JURNAL ILMIAH
Samudra Akuatika
Website: ejurnalunsam.id/index.php/jisa
e-ISSN 2614-6738 - p-ISSN 2621-5314
Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika (2019). Vol 3(2):7-13

EFEKTIFITAS PENGGUNAAN LIMBAH BIOFLOK BUDIDAYA IKAN LELE SEBAGAI INOKULUM UNTUK MEMULAI SIKLUS PRODUKSI BARU

EFFECTIVENESS OF BIOFLOC WASTEWATER FROM CATFISH AQUACULTURE AS INOCULUM TO START NEW PRODUCTION CYCLE

Agus Tarmizi Syam[1]✉, Cut Mulyani[2], Teuku Muhammad Faisal[1]

[1]Prodi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Samudra

[2]Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Samudra

email: tarmizisyam97@gmail.com

Abstrak: Air limbah budidaya ikan yang menggunakan sistem bioflok diujicobakan sebagai starter dalam media pemeliharaan untuk memperpendek waktu tunggu diantara dua siklus produksi ikan lele. Empat dosis limbah yang berasal dari siklus produksi sebelumnya dijadikan sebagai perlakuan. Efektivitas keempat dosis tersebut diuji terhadap beberapa variable pertumbuhan, nisbah konversi pakan, dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan lele. Hasil analisis data menunjukkan bahwa air limbah bioflok dapat digunakan untuk memulai siklus budidaya baru karena tidak mengakibatkan hasil yang buruk terhadap benih ikan lele. Hasil terbaik ditunjukkan oleh kelompok yang kedalam media pemeliharaannya ditambahkan 50% limbah bioflok. Kelompok ini menunjukkan laju pertumbuhan harian sebesar 1,9%. Namun tingkat kelangsungan hidup pada kelompok ini hanya mencapai 78%. Hasil ini tidak lebih baik dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, dimana pembuatan bioflok dimulai dari awal. Lebih jauh lagi, pemberian dosis limbah bioflok yang tinggi dapat berakibat fatal karena tingginya angka mortalitas pada benih.

Kata kunci: bioflok, *Clarias grapienus*, limbah budidaya, tingkat kelangsungan hidup, waktu tunggu

Abstract: *Unused water from catfish aquaculture using biofloc system was tested as starters in fish rearing tanks to shortened lag time between two production cycle in catfish culture. Four doses of biofloc water originated from fish grow out pond were tested as treatment level. Those doses were tested against growth, feed conversion ratio and survival of the fry. Data analysis shows that waste water from grow out ponds using biofloc system can be reused in catfish aquaculture. Group given 50% of biofloc-wastewater shows the best performance in growth, and feed conversion ratio. This group exhibit specific growth rates at 1,9%. However, survival rate in this group only attain 78%. Additionally, growth and survivals from this experiment are lower compared to those from experiment where biofloc is formed from the beginning. Furthermore, high dose of reused biofloc diluted to the water can be fatal because it leads to high rate of fry mortality.*

Keywords: Aquaculture wastewater, biofloc, Clarias grapienus, lag time, survival

I. PENDAHULUAN

Limbah akuakultur merupakan salah satu penyebab penurunan kualitas air yang dapat menurunkan imun ikan. Limbah tersebut biasanya berupa limbah padat dan limbah terlarut (Dauda et al., 2019). Limbah padat umumnya berasal dari feses, dan sisa pakan yang tidak dimakan oleh ikan dan. Limbah padat ini bisa dikategorikan lagi menjadi padatan tersuspensi dan padatan yang mengendap di dasar kolam. Padatan terendap dapat dibersihkan dari dasar kolam, sedangkan padatan tersuspensi atau tertahan di kolom air merupakan bagian yang sulit untuk dihilangkan. Padatan terlarut dikategorikan sebagai salah satu limbah berbahaya yang dapat menyebabkan permasalahan pada insang seperti penyumbatan, memperpendek lamella sehingga dapat menyebabkan menurunnya serapan oksigen dan menyebabkan kematian ikan (Hess et al., 2017). Jika dibiarkan lebih lama, maka limbah jenis ini dapat menyebabkan peningkatan jumlah total padatan tersuspensi dan padatan terlarut. Keduanua, jika terurai dapat menyebabkan peningkatan kandungan senyawa nitrogen dan menyebabkan stress pada ikan.

