

Penggantian Pakan Kadar Protein Tinggi dengan Protein Rendah di Kolam Bioflok Lele Dumbo (*Clarias gariepenus*)

[The Replacement of High Protein Feed with Low Protein in Biofloc Ponds African Catfish (*Clarias gariepenus*)]

Azam Bachur Zaidy, Nayu Nurmalia

Program Studi Penyuluhan Perikanan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan
Jl. Cikaret No. 2 Bogor Selatan, Kota Bogor

Diterima: 3 Maret 2023

Abstrak

Kontribusi pakan terhadap biaya produksi sangat signifikan. Efisiensi biaya produksi dapat dilakukan dengan memanfaatkan bioflok sebagai pakan tambahan bagi ikan. Kandungan protein bioflok antara 25-30% dapat menggantikan sebagian protein yang berasal dari pakan komersial, tetapi informasinya masih sangat terbatas. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui pengaruh pergantian pakan protein tinggi dengan protein rendah terhadap performa produksi dan kualitas air di kolam bioflok. Percobaan dengan rancangan acak lengkap tiga perlakuan yaitu penggantian pakan protein 32% ke protein 20% selama 7 hari pada kolam bioflok (B7), penggantian pakan protein 32% ke protein 20% selama 14 hari pada kolam bioflok (B14), dan pakan protein 32% selama 45 hari percobaan pada kolam non bioflok (NB0). Hasil penelitian menunjukkan laju pertumbuhan spesifik, berat rata-rata, penambahan biomassa, kelangsungan hidup dan konversi pakan kolam B7 dan B14 tidak berbeda nyata dibandingkan kolam NB0. Konsentrasi total amonia nitrogen (TAN) kolam B7 dan B14 tidak berbeda nyata dibandingkan kolam NB0. Biaya pakan lebih rendah 9.30% pada kolam B7 dan sebesar 15.63% pada kolam B14 dibanding kolam NB0. Berdasarkan data penelitian, penggantian pakan protein tinggi dengan pakan protein rendah pada 14 hari sebelum panen dapat diterapkan di kolam bioflok.

Kata kunci: molase; pertumbuhan ikan; volume bioflok

Abstract

The contribution of feed to production costs is significant. Cost efficiency with biofloc consumption. Biofloc protein content range from 25-30% could replace protein sources from commercial feed. But this information is still rarely found. The purpose of this study was to determine the effect of replacement high protein feed with low protein on production performance and water quality in biofloc ponds. The experiment was a completely randomized design with three treatments, namely the replacement of 32% protein feed to 20% protein for 7 days in the biofloc pond (B7), the replacement of 32% protein feed to 20% protein for 14 days in the biofloc pond (B14), and 32 protein feed. % during the experiment in non-biofloc ponds (NB0). The results showed that the specific growth rate, average weight, biomass gain, survival, and feed conversion ratio (FCR) of ponds B7 and B14 were not significantly different from ponds NB0. The concentration of total ammonia nitrogen (TAN) in the B7 and B14 ponds was not significantly different from that in the NB0 pond. Feed costs were 9.30% lower in pond B7 and 15.63% in pond B14 compared to pond NB0. Based on research data, replacement of high protein feed with low protein feed at 14 days before harvest can be applied in biofloc ponds

Keywords: molasses; fish growth; volume of biofloc

Penulis Korespondensi

Azam Bachur Zaidy | azamcult@yahoo.com

PENDAHULUAN

Sumber daya air tawar semakin berkurang dan ketersediaan lahan untuk usaha budidaya ikan semakin terbatas dan mahal, untuk itu diperlukan efisiensi penggunaan input, khususnya biaya pakan. Biaya pakan merupakan komponen terbesar dari biaya produksi. Harga pakan sangat ditentukan oleh kandungan protein, makin tinggi kandungan protein harga semakin mahal. Ikan lele cenderung karnivora, membutuhkan pakan protein tinggi untuk pertumbuhan.

Teknologi bioflok menyediakan dua layanan penting yaitu mengolah limbah budidaya dan menyediakan nutrisi bagi ikan (Hargreaves 2013). Bioflok sebagai nutrisi terdiri dari agregat mikroorganisme (alga, zooplankton, bakteri, protozoa), dan bahan organik (Ahmad *et al.* 2017). Bioflok dengan kadar protein 30.4 % mampu meningkatkan pertumbuhan ikan dan udang (Zablon *et al.* 2022).

