

## **Pengaruh Waktu Penambahan Karbon Terhadap Kualitas Air, Volume Bioflok, Pertumbuhan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) pada Sistem Bioflok**

[The effect of carbon application time on water quality, bioflok volume, growth performance African catfish (*Clarias gariepinus*) in bioflok cultivation]

**Azam Bachur Zaidy, Yuke Eliyani**

Program Studi Penyuluhan Perikanan Politeknik AUP  
Jalan Cikaret No 2 Po Box 16002

### **Abstrak**

Pembentukan bioflok dalam teknologi budidaya ikan perlu penambahan karbon secara periodik untuk mempertahankan C/N optimal 15. Tujuan penelitian ini menganalisis waktu pemberian karbon terhadap kualitas air, volume bioflok dan kinerja produksi. Percobaan rancangan acak lengkap, dengan tiga perlakuan teknologi bioflok dengan ditambah karbon setiap hari (BD), teknologi bioflok dengan pemberian karbon setiap minggu (BM) dan pemeliharaan di air jernih sebagai kontrol (NB). masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan kadar TAN dan nitrit ketiga perlakuan tidak berbeda nyata dan masih dalam rentang yang layak untuk pertumbuhan ikan. TAN (mg/L) dari NB, BD, BM masing-masing menunjukkan nilai sebesar  $0,050 \pm 0,020^a$ ,  $0,101 \pm 0,037^a$  serta  $0,059 \pm 0,010^a$ . Nilai Nitrit (mg/L) dari ketiga perlakuan secara berurutan NB, BD, BM adalah  $0,106 \pm 0,075^a$ ,  $0,085 \pm 0,028^a$ , dan  $0,082 \pm 0,009^a$ . Volume bioflok pada BD lebih tinggi dan beda nyata dibandingkan NB yaitu masing-masing sebesar  $32,33 \pm 3,78^b$  dan  $12,17 \pm 3,75^a$ . Laju pertumbuhan biomas akhir dan kelangsungan hidup ketiga perlakuan tidak berbeda nyata. Kelangsungan hidup cukup tinggi antara 94,67 - 99,33%, sedangkan biomas akhir tertinggi pada BD dan terendah pada NB. Walaupun laju pertumbuhan dan biomas akhir tidak berbeda nyata, tetapi biomas akhir BD 40,95% lebih tinggi dari biomas NB dan biomas BM lebih tinggi 19.5% dari NB. Konversi pakan BD dan BM lebih rendah dan berbeda nyata dengan NB.

Kata kunci : perbandingan C:N, produksi ikan, teknologi bioflok

### **Abstract**

The application of biofloc fish farming technology requires the periodic addition of carbon to maintain optimal C/N 15. The purpose of this study was to analyze the timing of carbon application on water quality, biofloc volume, and production performance. A completely randomized design trial, with three treatments of biofloc technology with daily carbon administration (BD), biofloc technology with weekly carbon administration (BM), and maintenance in clear water as a control (NB). each treatment with 3 replications. The results showed that the ammonia and nitrite levels of the three treatments were not significantly different and we're still in the proper range for fish growth. The TAN (mg/L) of NB, BD, BM showed values of  $0.050 \pm 0.020^a$ ,  $0.101 \pm 0.037^a$  and  $0.059 \pm 0.010^a$ , respectively. Nitrite values (mg/L) from the three treatments, respectively NB, BD, BM were  $0.106 \pm 0.075^a$ ,  $0.085 \pm 0.028^a$ , and  $0.082 \pm 0.009^a$ . The volume of biofloc on BD was higher and significantly different than NB, namely with a value of  $32.33 \pm 3.78^b$  and  $12.17 \pm 3.75^a$ . The final biomass growth rate and survival of the three treatments were not significantly different. The survival rate was quite high between 94.67 - 99.33%, while the highest final biomass was in BD and the lowest was in NB. Although the growth rate and

final biomass were not significantly different, BD final biomass was 40.95% higher than NB biomass and BM biomass 19.5% higher than NB biomass. BD and BM feed conversions were lower and significantly different from NB.