Selain limbah padat, kegiatan budidaya ikan juga menghasilkan limbah terlarut yang merupakan ekskresi dari metabolisme protein yang terjadi pada ikan. Dua elemen terpenting yang terkandung dalam limbah terlarut adalah nitrogen dan fosfor, yang merupakan dua komponen penting pada nutrisi ikan yang memiliki konsentrasi tinggi pada pakan (Herath et al., 2015). Akan tetapi ikan pada umumnya hanya mampu meretensi 20-25% dari

protein, sedangkan fosfor sebesar 17-40% sementara sisanya terbuang sebagai polutan ke badan air yang tidak dicerna berkisar antara 3,6 – 37% dan fosfor 15%-70% . Sementara kandungan pada produk ekskresi berkisar antara 37%-72% nitrogen dan 1%-63% fosfor. Kandungan nitrogen yang berasal dari limbah terlarut tersebut sebagian besar terbuang dalam bentuk amoniak sedangkan kandungan fosfor terbuang sebagai partikulat. Amoniak sangat beracun baik bagi ikan, maupun organisme akuatik lainnya jika limbah tersebut dibuang ke lingkungan (Cai et al., 2016). Untuk mengatasi masalah tersebut, dapat dilakukan teknologi sistem heterotrofik limbah budidaya melalui teknologi bioflok (BFT) yang termasuk sistem budidaya ikan berkelanjutan tanpa mengganti air (Avimelech, 2008).

Teknologi bioflok merupakan metode penumbuhan bakteri heterotrof pada kolam dengan pemanfaatan limbah nitrogen sebagai nutrien (Rosenberry, 2006). Untuk itu, diperlukan penambahan sumber karbon agar dapat meningkatkan rasio C:N secara kontinyu yang akan dapat menumbuhkan bakteri heterotrof secara maksimal (Avnimelech, 1999). Sumber karbon yang ditambahkan dapat berupa molase, tepung terigu ataupun bekatul (de Sousa et al., 2014; Ekasari et al., 2014; Runa, 2019).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan sistem bioflok dalam budidaya ikan lele terbukti dapat meningkatkan produktifitas (Setiawan et al., 2016), menurunkan nisbah konversi pakan, menghambat pertumbuhan bakteri Aeromonas hydrophylla, sekaligus dapat meningkatkan sistem imun (Sukendar et al., 2016).

Akan tetapi, sistem bioflok memerlukan waktu selama kurang lebih tiga minggu untuk mencapai kondisi media siap digunakan, sehingga berpotensi menghambat dimulainya siklus produksi baru pada budidaya ikan lele. Air bekas pemeliharaan ikan yang menggunakan sistem bioflok kaya akan kandungan organik (Azhar et al., 2018) sehingga masih dapat digunakan untuk kegiatan budidaya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penggunaan limbah bioflok sebagai media pemeliharaan benih ikan lele.

II. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di Hatchery Universitas Samudra selama 35 hari dari Bulan April – Mei 2019. Wadah yang digunakan memliki diameter 40 cm dengan ketinggian 20 cm. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan setiap perlakukan memiliki empat ulangan. Air yang digunakan adalah air bersih yang berasal dari air sumur yang diperoleh dari proses pegendapan pada tandon. Air diberi perlakuan kaporit dengan dosis 30 gram/m^3 sesuai (Rohmana, 2009) dan didiamkam sampai bau kaporit hilang ($\pm$7 hari), kemudian garam sebanyak 3 kg/m^3 dan dolomit 100 gram/m^3 ditambahkan kedalam air sebagai desinfektan.

