw water turbidity removal. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 21(3):659-666. doi:10.14710/jil.21.3.659-666.
- Akange T, Edward K, Azman N. 2024. Potential of biofloc technology in aquaculture. *Planetary Sustainability*. 2(1):53-69. doi 10.46754/ps.2024.01.005
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2002. Produksi ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) kelas pembesaran di kolam. SNI 01-6483.5-2002. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Battisti EK, Rabaioli A, Hermes LB, Sutili FJ, Lazari R. 2021. Efeitos de diferentes fontes de carboidratos no sistema de bioflocos sobre o desempenho zootecnico de tilapias. *Agrarian Academic*. 4:95-100. doi:10.32406/v4n2/2021/95-100/agrariacad.
- Changwei L, Ge Z, Dai L, Chen Y. 2025. Integrated application of biofloc technology in aquaculture: a review. *Fishes*. doi: 10.3390/w17142107
- Davies SJ, Bolton M, McCusker S, Valente LMP, de Souza C, Johnson M, Cooney R, Wan AHL. 2023. Biofloc technology as part of a sustainable aquaculture system: a review on the status and innovations for its expansion. *Aquaculture, Fish and Fisheries*. 4:331-352. doi:10.1002/aff2.108.
- Dheeran P, Anantharaja K, Campal EI, Kara T, Selvaraj M, Arisekar U, Assiri MA, Iswarya K. 2025. Harnessing biofloc technology: a sustainable paradigm for modern aquaculture - a review. *Annals of Animal Science*. 25(4):1387-1401. doi:10.2478/aoas-2025-0090.
- Dwisani R, Fitri WE, Putra A. 2023. Biofloc-based catfish cultivation and its effect on the dynamics of water quality. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 16(6):3123-3137. *AACL Bioflux*, 16(6), 3123–3137
- Ebcifa S, Betsy CJ, Kumar SSJ. 2022. Wastewater fish culture-way towards water reuse. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 4(2):112-116. doi 10.33545/26649926.2022.v4.i2b.87
- Iber BT, Torsabo D, Suryatie A, Kamaruzzan M, Nazli M. 2025. Exploring carbon sources in biofloc technology for enhanced aquaculture and environmental sustainability. *Journal of Environmental Management*. doi 10.1007/s44187-025-00495-3
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2025. Rilis data kelautan dan perikanan triwulan I-2025 [internet]. Jakarta (ID): Pusat Data, Statistik, dan Informasi KKP; [diakses 2 September 2026]. Tersedia pada: <https://ppid.kkp.go.id>.
- Khanjani MH, Sharifinia M, Emerenciano MGC, Coelho GN. 2024. Biofloc technology (BFT) in aquaculture: what goes right, what goes wrong? A scientific-based snapshot. *Aquaculture Nutrition*. 2024. doi <https://doi.org/10.1155/2024/7496572>
- Kumar V, Roy S, Behera BK, Swain HS. 2021. Biofloc microbiome with bioremediation and health benefits. *Frontiers in Microbiology*. 12. doi:10.3389/fmicb.2021.741164.
- Lal J, Vaishnav A, Kumar D. 2024. Emerging innovations in aquaculture: navigating towards sustainable solutions. *International Journal of Fisheries and Aquatic Research*. 14(7):83-96.



doi 10.9734/ijecc/2024/v14i74254

- Liana SS, Scabra AR, Sumsanto M. 2024. Performa produksi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada pemeliharaan sistem bioflok dengan jenis bakteri probiotik konvensional yang berbeda. *Jurnal Perikanan*. 14(1):341-355. doi:10.29303/jp.v14i1.798.
- Maia WP, Owatari MS, Fernandes NI, Del Otavio L, Martini. 2025. Effects of a commercial multi-strain bioremediator on the growth and microbial community of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) under biofloc conditions: a field study. *Aquaculture Science and Management*. 2-9. doi:10.1186/s44365-025-00008-4.
- Manan H, Kasan NA, Ikhwanuddin M, Kamaruzzan AS, Jalilah M, Fauzan F, Suloma A, Amin-Safwan A. 2024. Biofloc technology in improving shellfish aquaculture production - a review. *Annals of Animal Science*. 24(4):983-993. doi:10.2478/aoas-2023-0093.
- Marium A, Chatha AMM, Naz S, Khan MF, Safdar W, Ashraf I. 2023. Effect of temperature, pH, salinity and dissolved oxygen on fishes. *Zoology and Systematics*. (August):1-12. doi 10.56946/jzs.v1i2.198
- Minaz M, Egirdir Fisheries Faculty. 2024. Biofloc technology in aquaculture: advantages and disadvantages from social and applicability perspectives - a review. *Annals of Animal Science*. 24(2):307-319. doi:10.2478/aoas-2023-0043.
- Nasr M, Moustafa M. 2021. Performance assessment of coagulation/flocculation process for domestic wastewater treatment. *Proceedings of the 10th International Conference on the Role of Engineering Towards a Better Environment*. p. 1-9. doi 10.13140/RG.2.1.3630.9600
- Padeniya U, Davis DA, Wells DE, Bruce TJ. 2022. Microbial interactions, growth, and health of aquatic species in biofloc systems. *Reviews in Aquaculture*. 1-15. doi 10.3390/w14244019
- Rind KH, Habib S, Ujan A, Fazio F, Naz S, Batool AI, Ullah M, Khan K. 2023. The effects of different carbon sources on water quality, growth performance, hematology, immune, and antioxidant status in cultured Nile tilapia with biofloc technology. *Fishes*. doi 10.3390/fishes8100512
- Said MMA, Ela AHGA, Ahmed OM, Dighiesh, Sedeek H. 2024. Influence of stocking density on the growth, immune and physiological responses, and cultivation environment of white-leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in biofloc systems. *Scientific Reports*. 1-15. doi:10.1038/s41598-024-61328-4.
- Yadav K, Paul S, Patel AB, Mahanand S, Biswas P. 2025. The role of biofloc technology in sustainable aquaculture: nutritional insights and system efficiency. *Blue Biotechnology*. doi:10.1186/s44315-025-00025-x.
- Yilmaz M, Erdogan F, Erdogan M. 2024. Effect of dietary protein reduction on growth performance and water quality of the blue streak hap *Labidochromis caeruleus* (Fryer, 1956) reared in a biofloc system. *Aquaculture International*. 32(6):8209-8227. doi:10.1007/s10499-024-01563-8.