Keywords :C:N ratio, fish production,bioflok technology

### Penulis Korespondensi

Azam Bachur Zaidy | azamcult@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Teknologi budidaya ikan berkembang sangat pesat, khususnya pada budidaya lele dalam kurun waktu 10 tahun produktivitas meningkat dari 20 kg/m<sup>3</sup> menjadi 50-75kg/m<sup>3</sup>. Salah satu teknologi yang digunakan adalah budidaya ikan sistem bioflok yang merupakan metode pemeliharaan dengan sedikit atau tanpa pergantian air dengan mengembangkan konglomerat mikroba, alga, dan protozoa bersama dengan detritus dan partikel organik mati. Budidaya ikan sistem bioflok telah terbukti mampu memperbaiki kualitas air, meningkatkan produksi dan menurunkan konversi pakan. Penambahan bakteri heterotrof dan molase sebagai sumber karbon, nitrogen dimedia budidaya ikan dimanfaatkan bakteri dan membentuk flok, akibatnya konsentrasi amonia di media menurun (Nootong, Pavasant, dan Powtongsook, 2011). Menurut Zhao et al. (2012) konsentrasi ion amonia dan nitrit lebih rendah pada kolam

yang ditambah sukrosa dibanding kontrol.

Bioflok terdiri dari algae, zooplankton, bakteri, protozoa, dan bahan organik lain seperti kotoran ikan dan sisa pakan (Hagreves, 2013). Bahan organik partikulat yang hidup dan mati (Ahmad et al., 2017) bioflok sebagai pakan tambahan dengan kandungan protein antara 30 - 45%, lemak 1-5% dan (Emerenciano et al., 2012) kadar protein 30,4%. Bioflok sebagai nutrisi tambahan mampu meningkatkan pertumbuhan dan menurunkan konversi pakan (Nootong et al., 2011). Pertumbuhan udang lebih tinggi yang dipelihara di tambak bioflok yang diberi pakan komersial dan tanpa diberi pakan komersial dibanding yang dipelihara di kolam jernih (Emerenciano et al., 2012). Ikan nila yang dipelihara di sistem bioflok, dosis pemberian pakan dikurangi 20% memiliki pertumbuhan yang sama dengan yang dipeliharaan di air jernih dengan dosis pakan 100% (Pérez-Fuentes et al. 2018). Berat individu, laju pertumbuhan, kelangsungan hidup lebih tinggi dan konversi

pakan lebih rendah pada sistem bioflok dibanding di kolam resirkulasi (Luo et al., 2014). Menurut Zhao et al. (2012) perlakuan bioflok menghasilkan udang 41,3% lebih tinggi dan konversi pakan 7,22% lebih rendah, dan mikroba dominan di bioflok jenis *Bacillus* sp.

Bakteri heterotrop berkerja dengan baik apabila C/N lebih besar dari 10, untuk itu diperlukan penambahan karbon ke dalam media pemeliharaan. Beberapa penelitian tentang penambahan karbon dan pengaruhnya terhadap kualitas air serta produksi ikan telah dilakukan oleh (Dauda et al., 2018) volume bioflok lebih tinggi pada C/N 20 dibanding C/N 15, total amonia nitrogen lebih rendah pada perlakuan bioflok dibanding kontrol. Menurut Xu dan Pan (2012) pertumbuhan udang Vannamee lebih baik pada C/N 15 dan 20 dibandingkan kontrol tanpa penambahan karbon.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan budidaya sistem bioflok mampu meningkatkan produktivitas dan menurunkan konversi pakan, tetapi pemanfaatan teknologi budidaya sistem bioflok di masyarakat relatif lambat. Penambahan karbon dan probiotik setiap hari pada sistem bioflok dianggap kurang praktis oleh

sebagian pembudidaya. Berdasarkan permasalahan tersebut telah dilakukan penelitian pengaruh waktu pemberian karbon terhadap kinerja produksi ikan lele.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan dan Wadah Penelitian**