Persiapan air dan media pemeliharaan

Media pemeliharaan disiapkan dengan cara mencampurkan 20 liter air yang telah disiapkan dengan empat macam dosis air limbah pemeliharaan ikan yang menggunakan sistem bioflok dari siklus sebelumnya sebagai *inoculum*. Dosis limbah yang digunakan masing-masing : 0% (kelompok kontrol), 50%, 70%, dan 90%.

Penebaran benih dan pemeliharaan

Sebanyak 20 benih ikan lele yang berukuran 6-8 cm ditebar kedalam media dengan kepadatan 20 ekor untuk tiap-tiap wadah. Benih dipelihara selama 35 hari. Pemberian pakan dilakukan tiga kali sehari dengan *feeding rate* sebesar 3% dari biomassa ikan sesuai dengan petunjuk Haser (2012). Pemberikan pakan dilakukan pada pagi, siang dan sore hari pada pukul 08.00 WIB, 12.00 WIB dan 17.00 WIB. Probiotik dan molase ditambahkan setiap hari sebelum ikan makan dengan dosis 0,2 mL bakteri/0,15 m^3 air media pemeliharaan dan 2,1 mL molase/0,15 m^3 dengan cara dicampurkan pada media pemeliharaan.

Parameter Penelitian

Sampling dilakukan setiap tujuh hari sekali dengan mengukur bobot, dan panjang tubuh. Parameter yang diukur pada akhir masa penelitian meliputi ukuran-ukuran sebagai berikut:

Pertumbuhan bobot mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak dihitung dengan menggunakan rumus Effendi (1997), yaitu :

$$W_m = W_t - W_0$$

Keterangan :

- W_m : Pertumbuhan bobot mutlak rata-rata (g)
- W_t : Bobot rata-rata ikan pada akhir penelitian (g)
- W_o : Bobot rata-rata pada awal penelitian (g)

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Rumus yang digunakan menghitung pertumbuhan panjang mutlak menurut Zonnevelld et al. (1991), yaitu :

$$L_m = L_t - L_0$$

Keterangan :

- L_m : Pertambahan panjang mutlak (cm)

Lt : Panjang rata-rata pada akhir penelitian (cm)
Lo : Panjang rata-rata pada awal penelitian (cm)

Laju Pertumbuhan Berat Harian (LPH)

Laju pertumbuhan berat harian dihitung dengan menggunakan rumus Huisman (1987), yaitu:

$$LPH = \frac{lnW_t - lnW_0}{t} \text{ x } 100\%$$

Keterangan :

LPH : Pertumbuhan harian (%)
W_t : Bobot rata-rata ikan pada akhir penelitian (g)
W_o : Bobot rata-rata ikan pada awal penelitian (g)
T : Lama pemeliharaan (hari)

Nisbah Konversi Pakan (FCR)

Nisbah konversi pakan (FCR) dihitung dengan menggunakan rumus dari Zonneveld et al. (1991), yaitu :

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

Keterangan :

W_t : Bobot biomassa ikan pada akhir penelitian (g)
D : Bobot ikan mati selama penelitian (g)
W_o : Bobot rata-rata ikan pada awal penelitian (g)
F : Jumlah pakan yang diberikan selama penelitian (g)

Kelangsungan Hidup (SR)

Kelangsungan hidup (SR) dihitung pada akhir percobaan dan diformulasikan berdasarkan rumus (Effendi, 1997):

$$SR = \frac{N_t}{N_0} x100$$

Keterangan :

SR : Tingkat kelangsungan hidup
N_0 : Jumlah benih diawal percobaan
N_t : Jumlah benih di akhir percobaan

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian adalah suhu, pH, oksigen terlarut (DO) dan ammoniak (NH_3). Suhu diukur setiap hari sedangkan DO, Ammoniak dan pH pada awal, pertengahan dan akhir penelitian. Pengukuran kualitas air dimaksudkan untuk menjaga kondisi media berada pada taraf optimum pemeliharaan ikan lele.