Teknologi bioflok mampu memperbaiki kualitas air (Bakhshi *et al.* 2018) khususnya konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat tetap rendah, walaupun volume bioflok (bahan organik terlarut) tinggi (Liu *et al.* 2019; Long *et al.* 2015; Panigrahi *et al.* 2022; Wang *et al.* 2015; Xu *et al.* 2013) nitrit dan nitrat lebih rendah pada kolam bioflok dibandingkan kolam non bioflok.

Penelitian sebelumnya dalam pemanfaatan bioflok sebagai nutrisi ikan lebih berfokus pada bioflok sebagai nutrisi tambahan yang tersedia di media budidaya (Luo *et al.* 2014). Pemanfaatan bioflok kering sebagai salah satu bahan penyusun ransum pakan (Anand *et al.* 2014; Lee *et al.* 2017). Sedangkan penelitian yang bioflok sebagai nutrisi (protein) yang menyubstitusi sebagian protein dari pakan komersial belum dilakukan.

Spesies ikan yang dipilih untuk dibudidayakan di kolam bioflok adalah dapat beradaptasi pada konsentrasi bahan organik yang tinggi dan kualitas air yang relatif buruk (Hargreaves 2013). Penelitian sebelumnya, teknologi sistem bioflok digunakan untuk spesies udang (Emerenciano *et al.* 2012), spesies nila (Khanjani, Sharifinia, dan Hajirezaee 2022) dan ikan mas (Bakhshi *et al.* 2018). *American catfish* yang memiliki pernafasan tambahan berupa *aborecent* mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang agak buruk, belum banyak dilakukan. Sementara di beberapa belahan dunia dengan sumber air tawar yang terbatas, *African catfish* merupakan spesies utama yang dibudidayakan. Berdasarkan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan dan banyak dibudidayakan di berbagai negara, maka *American catfish* dipilih

sebagai spesies yang digunakan dalam percobaan ini.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penggantian pakan protein tinggi dengan protein rendah terhadap performa produksi dan kualitas ikan lele yang dibudidayakan di kolam bioflok.

BAHAN DAN METODE

Desain Percobaan

Percobaan rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan, masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan yang dicobakan dalam penelitian sebagai berikut :

- B7 : Pemberian pakan protein 32% diganti protein 20% pada 7 hari sebelum panen di kolam bioflok
- B14 : Pemberian pakan protein 32% diganti protein 20% pada 14 hari sebelum panen di kolam bioflok
- NB0 : Pemberian pakan protein 32% sampai panen di kolam non bioflok

Percobaan dilakukan selama 45 hari di Program Studi Penyuluhan Perikanan Politeknik AUP Jakarta. Benih lele berat rata $63,33 \pm 4,72$ g ditebar sebanyak 200 ekor/kolam, secara acak di 9 kolam terpal dengan volume masing-masing 500 liter. Ikan diberi pakan komersial dengan *feeding rate* 5% dari total biomassa. Pemberian pakan selama penelitian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pola Pemberian Pakan

Lama Pemeliharaan (hari)	Kadar Protein Pakan (%)		
	B7	B14	NB0
1 – 30	32	32	32
31 – 37	32	20	32
38 – 45	20	20	32

Tabel 2. Nutrisi Pakan

Parameter	Kadar Protein Rendah (%)	Kadar protein tinggi (%)
Kadar Air	8,06	8,49
Protein	20,49	32,48
Lemak	3,21	4,77
Abu	10,38	10,57
Serat Kasar	4,23	4,03
BETN	61,69	48,15

Persiapan kolam bioflok dilakukan 4 hari sebelum penebaran benih, ditambahkan probiotik komersial 20 g/m³ (*Lactobacillus*, *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *B. pectinimixta*, *Nitobacter*, *Rhodobacter*) dan molase 75 ml dengan kandungan karbon organik sebanyak 23,16%. Selama pemeliharaan molase diberikan secara periodik sebanyak 10 - 15% dari total pakan yang diberikan selama percobaan. Kolam bioflok tidak diganti air, sedangkan kolam non bioflok diganti air setiap 7 hari, sebanyak 70 – 80 % dari total volume air. Setiap kolam percobaan diberi aerasi.