Benih lele dengan berat rata-rata 40 g/ekor dengan wadah percobaan 9 bak beton masing-masing berukuran petak 1,5 x 1 x 1 m<sup>3</sup>. Percobaan dilakukan di Unit *Hatchery* program Studi Penyuluhan Perikanan Politeknik AUP selama 30 hari.

### **Desain Percobaan**

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap, dengan tiga perlakuan teknologi bioflok dengan pemberian karbon setiap hari (BD), teknologi bioflok dengan pemberian karbon setiap minggu (BM) dan pemeliharaan di air jernih sebagai kontrol (NB). masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan.

Ikan sebanyak 50 ekor dengan berat biomas 2 kg ditebar secara acak ke dalam 9 bak beton ukuran masing 1.5 × 1.0x 1,0 m<sup>3</sup> dengan kedalaman air 60 cm. Ikan diberi pakan komersial kandungan protein 30% dengan dosis 4% dari bobot tubuh setiap hari.

Pada awal percobaan kolam bioflok diberi probiotik 20 g/m<sup>3</sup> dan gula putih 100 g/m<sup>3</sup>, selanjutnya secara periodik ditambah karbon untuk mempertahankan C/N lebih besar dari 10. Setiap unit percobaan diberi aerasi, selama percobaan 30 hari tidak dilakukan pergantian air.

### Sampling dan Metode Analisis

Analisa kinerja produksi dilakukan terhadap :laju pertumbuhan spesifik (1), kelangsungan hidup (2), penambahan biomassa (3), dan rasio konversi pakan (4).

Perhitungan pertumbuhan harian dilakukan menggunakan rumus berdasarkan (Huisman 1987)

$$SGR(\%) = \frac{(\ln(w_t) - \ln(w_i))}{T} \times 100$$

SGR = laju pertumbuhan spesifik (%)

$\ln(w_t)$  = ln bobot rata-rata akhir (gr/ekor)

$\ln(w_i)$  =ln bobot rata-rata awal (gr/ekor)

T = Waktu (hari)

Penghitungan kelangsungan hidup ikan uji dilakukan pada akhir pemeliharaan. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan rumus berdasarkan (Effendie, 1979).

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

Keterangan :

SR = Kelangsungan hidup (%)

N<sub>t</sub> = Jumlah ikan yang hidup pada akhir percobaan (ekor)

N<sub>o</sub> = Jumlah ikan pada awal percobaan (ekor)

Perhitungan biomass ikan uji dilakukan pada awal dan akhir penelitian, menggunakan rumus sebagai berikut .

$$G = B_t - B_o$$

G = Penambahan Biomass (kg)

B<sub>t</sub> = Total berat akhir ikan percobaan (kg)

B<sub>o</sub> = Total berat awal ikan percobaan (kg)

Pengukuran konversi pakan dilakukan setelah selesai pemberian pakan perlakuan pada hari terakhir.

$$KP = F / (B_t - B_o)$$

Keterangan :

KP = konversi pakan

F = jumlah pakan (gram)

B<sub>t</sub> = biomas ikan pada akhir penelitian (gram)

B<sub>o</sub> = biomassa ikan pada awal percobaan (gram)

### Analisis kualitas Air dan Bioflok

Parameter kualitas yang diukur meliputi TAN dan nitrit dengan APHA, 23<sup>and</sup> Edition, 4500 2017, di laboratorium kualitas air FPIK IPB,

volume bioflok diukur dengan corong imhoff.

kurang dari 0.05 ( $p < 0.05$ ). Analisis statistik dengan SPSS, version 16.0 for windows.