Analisis data dilakukan dengan bantuan software SPSS 16.0 untuk pengujian analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%.

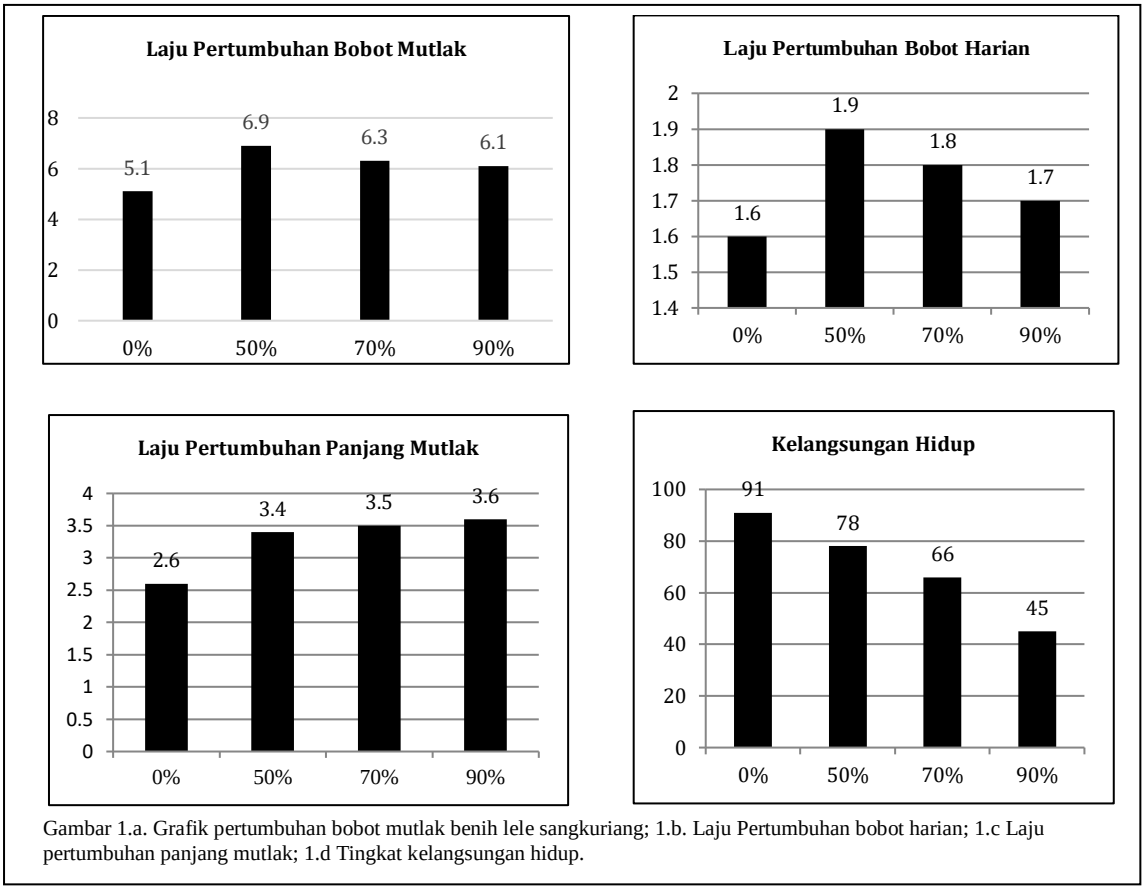
III. HASIL

Laju Pertumbuhan Bobot Mutlak

Nilai rata-rata laju pertumbuhan bobot mutlak ikan lele dumbo mengalami peningkatan yang berbeda pada setiap perlakuan. Pertumbuhan tertinggi dialami oleh kelompok dengan komposisi limbah bioflok sebesar 50% dengan kenaikan bobot rata-rata 6,9 gram, diikuti dengan kelompok dosis 70% dengan kenaikan bobot 6,3 gram. Ilustrasi pertumbuhan bobot mutlak selama penelitian disajikan pada Gambar 1.a.