Metode Analisis

Kinerja Produksi

Analisis performa produksi meliputi laju pertumbuhan spesifik, kelangsungan hidup, tambahan biomassa dan konversi pakan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

Laju pertumbuhan spesifik (%): $(\ln(\text{berat akhir/berat awal})/\text{lama percobaan}) \times 100$

Kelangsungan Hidup (%) : $(\text{jumlah ikan dipanen/jumlah ikan ditebar}) \times 100$

Tambahan biomassa (kg) :

$\text{biomassa akhir} - \text{biomassa awal}$

Konversi pakan : $\frac{\text{Jumlah pakan yang diberikan}}{\text{tambahan biomassa ikan}}$

Total amonia nitrogen (TAN) dianalisis berdasarkan APHA (2017) di Laboratorium kualitas air dan proksimat

bioflok (AOAC 2005) di laboratorium nutrisi Balai Riset Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan Bogor. Oksigen terlarut, suhu, pH dan *total dissolved solid* (TDS) masing-masing diukur dengan oksigen meter, termometer, pH meter dan TDS meter.

Volume Bioflok

Volume bioflok diukur dengan tabung *imhoff*, dengan cara mengambil air sampel sebanyak 1 liter dan didiamkan selama 30 menit, kemudian mengamati bioflok yang mengendap di dasar tabung. Volume bioflok diukur setiap 7 hari.

Kandungan Nutrisi Bioflok

Analisis proksimat bioflok di analisis berdasarkan (AOAC 2005) di Laboratorium nutrisi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Analisis Statistik

Data dianalisis varian, rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dan masing-masing tiga ulangan. Membandingkan antar nilai tengah ditampilkan dengan perbedaan signifikan terkecil (Steel dan Torrie 1980), diteruskan dengan uji lanjut beda nilai terkecil (*Post hoc analysis*). Hasil uji signifikan jika *p-value* kurang dari 0.05 ($p < 0.05$). Analisis

statistik menggunakan perangkat *SPSS, version 22.0 for windows*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kualitas air yang meliputi suhu, pH, Oksigen terlarut TAN dan TDS disajikan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan suhu, pH dan TAN relatif sama antara ke tiga perlakuan, kecuali TDS tertinggi pada kolam B7 diikuti B14 dan terendah pada NB0.

Bioflok

Volume bioflok hari ke 7, 15, 21, 30, 37 dan 45 tercantum pada Tabel 4. Volume bioflok kolam B7, B14 meningkat

searah dengan lama pemeliharaan pada hari ke 7 pada B7 sebesar 64,67 mg/, B14 mg/L sebesar 25.00 mg/L dan pada hari ke 45 pada B7 sebesar 303,33 mg/L, B14 360 mg/L. Sedangkan volume bioflok NB0 relatif tetap selama pemeliharaan 45 hari.

Hasil analisis proksimat bioflok pada kolam yang diberi pakan protein tinggi 32% dan pakan protein rendah 20% tercantum pada Tabel 5.

Performa Produksi

Performa pertumbuhan, kelangsungan dan konversi pakan tertera pada Tabel 6. Laju pertumbuhan spesifik, berat rata-rata, pertumbuhan biomassa,

Tabel 3. Kualitas Air

Parameter	B7	B14	NB0
Suhu (°C)	25,67±0,06	25,57±0,06	25,43±0,05
pH	7,59±0,16	7,57±0,13	7,52±0,10
Oksigen terlarut (mg/L)	2,37±0,12	2,47±0,06	2,63±0,21
TDS (mg/L)	801,33±55,30	687,66±36,53	628, 00±62,45
TAN (mg/L)	25,00±3,07	52,75±11,38	22,68±8,50

Tabel 4. Volume Bioflok

Waktu Pengukuran (Hari)	B7	B14	NB
7	64,67±21,57	25,00±1,323	46,67±25,17
14	177,33±103,87	113,33±85,87	45,67±19,54
21	268,67±185,83	210,00±168,21	65,00±30,41
30	200,00±91,65	180,00±62,45	26,67±11,54
37	2010,00±168,22	286,66±185.	65,00±7,3
45	303,33±270,33	360,00±208,08	41,67±7,64