### Analisis Statistik

Data dianalisis varian dengan rancangan acak lengkap 3 perlakuan. Perbandingan nilai tengah dan uji lanjut least significant difference (Steel & Torrie, 1980), Hasil analisis signifikan jika  $p$ -values

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil

##### *Kualitas Air dan Bioflok*

Kualitas air yang meliputi TAN dan nitrit dan volume bioflok seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air dan volume bioflok

Perlakuan	TAN (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Volume Bioflok (ml/L)
NB	0,050 ±0,020 <sup>a</sup>	0,106±0,075 <sup>a</sup>	12,17±3.75 <sup>a</sup>
BD	0,101±0,037 <sup>a</sup>	0,085±0,028 <sup>a</sup>	32,33±3,78 <sup>b</sup>
BM	0,059±0,010 <sup>a</sup>	0,082±0,009 <sup>a</sup>	23,67±10,59 <sup>ab</sup>
P	0,11	0,79	0,03

#### *Kinerja Produksi*

Kinerja produksi yang diamati pada penelitian ini, meliputi laju

pertumbuhan, biomass akhir, kelangsungan hidup serta konversi pakan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kinerja Produksi

Perlakuan	Laju Pertumbuhan (%)	Biomass Akhir (kg)	Kelangsungan Hidup (%)	Konversi Pakan
NB	3,33±0,41 <sup>a</sup>	2.10±0.38 <sup>a</sup>	94.67±7.57 <sup>a</sup>	1.48±0.16 <sup>a</sup>
BD	2,93±0,06 <sup>a</sup>	2,96±0.47 <sup>a</sup>	99,33±1,15 <sup>a</sup>	1.23±0.06 <sup>b</sup>
BM	2,67±0.42 <sup>a</sup>	2.54±0.60 <sup>a</sup>	96,66±3.05 <sup>a</sup>	1.25±0.55 <sup>b</sup>
Nilai P	0,52	0,18	0,74	0,04

### Pembahasan

#### *Kualitas Air dan Bioflok*

Kadar amonia dan nitrit ketiga perlakuan tidak berbeda nyata

( $p > 0,05$ ) dan masih dalam rentang yang layak untuk pertumbuhan ikan. Volume bioflok BD lebih tinggi dan berbeda nyata dibanding NB

( $P < 0,05$ ). Hasil tersebut sesuai dengan beberapa penelitian

Dauda et al. (2018) dan Xu dan Pan (2012); bahwa penambahan karbon ke dalam media, berpengaruh positif terhadap volume bioflok. Xu et al. (2013), bahwa penambahan karbon ke dalam media pemeliharaan berkorelasi positif terhadap pembentukan bioflok.

Volume bioflok yang lebih tinggi pada kolam BD tidak diikuti menurunnya kadar amonia dan nitrit. Bakteri memanfaatkan nitrogen lingkungan menjadi bioflok, sehingga TAN dan nitrit di kolam bioflok seharusnya lebih rendah dibanding kolam kontrol. seperti hasil penelitian (Nootong et al. 2011) penambahan bakteri heterotrop dan molase sebagai sumber karbon, nitrogen di media budidaya ikan dimanfaatkan bakteri dan membentuk flok, akibatnya konsentrasi amonia di media menurun. (Wang et al. 2015), (Zhao et al. 2012) konsentrasi ion amonia dan nitrit lebih rendah pada kolam yang ditambah sukrosa dibanding kontrol, (Long et al. 2015) nitrit dan nitrat lebih rendah pada kolam yang ditambah karbon. Namun demikian beberapa penelitian menunjukkan hasil yang menunjang data hasil penelitian seperti (Xu dan Pan 2012) bahwa