Uji ANOVA dengan taraf signifikansi 95% menunjukkan bahwa dosis limbah bioflok memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan bobot mutlak benih ikan lele. Berdasarkan uji rata-rata setelah ANOVA menggunakan statistik Duncan, diketahui bahwa kelompok kedua dengan konsentrasi limbah bioflok 50% secara nyata berbeda dengan ketiga kelompok lainnya, termasuk kelompok kontrol. Sama halnya dengan laju pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan bobot harian tertinggi juga dialami oleh kelompok dua dengan dosis 50% limbah bioflok seperti yang terlihat pada gambar 1.b. Sedangkan laju pertumbuhan panjang mutlak tertinggi dialami oleh kelompok empat dengan pertumbuhan panjang mencapai 3,6 cm, dan yang terendah dialami oleh kelompok kontrol. Untuk parameter sintasan atau tingkat kelangsungan hidup benih, nilai tertinggi justru diperoleh oleh kelompok pertama. Nilai SR pada kelompok kontrol mencapai 90%. Tingkat kelangsungan hidup benih pada kelompok dua hanya sebesar 78%. Sedangkan tingkat kelangsungan hidup terendah dialami oleh kelompok ke empat, yakni kelompok dengan penambahan limbah bioflok 90%, yang hanya mencapai 45%.

Hasil pengujian ANOVA untuk parameter sintasan juga menunjukkan perbedaan yang signifikan antar kelompok. Uji Duncan menunjukkan bahwa rata-rata sintasan kelompok kedua (dosis 50%) dan ketiga (dosis 70%) tidak berbeda secara nyata, akan tetapi kedua perlakuan tersebut berbeda antara kelompok pertama dan kelompok keempat. Hasil uji Duncan selengkapnya untuk sintasan dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah:



Gambar 1.a. Grafik pertumbuhan bobot mutlak benih lele sangkuriang; 1.b. Laju Pertumbuhan bobot harian; 1.c Laju pertumbuhan panjang mutlak; 1.d Tingkat kelangsungan hidup.

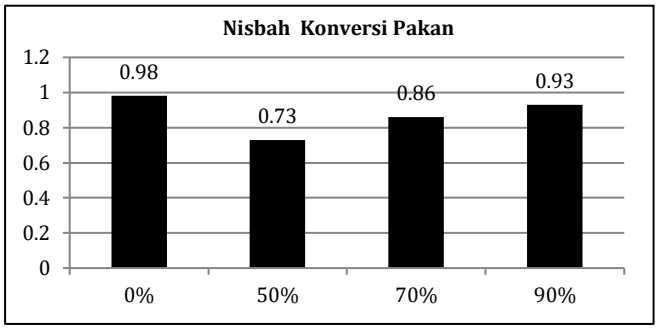
Gambar 1. Grafik beberapa variable pertumbuhan pada penelitian ini
Sumber: Data diolah

Tabel 1. Hasil Uji kesamaan rata-rata setelah ANOVA dengan uji Duncan untuk beberapa parameter yang dianalisis

Perlakuan	Laju Pertumbuhan Bobot Mutlak	Laju Pertumbuhan Panjang Mutlak	Laju Pertumbuhan Harian	Kelangsungan Hidup	NisbahKonversi Pakan
0%	5,1 ^{c}	2,6 ^{b}	1,6 ^{c}	91 ^{a}	0,98 ^{a}
50%	6,9 ^{a}	3,4 ^{a}	1,9 ^{a}	78 ^{b}	0,73 ^{b}
70%	6,3 ^{b}	3,5 ^{a}	1,8 ^{b}	66 ^{b}	0,86 ^{ab}
90%	6,1 ^{b}	3,6 ^{a}	1,7 ^{b}	45 ^{c}	0,93 ^{b}

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata

Analisis data pada konversi pakan menunjukkan nilai nisbah terendah diperoleh dari kelompok dua (dosis 50%) dengan nilai 0,73 dan nilai nisbah tertinggi diperoleh dari kelompok kontrol. Akan tetapi, semua nilai nisbah konversi pakan berada dibawah nilai 1. Nisbah konversi pakan selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik nisbah konversi pakan pada empat kelompok percobaan

