

## **Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila *Oreochromis niloticus* Pada Sistem Bioflok Dengan Penambahan *Spirulina* sp. dan *Chlorella* sp.**

**Sumitro<sup>1\*</sup>, Supasman Emu<sup>1</sup>, Tamar Mustari<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Dayanu Ikhsanuddin*

*Jl. Sultan Dayanu Ikhsanuddin No 124, Kec. Betoambari, Bau-Bau, Sulawesi Tenggara*

*\*E-mail: [sumitro@unidayan.ac.id](mailto:sumitro@unidayan.ac.id)*

### **ABSTRAK**

Penambahan mikroalga ke dalam sistem bioflok dapat memperbaiki nilai nutrisi bioflok dan kualitas bioflok dalam mengontrol limbah nitrogen media pemeliharaan ikan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi kinerja pertumbuhan ikan nila *Oreochromis niloticus* yang dipelihara dalam sistem bioflok dengan penambahan mikroalga *Spirulina* sp. dan *Chlorella* sp. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah : 1) pemeliharaan ikan nila pada sistem bioflok tanpa penambahan mikroalga (BFT), 2) pemeliharaan ikan nila pada sistem bioflok dengan penambahan *Chlorella* sp. (BFT C), 3) pemeliharaan ikan nila pada sistem bioflok dengan penambahan *Spirulina* sp. (BFT S). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa sistem BFT C dan BFT S menunjukkan nilai laju pertumbuhan harian, biomassa akhir yang lebih tinggi daripada perlakuan BFT ( $P < 0,05$ ). BFT C dan BFT S memiliki nilai rasio konversi yang lebih baik dan berbeda nyata dengan perlakuan BFT ( $P < 0,05$ ). Nilai pengukuran parameter air pada semua media pemeliharaan masih dalam level yang baik untuk pertumbuhan ikan nila.

*Kata kunci: ikan nila, pertumbuhan, bioflok, mikroalga*

### **ABSTRACT**

The addition of microalgae into the biofloc system can increase the nutritional value of biofloc and the quality of biofloc to controlling nitrogenous waste in fish rearing media. This study aims to evaluate the addition of *Chlorella* sp. and *Spirulina* sp. on the biofloc system to improve the growth performance of *Oreochromis niloticus*. The research design used a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 3 replications. The research treatments were: 1) maintenance of tilapia in the biofloc system without the addition of microalgae (BFT), 2) maintenance of tilapia in the biofloc system with the addition of *Chlorella* sp. (BFT C), 3) maintenance of tilapia in the biofloc system with the addition of *Spirulina* sp. (BFT S). The results showed that the BFT C and BFT S treatments showed a higher specific growth rate, and final biomass than the BFT ( $P < 0.05$ ). BFT C and BFT S had better conversion ratio values than the BFT treatment ( $P < 0.05$ ). The water quality measurement values in all rearing media are still at a good level for the growth of *Oreochromis niloticus*.

*Keywords: nile tilapia, growth, biofloc, microalgae*

### **PENDAHULUAN**

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan produk ikan yang populer untuk memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat karena rasanya disukai banyak orang, dan harga yang relatif terjangkau (Diansari *et al.* 2013). Adanya permintaan ikan nila yang tinggi mendorong kegiatan pengembangan usaha budidaya ikan nila skala intensif. Praktek pemeliharaan ikan sistem intensif yaitu budidaya ikan dengan kepadatan tinggi, dan ikan diberi pakan berprotein tinggi (Ekasari 2009). Namun demikian, proses metabolisme protein memiliki hasil samping berupa limbah nitrogen yaitu amonia. Sementara itu, makanan yang tidak dimakan juga dikonversi oleh mikroba dan menghasilkan amonia. Dapat disimpulkan bahwa semakin intensif kegiatan budidaya ikan nila akan menyebabkan konsentrasi amonia

pada lingkungan budidaya terakumulasi dalam kadar yang tinggi. Amonia sangat toksik bagi ikan (Ren *et al.* 2016).

Aplikasi teknologi bioflok merupakan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan kualitas air. De Schryver *et al.* 2008 menyatakan bahwa prinsip teknologi bioflok adalah pengontrolan limbah nitrogen oleh bakteri heterotrof dengan menambahkan sumber karbon dengan C/N rasio yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri heterotrof, yang selanjutnya membentuk flok. Selain bakteri heterotrof, penyusun flok antara lain yaitu zooplankton, partikel-partikel tersuspensi dalam air, dan mikroalga (Ekasari *et al.* 2014).