penambahan karbon, dengan C/N meningkat tidak berpengaruh terhadap kadar TAN dan nitrit. Chen, et- al (2020) penambahan karbohidrat pada sistem bioflok, kadar TAN, nitrit dan karbon organik terlarut tidak berbeda nyata.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan karbon sebagai sumber karbohidrat, dapat menstimulasi pertumbuhan bakteri heterotropik sebagai salah satu mikroorganisma penyusun flok. Tinh et al (2021) menyatakan bahwa molase dan pati jagung dapat digunakan sebagai sumber karbon dalam sistem bioflok. Kandungan gula sederhana dalam molase membuat bahan ini lebih mudah dimanfaatkan oleh mikroorganisa, sehingga menghasilkan peningkatan kualitas air lebih cepat (Heuze et al, 2015). Perbedaan jenis karbon yang ditambahkan, akan menimbulkan komposisi komunitas mikroba yang berbeda (Long et al. 2015; Deng et al, 2018).

#### *Kinerja produksi*

Hasil analisis statistik untuk laju pertumbuhan, biomas akhir dan kelangsungan hidup ketiga perlakuan menunjukkan hasil tidak berbeda nyata ( $P > 0.05$ ), sedangkan untuk konversi pakan BD dan BM lebih rendah dan berbeda nyata dengan NB ( $P < 0.05$ ). Kelangsungan

hidup cukup tinggi, yang terendah terendah 94,67% dan tertinggi 99,33%, sedangkan biomas akhir tertinggi pada BD dan terendah pada NB. Walaupun laju pertumbuhan dan biomas akhir tidak berbeda nyata, tetapi biomas akhir BD 40,95% lebih tinggi dari biomas NB dan biomas BM lebih tinggi 19.5% dari biomas NB.

Volume bioflok lebih tinggi di kolam yang ditambah karbon tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan, sesuai (Dauda et al., 2018) bahwa volume bioflok tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan lele dan (Dauda et al., 2018), penambahan karbon pada sistem bioflok pada budidaya lele tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan. Walaupun laju pertumbuhan dan biomas akhir tidak berbeda nyata, tetapi biomas akhir BD 40,95% lebih tinggi dari biomas NB dan BM lebih tinggi 19.5% dari NB. Dalam budidaya lele perbedaan 40,95% biomas akhir cukup berarti dan mempengaruhi produktivitas hasil budidaya. Bioflok merupakan nutrisi tambahan mampu meningkatkan produksi, seperti hasil penelitian (Zhao et al., 2012) kolam bioflok menghasilkan udang 41,3%, Long, *et- al* (2015), sebesar 19,46% lebih tinggi dibanding kontrol. Demikian juga (Sgnaulin et al. 2018) biomas akhir lebih tinggi pada kolam

bioflok dibanding kolam kontrol. Bioflok mempengaruhi produksi karena mengandung protein kasar sebesar 30,4%, merupakan tambahan protein bagi ikan (Emerenciano et al., 2011)

Konversi pakan pada perlakuan BD dan BM lebih tinggi dan berbeda nyata dengan NB. Bioflok sebagai nutrisi tambahan dapat menurunkan nilai konversi pakan, seperti (Dauda et al., 2018) pertumbuhan ikan yang diberi ransum pakan 100, 90,80% di kolam bioflok, laju pertumbuhan tidak berbeda dengan kolam air jernih yang diberi ransum pakan 100%. (Pérez Fuentes et al., 2018) ikan nila yang di sistem bioflok, dosis pemberian pakan dikurangi 20% laju pertumbuhan tidak berbeda dengan yang dipelihara di kolam air jernih dengan dosis pakan 100%. Hal tersebut menunjukkan pada kondisi jumlah pakan yang diberikan lebih sedikit dari kebutuhan ikan, maka ikan memanfaatkan bioflok sebagai nutrisi tambahan.