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan yang diakibatkan oleh perbedaan dosis limbah bioflok terhadap nisbah konversi pakan. Hasil uji Duncan menunjukkan perbedaan rata-rata signifikan antara kelompok satu dengan kelompok dua dan empat. Sedangkan rata-rata kelompok tiga tidak berbeda secara nyata dengan kelompok pertama dan kedua serta keempat, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi optimum pertumbuhan benih lele tetap berada pada kisaran optimum. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas air

Parameter	Kisaran	Kelayakan	Sumber
Suhu	27 – 29,6 ^{o}C	22– 34 ^{o}C	(Sumarna, 2004)
DO	4,2 – 10,3 (mg/L)	> 4 – 5mg/L	(Avnimelech, 2007)
pH	6,2 – 7	6 – 9	(Sumarna, 2004)
Amoniak	0,1 – 0,25 ppm	< 0,2 ppm	(Effendi, 2003)

IV. PEMBAHASAN

Laju pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan harian dan nisbah konversi pakan menunjukkan bahwa kelompok benih lele yang media hidupnya diberi tambahan 50% limbah bioflok memiliki hasil terbaik dibandingkan dengan kelompok lainnya. Hasil yang sama juga dipeoleh oleh Rusherlistyani et al. (2017) yang menyatakan bahwa pemanfaatan limbah air bioflok bertujuan supaya tidak perlu mematangkan air kembali seperti tahap awal dan lebih dapat mengefisiensi waktu karena dapat kembali menggunakan air limbah bioflok dengan konsentrasi 50% air bersih dan 50% air limbah bioflok.

Meski demikian, walaupun nilai laju pertumbuhan harian pada kelompok dua memiliki nilai tertinggi pada penelitian ini, tapi hasil tersebut masih dibawah laju pertumbuhan harian pada ikan lele yang dipelihara menggunakan air bioflok baru dengan kepadatan yang sama, yakni 2,98+0,142% (Afifi, 2014). Begitu juga dengan tingkat kelangsungan hidup (SR) kelompok dua yang didapat pada penelitian ini (78%) masih berada dibawah nilai SR penelitian Afifi (2014) yakni sebesar 83%. Dari hasil analisis data mengenai tingkat kelangsungan hidup juga diketahui bahwa semakin tinggi dosis limbah bioflok yang diberikan, semakin rendah tingkat kelangsungan hidup benih. Bahkan kelompok empat yang diberi perlakuan air limbah bioflok dengan dosis 90% hanya memiliki tingkat kelangsungan hidup sebesar 45%, yang berarti lebih dari setengah benih yang ditebar tidak dapat bertahan. Beberapa faktor yang dicurigai menjadi penyebab rendahnya SR pada dosis yang tinggi antara lain:

(i) Tingginya konsentrasi flok dapat menyebabkan persaingan untuk memperoleh oksigen antara komunitas flok dan benih ikan.
(ii) Komunitas bakteri dan mikroorganisme yang berasal dari limbah kemungkinan besar telah berubah dari komunitas flok awal sehingga tidak dapat memberikan kadar nutrisi yang sama.
(iii) Kemungkinan air bioflok yang digunakan ulang sudah mengandung bibit-bibit penyakit yang dapat menyerang dan menurunkan imunitas ikan.

Akan tetapi, hipotesis diatas perlu dibuktikan lebih jauh dengan meneliti kadar oksigen terlarut harian untuk mengetahui fluktuasinya dan penelitian

mengenai struktur komunitas flok pada awal dan akhir siklus produksi agar dapat diketahui komposisinya, kemanfatannya untuk ikan, dan kemungkinan terdapatnya mikroorganisme merugikan untuk benih ikan.