Salah satu strategi untuk meningkatkan kualitas bioflok dalam mengontrol limbah nitrogen media pemeliharaan ikan serta meningkatkan nutrisi bioflok adalah dengan menambahkan mikroalga ke dalam sistem bioflok (Angela *et al.* 2021). Selain itu, mikroalga juga dapat memanfaatkan CO<sub>2</sub> hasil proses respirasi bakteri heterotrof sehingga berperan dalam menjaga kestabilan pH air, dan melalui proses fotosintesis menghasilkan oksigen sehingga dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut media pemeliharaan. Angela *et al.* 2021 melaporkan bahwa penambahan mikroalga ke dalam sistem bioflok dapat meningkatkan ukuran flok. Ukuran flok yang lebih besar akan meningkatkan peluang flok dapat termakan oleh ikan budidaya sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan.

*Chorella* sp. termasuk dalam kelompok ganggang hijau yang memiliki protein sebesar 52.52% - 54.93% (Andreas *et al.* 2014). Lewaru 2007, menyatakan bahwa protein memiliki manfaat yang sangat penting bagi ikan antara lain untuk kebutuhan energi, pertumbuhan dan penggantian sel-sel tubuh yang rusak. *Chorella* sp. merupakan pakan alami yang baik untuk larva ikan atau udang. Menurut (Lewaru 2007) ikan pada tahap larva memerlukan protein lebih banyak dibandingkan dengan ikan yang dewasa karena pada tahap larva tersebut ikan tumbuh dengan sangat cepat.

*Spirulina* sp. termasuk mikroalga yang berbentuk spiral dan berasosiasi dalam satu koloni sel dalam bentuk filamen terpilin yang spiral, tidak bercabang, autotrofik, dan mempunyai warna biru kehijauan. Kandungan protein *Spirulina* sp. berkisar 60-71%, karbohidrat 16%, lemak 8%, klorofil 1,6%, 17% betacarotin, 18% pikosianin, dan asam linoleat dan vitamin 20-30% (Cifferi 1983). Mengingat tingginya nilai kandungan nutrisi mikroalga, serta perannya untuk perbaikan kualitas air dalam sistem bioflok, maka diperlukan suatu kajian ilmiah mengenai kinerja pertumbuhan ikan nila yang dipelihara dalam sistem bioflok dengan penambahan mikroalga *Spirulina* sp. dan *Chorella* sp.

## METODE

Pelaksanaan penelitian berlangsung selama dua bulan, mulai Maret sampai Mei 2022 yang berlokasi di laboratorium produksi benih ikan Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau.

Peralatan penelitian yang digunakan yaitu 12 buah drum plastik berdiameter 180 cm dan tinggi 60 cm, filter untuk menyaring kotoran, tabung microporous, lampu, kipas angin, ember, ember plastik, termometer sebagai pengukur suhu, oksigen terlarut menggunakan DO meter, pH meter untuk mengukur nilai pH. Bahan-bahan antara lain ikan nila, *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp.

Hewan uji yang digunakan yaitu ikan nila dengan kisaran berat tubuh rata-rata 5-7 g, pakan pelet komersial dengan kandungan protein 30%, sumber karbon yaitu tapioka, dan probiotik INVE Belgium (Sanolife Pro-W) yang mengandung strain bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus licheniformis*.

Wadah berupa drum plastik dibersihkan dan kemudian diisi air sebanyak 50 liter yang kemudian disterilkan dengan klorin dosis 15 ppm, selanjutnya media diaerasi selama 2-3 hari

sampai bau klorin hilang.

Kultur flok dimulai dengan menambahkan probiotik dengan konsentrasi  $5 \times 10^{10}$  CFU/g ditambahkan ke dalam bak pemeliharaan sebanyak  $10 \text{ mg L}^{-1}$ . Sumber nitrogen untuk kultur flok adalah  $\text{NH}_4\text{Cl}$   $0,5 \text{ gL}^{-1}$  dan tepung tapioka digunakan sebagai sumber karbon dengan perhitungan rasio C/N target 10. Media pemeliharaan diaerasi  $\pm 7$  hari sampai terbentuk flok dan TAN =  $0 \text{ mgL}^{-1}$  (Sumitro *et al.* 2021). *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. dikultur pada masing-masing toples bervolume 5 L. Kegiatan kultur *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. skala laboratorium menggunakan pupuk Walne dengan dosis 1 ml/L.