Tingkat kelangsungan hidup ikan uji menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada semua perlakuan, dengan kisaran nilai dari 94,67 % - 99,33 %. Kondisi ini diduga disebabkan oleh nilai kualitas air yaitu TAN dan Nitrit, masih berada dalam kondisi layak untuk pemeliharaan lele. Pada bak dengan

perlakuan bioflok, tingginya nilai kelangsungan hidup ini dipengaruhi oleh adanya bakteri heterotrofik yang kemungkinan kepadatannya lebih tinggi dari perlakuan tanpa penambahan karbon. (Emerenciano et al., 2017) menyatakan bahwa bakteri heterotrofik mendegradasi bahan organik dan menggunakannya sebagai sumber energi serta pembentukan sel-sel baru. Penambahan karbon pada dua perlakuan (BD dan DM), memungkinkan terjadinya kondisi tersebut. Pada perlakuan NB yang tidak diberikan tambahan karbon, kemungkinan jumlah bakteri heterotrofik lebih rendah dari perlakuan BD dan DM.

Berat biomass akhir pada perlakuan BD dan DM menunjukkan persentase yang lebih besar dibandingkan dengan tanpa penambahn karbon. Kondisi ini diduga karena adanya tambahan nutrisi yang lebih banyak dari agregat dalam bioflok terutama bakteri-bakteri yang berperan sebagai agen probiotik. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Luo et al, 2014 2009 dalam Yusuf, Nur, dan Munti, 2015) bahwa semakin meningkatnya laju pertumbuhan organisma akuatik yang diberi asupan probiotik dalam pakan, terkait dengan aktivitas pencernaan enzimatik yang lebih tinggi oleh

karena itu pencernaan dan berat organisme juga meningkat.

## SIMPULAN

Pemberian karbon setiap hari dan tujuh hari sekali menghasilkan volume bioflok yang hampir sama. Biomass akhir kolam bioflok lebih tinggi 19,50 – 40,95% dibandingkan kolam kontrol dan konversi pakan kolam bioflok lebih rendah dibanding kolam kontrol.

## DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 2017. "Standard methode for the examination of water and wastewater". 23ed. Amarian Water works Assosation. USA.
- Ahmad I, Rani A M B, Vrna A K, dan Magsood M. 2017. "Biofloc technology : An Emerging Avenue in Aquatic Animal Helthcare and Nutrition". Aquacult Int DOI 10.1007/s10499-016-0108-8
- Chen Luo G, Tan J, Tan H, dan Yao M. 2020. "Effects of carbohydrat supplay strategis and biofloc concentration on growth performence of African catfush (*Clarias gariepinus*) cultured in biofloc system". Aquaculture. 517, 734808.
- Dauda A B, Romano N, Ebrahimi M, Teh J C, Ajadi A, Chong C M, Karim M, Natrah I, dan Kamarudin M S. 2018. "Influence of carbone/nitrogen ratios on biofloc production and biochemical composition and subsequent effect on the growth, physiological status and disease resistance of African Catfish (*Clarias gariepinus*) cultured in glycerol