Penelitian menggunakan air limbah bioflok juga pernah dilakukan oleh Leffler et al. (2012.) terhadap udang vanamei dan mendapatkan hasil yang serupa dengan penelitian ini, dimana semakin besar komposisi limbah bioflok yang digunakan, semakin rendah tingkat pertumbuhan jika endapan partikel floc tidak dibersihkan. Dalam penelitian tersebut juga diukur pengaruh kandungan NO_3 terhadap pertumbuhan udang, namun tidak menemukan terdapat korelasi antara pertumbuhan dan kadar nitrat dalam air, sehingga sulit ditarik kesimpulan penyebab rendahnya pertumbuhan udang pada komposisi limbah bioflok yang lebih besar. Disamping percobaan terhadap udang, penggunaan air limbah bioflok juga telah diujikan terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan diperoleh hasil bahwa dosis limbah bioflok yang digunakan sebagai inokulum untuk siklus produksi baru memberikan hasil yang tidak berbeda antar perlakuan (Gallardo-Colli et al. 2019).

Penyebab lebih rendahnya produktifitas ikan lele menggunakan limbah bioflok sebagai inoculum dibandingkan dengan penggunaan bioflok baru tidak dapat diketahui pada penelitian ini. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan membandingkan penggunaan bioflok baru dan penggunaan bioflok daur ulang.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan penggunaan air limbah bioflok untuk pemeliharaan ikan lele memberikan produktifitas yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa penggunaan bioflok sama sekali. Namun pada dosis lebih besar dari 50%, penggunaan limbah bioflok sebagai inokulum dapat mengakibatkan kematian yang tinggi pada benih ikan. Disamping itu, meskipun produktifitas ikan pada pemberian dosis 50% tergolong baik, tetapi efektifitasnya masih dibawah sistem pemeliharaan yang menggunakan media dengan penambahan bioflok baru.

VI. REKOMENDASI

Penelitian ini memberikan beberapa pertanyaan lebih jauh untuk diteliti, diantaranya:

(i) Penelitian mengenai struktur komunitas mikroorganisme diawal dan akhir siklus produksi yang menggunakan sistem bioflok,

(ii) Penelitian yang membandingkan secara langsung penggunaan bioflok baru dan bioflok daur ulang dengan pencatatan parameter kualitas air harian agar dapat diketahui fluktuasi DO, nitrogen, fosfor, dan turbiditas dan korelasinya dengan parameter pertumbuhan dan SR pada ikan.

DAFTAR PUSTAKA

Afifi, I.H.M., 2014. *Pemanfaatan Bioflok pada Budidaya Ikan Lele Dumbo (Clarias sp.) dengan Padat Tebar Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan dan Survival Rate (SR)* (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).

Avnimelech, Y., Verdegem, M.C.J., Kurup, M. and Keshavanath, P., 2008. Sustainable land-based aquaculture: rational utilization of water, land and feed resources. *Mediterranean Aquaculture Journal*, *1*(1), pp.45-55.

Azhar, F., 2018. Aplikasi Bioflok yang dikombinasikan dengan Probiotik untuk Pencegahan Infeksi Vibrio parahaemolyticus pada Pemelihaaran Udang Vaname (Litopenaeus vannamei). *Journal of Aquaculture Science*, *3*(1).

Cai, H., Ross, L.G., Telfer, T.C., Wu, C., Zhu, A., Zhao, S. and Xu, M., 2016. Modelling the nitrogen loadings from large yellow croaker (Larimichthys crocea) cage aquaculture. *Environmental Science and Pollution Research*, *23*(8), pp.7529-7542.

de Souza, D.M., Suita, S.M., Romano, L.A., Wasielesky Jr, W. and Ballester, E.L.C., 2014. Use of molasses as a carbon source during the nursery rearing of Farfantepenaeus brasiliensis (Latreille, 1817) in a Biofloc technology system. *Aquaculture Research*, *45*(2), pp.270-277.