Pemeliharaan ikan berlangsung selama 8 minggu dan ikan diberi pakan komersil dengan kandungan protein sebesar 30%. Frekuensi pemberian pakan yaitu 3 kali sehari yaitu pada pagi hari jam 07.00 WITA, sore jam 15.00 WITA dan malam jam 23.00 WITA. Pemberian makanan dilakukan secara *at satiation* (sekenyangnya). Sumber karbohidrat yang digunakan adalah tapioka. Pemberian karbon pada media pemeliharaan dilakukan setiap 2 hari sekali dengan menggunakan metode Avnimelech (1999). *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. ditambahkan saat awal penelitian dan setiap lima hari sekali, dengan kepadatan inokulan untuk *Chlorella* sp.  $2 \times 10^7$  sel/ml, sedangkan inokulan *Spirulina* sp. ditambahkan dengan kepadatan 100 unit/ml. Untuk mendukung pertumbuhan mikroalga, setiap wadah perlakuan diberi lampu berdaya 50 watt yang dipasang di atas media pemeliharaan, kecuali perlakuan tanpa pemberian mikroalga.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. perlakuan penelitian adalah sebagai berikut:

BFT : Ikan nila dipelihara pada sistem bioflok tanpa penambahan mikroalga

BFT C : Ikan nila dipelihara pada sistem bioflok dengan penambahan *Chlorella* sp.

BFT S : Ikan nila dipelihara pada sistem bioflok dengan penambahan *Spirulina* sp.

Laju pertumbuhan spesifik (LPS) dihitung mengacu pada rumus Huisman (1987):

$$\alpha = \left[ \sqrt[t]{W_t/W_0} - 1 \right] \times 100$$

Dimana,  $\alpha$ : Laju pertumbuhan harian (% hari<sup>-1</sup>),  $W_t$ : Bobot rata-rata ikan akhir pemeliharaan (g),  $W_0$ : Bobot rata-rata ikan awal pemeliharaan (g), t: Lama pemeliharaan (hari)

Perhitungan rasio konversi pakan (RKP) menggunakan rumus dari Goddard (1996) :

$$\text{RKP} = \frac{F}{W_t + W_d - W_0}$$

Dimana, RKP: Rasio konversi pakan, F: Jumlah pakan yang diberikan (kg),  $W_t$ : Biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (kg),  $W_d$ : Biomassa ikan mati selama pemeliharaan (kg),  $W_0$ : Biomassa ikan pada awal pemeliharaan (kg)

Tingkat kelangsungan hidup (TKH) ikan nila dihitung pada akhir pemeliharaan, berdasarkan rumus (Goddard 1996) yaitu:

$$\text{TKH} = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Dimana, TKH: Tingkat kelangsungan hidup (%),  $N_t$ : Jumlah ikan yang hidup setelah pemeliharaan (ekor),  $N_0$ : Jumlah ikan yang ditebar (ekor)

Parameter kualitas air yang diamati selama penelitian yaitu oksigen terlarut, pH dan suhu yang diukur setiap tiga hari, sedangkan amonia diukur tiga kali selama pemeliharaan yaitu pada minggu awal pemeliharaan, minggu ke delapan, dan akhir pemeliharaan. peralatan yang digunakan untuk mengukur kualitas air yaitu : pH meter (pHep Hanna), termometer, DO meter (Lutron DO-5519). Pengamatan amonia diukur berdasarkan metode APHA (1998).

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan program SPSS 21. Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata, dilanjutkan uji Duncan taraf 95%. Data hasil pengamatan parameter air seperti oksigen terlarut, pH, suhu, dan amonia dianalisis secara deskriptif.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa kelangsungan hidup ikan nila berbeda antar perlakuan ( $P < 0.05$ ). Nilai TKH BFT S memiliki kelangsungan hidup yang tinggi sebesar 93,33% daripada dan BFT C sebesar 86,67% dan BFT sebesar 84,66%. Namun demikian, nilai TKH semua perlakuan selama pemeliharaan masih tergolong baik. Standar BSNI (2009) untuk tingkat kelangsungan hidup ikan nila yaitu  $\geq 75\%$ . Sesuai standar BSNI tersebut, nilai kelangsungan hidup ikan pada semua perlakuan masih diatas standar yang ditetapkan BSNI.

Ikan nila yang dipelihara pada BFT S dan BFT C memiliki nilai biomassa akhir ikan yang lebih tinggi, sedangkan biomassa terendah yaitu perlakuan BFT. Hal ini memperlihatkan bahwa budidaya ikan nila menggunakan teknologi bioflok dengan penambahan mikroalga lebih menguntungkan karena dapat menghasilkan peningkatan biomassa akhir ikan dalam jumlah yang lebih besar.