- based biofloc system". *Aquaculture* 483, 120-130.
- Dauda A B, Romano N, Ebrahimi M, Teh, J C, Ajadi A, Chong C M, Karim M, dan Natrah I. 2017. "Carbon sources affects biofloc volume water quality and survival rate and physiology of African Catfish (*Clarias gariepinus*) fingerling reared in an intensive biofloc". *Fisheries Science* 83 (6) 1037-1098.
- Deng, M., Chen, J., Gou, J., Hou, J., Li, D., He, X., 2018. The effect of different carbon sources on water quality, microbial community and structure of biofloc systems. *Aquaculture* 482, 103–110. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.09.030>.
- Effendie Ml. 1979. *Metode biologi perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor
- Emerenciano, M.G.C., Martínez-Córdova, L.R., Martínez-Porchas, M., Miranda-Baeza, A., 2017. Biofloc technology (BFT): a tool for Water quality management in aquaculture. In: Tutu, Hlanganani (Ed.), *Water Quality*. Intech, pp. 91–109.
- Emerenciano M, Ballester E LC, Covalli RO dan 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), 447-457.
- Emerenciano M, Ballester LC, Cavalli R O, dan Wasielesky. 2011. "Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*, floc composition and salinity stress". *Aquaculture International* 19 (5), 891-901.
- Fuentes J A P, dan Rostro C I P. 2018. "Variation of the bacterial composition of biofloc and the intestine of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, cultivated using biofloc technology, supplied different feed". *Aquaculture Research* 49 (11) 3658-3668.
- Fuentes J A P. 2016. "C:N ratio affect nitrogen removal and protein of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* raised in production system under high density cultivation". *Aquaculture*. 452, 247-251.
- Hargreaves A. 2013. "Biofloc Production System for Aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center". SRAC Publication No 4503.
- Heuzé, V., Tran, G., Archimède, H., Renaudeau, D., Lessire, M., Lebas, F., 2015. Sugarcane molasses. In: *Feed. a Program*. by INRA, CIRAD, AFZ FAO.
- Huisman EA. 1987. *Principles of fish production*. Departemen of fish culture and fisheries Wageningen Agricultural University. Wageningen/Netherlands.
- Long L, Yang J, Li y, Guan C, dan Wu F. 2015. "Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 448.

- DOI:10.1016/j.aquaculture.2015.05.017
- Luo G, Gao Q, Wang C, Liu W, Sun D, Li I, dan Tan H. 2014. "Growth, digestive activity, welfare and partial cost, effectiveness of genetically improved farmed Tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in recirculating aquaculture". *Aquaculture*. 422, 1-7.
- Nootong K, Pavasavt P, dan Powtongsook S. 2011. "Effect of organic carbon addition in controlling inorganic nitrogen in a biofloc system under high density cultivation". *Journal of world aquaculture Society* 42. (3), 339-346.
- National Research Council (NRC). 1993. *Nutrient requirements of fish*. Sub committee on fish nutrition, National Research Council. National Academic Press (USA). 114p.
- Sgnaulin T, Mekasarello G L D, Thomas MC, Ramon J, dan Garcia JRE. 2018. "Bioflok technology (BTF) : An alternative aquaculture system for piracanjuba *Brycon orbignyanus*". *Aquaculture* 485, 119-123.
- Tinh Tran Huu., Tom Koppenol., Tran Ngoc Hai., Johan A.J. Verreth., Marc C.J. Verdegem. 2021. Effects of carbohydrate sources on a biofloc nursery system for whiteleg. *Aquaculture* 531 (2021) 735795.
- Wang G, Yu E, Xie j, Yu D, Li Z, Luo W, dan Zonglin L Q. 2015. "Effect of C/N ratio on water quality in zero water exchange tanks and bioloc supplementataion in feed on the growth performance of crucian carp, *Carasius auratus*". *Aquaculture* 443, 98-104.
- Xu W J, dan Pan L Q. 2012. "Effect biofloc and growth performance, digestive enzyme activity and body composition of juvenil *Litopeneus vannamei* in zero water exchange tanks manipulating c/N ratio in feed". *Aquaculture* 356-357, 147-152.
- Xu WJ, Pan LQ, Sun X, dan Huang J. 2013. "Effect of biofloc on water quality, and survival, growth and digestive enzyme activities of *Litopeneus vannamei* (boone) in zero water exchange culture tanks". *Aquac. Res* 44, 1093-1102.
- Yusuf Maulid Wahid, Nur Bambang Priyo Utomo, Munti Yuhana. Widanarni. 2015. Growth Performance of Catfish (*Clarias gariepinus*) in Biofloc-Based Super Intensive Culture Added with *Bacillus* sp. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 10 (6): 523-532.
- Zhao P, Huang J, Wang X H, Song X L, Yang H X, dan Zhang X G. 2012. "The application of bioflocs technology in high-intensive, zero exchange farming system of *Marsupenaesus japonicus*". *Aquaculture* 454, 97-106.