Tabel 5. Nutrisi Bioflok

Parameter	Protein Pakan 32%	Protein Pakan 20%
Protein (%)	25,49	21,84
Lemak (%)	4,58	5,32
Abu (%)	7,04	11,10
Serat Kasar (%)	19,00	20,40
BETN (%)	43,89	41,34

Tabel 6. Performa produksi

Parameter	B7	B14	NB
Laju Pertumbuhan Spesifik (%)	1,76±0,06	1,90±0,00	1,77±0,06 ^b
Berat rata-rata (g)	141,72±7,64	147,38±0,30	140,70±4,39
Pertumbuhan Biomassa (Kg)	14,12±1,34	14,29±1,48	13,91±1,45
Kelangsungan Hidup (%)	93,83±1,26	90,83±5,39	94,17±1,89
Jumlah pakan (Kg)	17,5	17,5	17,5
Pakan Protein 32% (Kg)	13	10	17,5
Pakan Protein 20% (Kg)	4,5	7,5	0
Konversi pakan	1,24±0,21	1,23±0,13	1,27±0,09

kelangsungan hidup dan FCR tiga perlakuan tidak berbeda nyata ($P>0.05$). Jumlah pakan yang dihabiskan masing-masing perlakuan sebanyak 17 kg. Proporsi pakan protein 20% yang diberikan kolam B7 sebanyak 4,5 kg (25,71%), kolam B14 sebanyak 7,5 kg (42,85%) dan NB0 sebanyak 0 kg (0%) dari total pakan yang diberikan sebanyak 17,5 kg.

Pembahasan

Kualitas Air dan Bioflok

Nilai pH, oksigen terlarut dan konsentrasi TAN tidak berbeda nyata untuk tiga perlakuan. Dinamika nitrogen

di kolam bioflok diantaranya dipengaruhi oleh asimilasi bakteri (Hargreaves 2013). Konsentrasi TAN pada B7 dan B14 tidak diganti selama percobaan tidak berbeda dengan di kolam NB0 yang diganti air sebanyak 70% setiap 7 hari, menunjukkan pada sistem bioflok berjalan baik, yaitu mikroba memanfaatkan nitrogen untuk membentuk bioflok. Konsentrasi TAN relatif rendah pada kolam NB0 karena TAN terbawa keluar bersama air buangan setiap 7 hari. Pada kolam B7 dan B14 yang tidak diganti air selama percobaan seharusnya terjadi akumulasi TAN, tetapi hal tersebut tidak terjadi karena TAN diasimilasi

bakteri heterotropik untuk membentuk bioflok. Penambahan karbon organik (molase) di kolam bioflok menstimulasi perkembangan bakteri heteropik meningkatkan laju *uptake* nitrogen, sehingga konsentrasi TAN di media cukup rendah. Beberapa peneliti menemukan konsentrasi TAN lebih rendah di kolam bioflok dibanding kontrol (Long et al. 2015; Wang et al. 2015).

Volume bioflok yang tinggi di kolam B7 dan B14 menandakan sistem bioflok di kedua kolam tersebut bekerja dengan baik. Penambahan molase sebagai sumber karbon dimanfaatkan bakteri dalam proses pembentukan bioflok. Penambahan karbon ke dalam media pemeliharaan berkorelasi positif terhadap pembentukan bioflok (Dauda et al. 2018; Minabi et al. 2020; Xu et al. 2013).

Performa Produksi

Level protein pakan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik dan penambahan biomassa (Zaidy, Eliyani, dan Kasmawijaya 2022). Data penelitian menunjukkan laju pertumbuhan spesifik, berat rata-rata ,penambahan biomassa dan konversi pakan pada ketiga perlakuan tidak berbeda. Volume bioflok pada kolam B7 dan B14 lebih tinggi dibandingkan kolam NB0. Bioflok sebagai nutrisi bagi ikan mengandung bioflok didominasi oleh mikroba alga, zoo-plankton, bakteri autotropik, protozoa