Nilai laju pertumbuhan harian akhir ikan nila menunjukkan bahwa perlakuan BFT S dan BFT C lebih baik dibandingkan perlakuan BFT. Nilai tersebut membuktikan bahwa adanya penambahan mikroalga ke dalam sistem bioflok dapat menambah kualitas dan ukuran flock (Angela *et al.* 2021), sehingga meningkatkan peluang flock dapat termakan oleh ikan yang akhirnya memberikan kontribusi untuk pertumbuhan biomasa dan pertumbuhan harian ikan nila yang lebih tinggi.

FCR merupakan suatu tolok ukur yang menjelaskan rasio kuantitas pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kg ikan budidaya (Effendi 2004). Hasil rasio konversi pakan (RKP) memperlihatkan bahwa ikan nila yang dikultur pada BFT S dan BFT C memiliki nilai RKP yang sama, dan berpengaruh nyata terhadap perlakuan BFT ( $P < 0,05$ ). Hasil ini membuktikan bawa selain meningkatkan pertumbuhan, penambahan mikroalga dalam sistem bioflok dapat memperbaiki nilai konversi pakan menjadi daging. Diduga bahwa sistem BFT S dan BFT C menyediakan flock yang berukuran lebih besar dalam media pemeliharaan yang selanjutnya ikan dapat memanfaatkan flock lebih optimal.

Tabel 1. Kinerja pertumbuhan ikan nila pada sistem bioflok dengan pemberian mikroalga (*Spirulina* sp. dan *Chlorella* sp.) selama penelitian

Variabel Pengamatan	Perlakuan		
	BFT	BFT C	BFT S
TKH (%)	84,66±2,52 <sup>b</sup>	86,67±7,64 <sup>b</sup>	93.33±2,89 <sup>a</sup>
LPH (%//hari)	1,32±0,09 <sup>b</sup>	1,51±0,04 <sup>a</sup>	1,64±0,2 <sup>a</sup>
Biomassa (g)	267,67±8,08 <sup>b</sup>	285±7,81 <sup>a</sup>	291.67±6,81 <sup>a</sup>
RKP	3,6±0,31 <sup>b</sup>	2,9±0,08 <sup>a</sup>	2,82±0,34 <sup>a</sup>

Ket: Nilai rata-rata (± standar deviasi) pada baris yang sama diikuti huruf cetak atas yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf uji 5%.

Hasil pengamatan suhu selama penelitian pada semua perlakuan berkisar 27-28°C. Suhu media budidaya semua perlakuan masih dalam kisaran yang layak untuk mendukung pertumbuhan ikan nila. Nilai sesuai dengan (BSNI 2009) menyatakan bahwa suhu yang baik dan optimal pada media budidaya ikan yaitu pada kisaran suhu sebesar 25-32°C.

Hasil pengukuran parameter pH menunjukkan bahwa perlakuan BFT memiliki nilai pH terendah sampai pada titik pH sebesar 6. Hal ini diduga karena pengaruh dari proses respirasi bakteri heterotrof sehingga meningkatkan konsentrasi karbondioksida pada media budidaya (AftabUddin *et al.* 2020). Sedangkan kisaran pH yang lebih stabil pada perlakuan BFT C dan BFT S diduga karena CO<sub>2</sub> dimanfaatkan oleh mikroalga untuk kebutuhan proses fotosintesis. Namun demikian, nilai pH yang diperoleh pada semua perlakuan masih dalam kisaran yang baik dan mendukung pertumbuhan ikan nila.

Media pemeliharaan BFT S dan BFT C memiliki kandungan oksigen air terlarut yang lebih tinggi yang mencapai angka 7 ppm daripada perlakuan BFT sebesar 6,5 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan mikroalga dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut pada sistem bioflok. Mikroalga dapat menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis (Kwon *et al.* 2019.)

Hasil pengukuran amonia menunjukkan bahwa perlakuan BFT C dan BFT S mampu menurunkan konsentrasi amonia lebih rendah daripada perlakuan BFT. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa proses mineralisasi amonia oleh bakteri heterotrof berlangsung secara baik. Disamping itu, mikroalga juga berkontribusi dalam menurunkan konsentrasi amonia. Mikroalga dapat mengasimilasi amonia untuk pertumbuhannya, dan juga untuk kebutuhan fotosintesis yang menghasilkan produksi primer (Hendrawan *et al.* 2021).

Tabel 2. Nilai kualitas air media budidaya nila dalam sistem bioflok dengan penambahan mikroalga (*Chlorella* sp., *Spirulina* sp.)