Dediyanto, K., Sulistiono, S., Utami, A.U. and Adharani, N., 2019. Akselerasi performa ikan lele dengan sistem bioflok menggunakan probiotik fish megaflok. *Jurnal lemuru*, *1*(1), pp.34-43.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan Kanisius*. Yogyakarta

Effendie MI. 1997. *Metode biologi perikanan.* Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Ekasari, J., Azhar, M.H., Surawidjaja, E.H., Nuryati, S., De Schryver, P. and Bossier, P., 2014. Immune response and disease resistance of shrimp fed biofloc grown on different carbon sources. *Fish & shellfish immunology*, *41*(2), pp.332-339.

Gallardo-Collí, A., Pérez-Rostro, C.I. and Hernández-Vergara, M.P., 2019. Reuse of water from biofloc

technology for intensive culture of Nile tilapia (Oreochromis niloticus): effects on productive performance, organosomatic indices and body composition. *International Aquatic Research*, *11*(1), pp.43-55

Haser, T.F., 2012. *Pengaruh Jumlah Pemberian Pakan Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila Merah (Oreochromis sp.). (Thesis,* Universitas Padjajaran). Jatinangor

Herath, S.S. and Satoh, S., 2015. Environmental impact of phosphorus and nitrogen from aquaculture. In *Feed and Feeding Practices in Aquaculture* (pp. 369-386). Woodhead Publishing.

Hess, S., Prescott, L.J., Hoey, A.S., McMahon, S.A., Wenger, A.S. and Rummer, J.L., 2017. Species-specific impacts of suspended sediments on gill structure and function in coral reef fishes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *284*(1866), p.20171279.

Leffler, J. W., Brunson, J. F., Arrington, D., DuRant, E., O'Quinn IV, R.D (2012). Impact of reused water from superintensive, minimal-exchange, biofloc systems on the production of pacific white shrimp (L. vannamei). Wadell Mariculture Centre South Carolina Department of Natural Resources. https://www.aesweb.org/presentations/biofloc/lasvegas2012/Impact%20of%20reused%20water%20from%20superintensive,%20minimal-exchange,%20biofloc%20systems%20on%20the%20production%20of%20Pacific%20White%20Shrimp%20L%20vannamei.pdf. Accessed on 20 November 2019.

Piedrahita, R.H., 2003. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*, *226*(1-4), pp.35-44.

Rohmana D. 2009. *Konversi Limbah Budidaya Ikan Lele, Clarias sp. Menjadi Biomassa Bakteri Heterotrof untuk Perbaikan Kualitas Air dan Makanan Udang Galah, (Macrobrachium rosenbergii)*. (Master Thesis, Institut Pertanian Bogor).

Runa, N.M., 2019. Pemanfaatan Tepung Tapioka dengan Dosis Berbeda Sebagai Sumber Karbon Pembentuk Bioflok pada Media Pemeliharaan Benih Ikan Patin (Pangasius sp.). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, *8*(1), pp.54-61.

Rusherlistyani, Dwi Sudaryati, Sucahyo Heriningsih. 2017.Budidaya Lele Dengan Sistem Kolam Bioflok. LPPM UPN VY.

Setiawan, A., Ariqoh, R., Tivani, P., Pipih, L. and Pudjiastuti, I., 2016. "bioflokulasi sistem" teknologi budidaya lele tebar padat tinggi dengan kapasitas 1m3/750 ekor dengan flock forming bacteria. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, *1*(1).

Sukendar, Widanarni, and Setiawati, M., 2017. Respons imun dan kinerja pertumbuhan ikan lele, Clarias gariepinus (Burchell 1822) pada budi daya sistem bioflok dengan sumber karbon berbeda serta diinfeksi Aeromonas hydrophila. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, *16*(3), pp.309-323.

Sunarma, A. 2004. Peningkatan Produktifitas Usaha Lele Sangkuriang (Clariassp.). Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jendral Perikanan Budidaya BBAT Sukabumi

Zonneveld N, Huisman EA dan Brown JH. 1991. *Prinsip-prinsip budidaya ikan*. Jakarta(ID): PT Gramedia Pustaka Utama.