dan bahan organik terlarut (Hargreaves 2013; Xu, Morris, dan Samocha 2016). Bioflok memiliki nutrisi yang baik sesuai hasil analisis proksimat, bioflok mengandung protein 21,84-25,49% dan lemak 4,58-4,32% (Tabel 5). Selama penelitian 45 hari kolam NB0 diberi pakan dengan protein 32%, kolam B7 pada hari ke 37 pakan protein 32% diganti pakan protein 20% dan kolam B14, pada hari ke 31 pakan protein tinggi 32% diganti dengan pakan protein 20%, tetapi performa produksi tiga perlakuan tersebut tidak berbeda. Kebutuhan protein B7 dan B14 pada 7-14 hari akhir pemeliharaan disubstitusi protein yang berasal dari konsumsi bioflok. Pertumbuhan ikan dengan konsumsi protein pakan dikurangi 20% tidak berbeda nyata dibanding dengan kontrol (Dauda et al. 2018; Pérez-Fuentes et al. 2018).

Harga pakan protein 20% lebih murah 37% dibandingkan harga pakan dengan protein 32%. Secara ekonomi dapat dinyatakan bahwa efisien biaya pakan pada kolam B7 sebesar 9,30% dan kolam B14 sebesar 15,63%. Hasil beberapa penelitian bahwa biaya pakan lebih efisien 10-20% pada kolam bioflok dibanding kolam kontrol (Dauda et al. 2018; Pérez-Fuentes et al. 2018).

SIMPULAN DAN SARAN

Performa produksi kolam B7 dan B14 tidak berbeda dengan kolam NB0.

Konsentrasi TAN pada kolam B7 dan B14 tidak berbeda dengan kolam NB0. Biaya pakan lebih rendah 9.30% pada kolam B7 dan sebesar 15.63% pada kolam B14 dibanding kolam NB0. Berdasarkan data penelitian, penggantian pakan protein tinggi dengan pakan protein rendah pada 14 hari sebelum panen dapat diterapkan di kolam bioflok.

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik AUP Jakarta yang telah memfasilitasi dana dan sarana penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada saudara Ginanjar dan saudara Supriyo yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, Irshad, A. M. Babitha Rani, A. K. Verma, dan Mudasir Maqsood. 2017. "Biofloc technology: an emerging avenue in aquatic animal healthcare and nutrition." *Aquaculture International* 25(3): 1215–26. doi: 10.1007/s10499-016-0108-8.

Anand, P. S. Shyne, M. P. S. Kohli, Sujeet Kumar, J. K. Sundaray, S. Dam Roy, G. Venkateshwarlu, Archana Sinha, dan G. H. Pailan. 2014. "Effect of dietary supplementation of biofloc on growth performance and digestive enzyme activities in *Penaeus monodon*." *Aquaculture* 418–419:108–15. doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.09.051.

AOAC. 2005. "Official Methods of Analysis 18th Edition."

APHA. 2017. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23 ed. Denver: American Public Health Association.

Bakhshi, Farideh, Ebrahim H. Najdegerami, Ramin Manaffar, Amir Tukmechi, dan Kaveh Rahmani Farah. 2018. "Use of different carbon sources for the biofloc system during the grow-out culture of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings." *Aquaculture* 484:259–67. doi: 10.1016/j.aquaculture.2017.11.036.

- Dauda, Akeem Babatunde, Nicholas Romano, Mahdi Ebrahimi, Jun Chin Teh, Abdullateef Ajadi, Chou Min Chong, Murni Karim, Ikhsan Natrah, dan Mohd Salleh Kamarudin. 2018. "Influence of carbon/nitrogen ratios on biofloc production and biochemical composition and subsequent effects on the growth, physiological status and disease resistance of African catfish (*Clarias gariepinus*) cultured in glycerol-based biofloc systems." *Aquaculture* 483:120–30. doi: 10.1016/j.aquaculture.2017.10.016.
- Emerenciano, Maurício, Eduardo L. C. Ballester, Ronaldo O. Cavalli, dan Wilson Wasielesky. 2012. "Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817)." *Aquaculture Research* 43(3):447–57. doi: 10.1111/j.1365-2109.2011.02848.x.
- Hargreaves, John A. 2013. "Biofloc Production Systems for Aquaculture." Hal. 1–12 in *SRAC Publication*.
- Khanjani, Mohammad Hossein, Moslem Sharifinia, dan Saeed Hajirezaee. 2022. "Recent progress towards the application of biofloc technology for tilapia farming." *Aquaculture* 552:738021. doi: 10.1016/j.aquaculture.2022.738021.
- Lee, Chorong, Soohwan Kim, Se-Jin Lim, dan Kyeong-Jun Lee. 2017. "Supplemental effects of biofloc powder on growth performance, innate immunity, and disease resistance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*." *Fisheries and Aquatic Sciences* 20(1):1–7.
- Liu, Haokun, Handong Li, Hui Wei, Xiaoming Zhu, Dong Han, Junyan Jin, Yunxia Yang, dan Shouqi Xie. 2019. "Biofloc formation improves water quality and fish yield in a freshwater pond aquaculture system." *Aquaculture* 506:256–69.
- Long, Lina, Jing Yang, Yuan Li, Chongwu Guan, dan Fan Wu. 2015. "Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*)." *Aquaculture* 448:135–41. doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.05.017.