Parameter	Perlakuan		
	BFT	BFT C	BFT S
Suhu (°C)	27,00-28,00	27,00-28,00	27,00-28,00
pH	6,00-6,50	6,5-7	6,3-7
Oksigen terlarut (ppm)	5,33-6,70	5,4-7,3	5,4-7,0
Amonia	0,020-0,031	0,020-0,027	0,020-0,024

## KESIMPULAN

Aplikasi penambahan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. pada budidaya ikan nila sistem bioflok dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan nila yang lebih baik daripada sistem bioflok tanpa pemberian mikroalga.

## DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1998. Standard methods for the examination of the water and wastewater. American public health association. Washington DC.
- AftabUddin, S., Siddique, M.A.M., Sein, A., Dey, P.K., Md. Nabi, Md.R-Un., Haque, Md.A., 2020. First use of biofloc technology for *Penaeus monodon* culture in Bangladesh: Effects of stocking density on growth performance of shrimp, water quality and bacterial growth. *Aquaculture Reports*, 18 pp.100518. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100518>
- Andreas, S.Q., Suminto, Chilmawati, D. 2014. Studi Pola Pertumbuhan dan Kualitas Sel *Chlorella* sp. yang Dihasilkan Melalui Teknologi Pencucian Bibit Sel. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3 : 273-280.



- Angela, D., Arbi, S., Natrah, F. M. I., Widanarni, W., Pande, G. S. J., & Ekasari, J. (2021). Evaluation of *Chlorella* sp. and *Ankistrodesmus* sp. addition on biofloc system performance in giant prawn culture. *Aquaculture Research*, 00: 1–11. <https://doi.org/10.1111/are.15466>
- Avnimelech, Y., 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176:(3-4), pp.227-235. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00085-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00085-X)
- BSNI. 2009. SNI No.7550:2009.Produksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Bleeker) Kelas Pembesaran di Kolam Air Tenang. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Ciferri, O. (1983). Spirulina, The Edible Microorganism. *Microbiological Reviews*.(47) No. 4 p. 551-578. American Society for Microbiology
- De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., (2008) The basic of bioflocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277, pp.125-127. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>
- Effendi I. 2004. Pengantar Akuakultur. Jakarta: Penebar Swadaya
- Ekasari, J., 2009. Teknologi bioflok: Teori dan aplikasi dalam perikanan budidaya sistem intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8(2) : pp.117-126. <https://doi.org/10.19027/jai.8.117-126>
- Ekasari, J., Angela, D., Waluyo, S. H., Bachtiar, T., Surawidjaja, E. H., Bossier, P., & De Schryver, P. (2014). The size of biofloc determines the nutritional composition and the nitrogen recovery by aquaculture animals. *Aquaculture*, 426–427, 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.01.023>
- Goddard, S., 1996. *Feed management in intensive aquaculture*. Chapman and Hall. New York. 10.1007/978-1-4613-1173-7.
- Hendrawana, A. K. F, Afiatia N, Rahman A. 2021. Laju nitrifikasi pada bioremediasi air limbah organik menggunakan *Chlorella* sp. dan bakteri nitrifikasi-denitrifikasi. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 11(2): 309-323. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.11.2.309-323>
- Huisman, E.A., 1987. Principles of fish production. Department of Fish Culture and Fisheries, Wageningen Agriculture University, p.1-170.
- Kwon, G., Kim, H., Song, C., Jahng, D. 2019. Co-culture of microalgae and enriched nitrifying bacteria for energyefficient nitrification. *Biochemical Engineering Journal* 152: 1 -54.
- Lewaru, M. W. 2007. Pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh pada media kultur PHM terhadap kandungan protein *Chorella* sp. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 6(1):37-42
- R. R. Diansari, E. Arini, and T. Elfitasari, 2014. Pengaruh Kepadatan Yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan Dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Resirkulasi Dengan Filter Zeolit, *Journal of Aquaculture Management and Technology*, vol. 0, pp. 37-45.
- Ren, Q., Li, M., Yuan, L., Song, M., Xing, X., Shi, G., Meng, F. dan Wang, R., 2016. Acute ammonia toxicity in crucian carp *Carassius auratus* and effects of taurine on hyperammonemia. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 190, pp.9-14. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2016.08.001>
- Sumitro, Budiardi T, Fauzi H, Ekasari J. (2021). Production performance and nitrogen and phosphorus mass balance in biofloc-based African catfish intensive culture at different densities. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 20 (1): 82–92