- Luo, Guozhi, Qi Gao, Chaohui Wang, Wenchang Liu, Dachuan Sun, Li Li, dan Hongxin Tan. 2014. "Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system." *Aquaculture* 422–423:1–7. doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.11.023.
- Minabi, Khalil, Iman Sourinejad, Morteza Alizadeh, Ebrahim Rajabzadeh Ghatrami, dan Mohammad Hossein Khanjani. 2020. "Effects of different carbon to nitrogen ratios in the biofloc system on water quality, growth, and body composition of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings." *Aquaculture International* 28(5):1883–98. doi: 10.1007/s10499-020-00564-7.
- Panigrahi, A., P. Esakkiraj, C. Saranya, R. R. Das, M. Sundaram, N. S. Sudheer, I. F. Biju, dan M. Jayanthi. 2022. "A Biofloc-Based Aquaculture System Bio-augmented with Probiotic Bacteria *Bacillus tequilensis* AP BFT3 Improves Culture Environment, Production Performances, and Proteomic Changes in *Penaeus vannamei*." *Probiotics and Antimicrobial Proteins* 1–11.
- Pérez-Fuentes, Jorge Alberto, Carlos Iván Pérez-Rostro, Martha Patricia Hernández-Vergara, dan María del Carmen Monroy-Dosta. 2018. "Variation of the bacterial composition of biofloc and the intestine of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, cultivated using biofloc technology, supplied different feed rations." *Aquaculture Research* 49(11):3658–68.
- Steel, Robert G. D., dan James H. Torrie. 1980. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. Vol. 2. McGraw-Hill New York.
- Wang, Guangjun, Ermeng Yu, Jun Xie, Deguang Yu, Zhifei Li, Wen Luo, Lijiang Qiu, dan Zonglin Zheng. 2015. "Effect of C/N ratio on water quality in zero-water exchange tanks and the biofloc supplementation in feed on the growth performance of crucian carp, *Carassius auratus*." *Aquaculture* 443:98–104. doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.03.015.
- Xu, Wu Jie, Timothy C. Morris, dan Tzachi M. Samocha. 2016. "Effects of C/N ratio on biofloc development, water quality, and performance of *Litopenaeus vannamei* juveniles in a biofloc-based, high-density, zero-exchange, outdoor tank system." *Aquaculture* 453:169–75. doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.11.021.

- Xu, Wu Jie, Lu Qing Pan, Xiao Hua Sun, dan Jie Huang. 2013. "Effects of bioflocs on water quality, and survival, growth and digestive enzyme activities of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in zero-water exchange culture tanks." *Aquaculture Research* 44(7):1093–1102.
- Zablon, Wilfred O., Erick O. Ogello, Albert Getabu, dan Reuben Omondi. 2022. "Biofloc system improves protein utilization efficiency and growth performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fry: Experimental evidence." *Aquaculture, Fish and Fisheries* 2(2):94–103. doi: 10.1002/aff2.32.
- Zaidy, Azam Bachur, Yuke Eliyani, dan Adang Kasmawijaya. 2022. "Pengaruh Pemberian Bioflok Sebagai Pakan Tambahan Terhadap Performa Produksi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)." *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 11(2):211. doi: 10.33512/jpk.v11i2.12322.