Indonesian Journal of Sustainable Aquaculture 1(2),62-70(2024)
ISSN: 3063-0592, DOI: https://doi.org/10.30598 /aquaculture.1.2.62-70

Inovasi Sistem Bioflok Dengan Sumber Bakteri Berbeda Untuk Budidaya Berkelanjutan Benih Kakap putih (*Lates calcalifer*)

Innovation in Biofloc Systems With Different Bacterial Sources for Sustainable Cultivating White Snapper (*Lates calcarifer*)

Dini Rahayu[1], Endang Jamal[1*], Agapery Y. Pattinasarany[1]

[1]Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon, Maluku 97233, Indonesia

*Corresponding author: endangjamal81@gmail.com
(Received 20 September 2024, Accepted 18 Desember 2024)

ABSTRAK

Bioflok merupakan salah satu kemajuan teknologi budidaya ikan dengan prinsip utama mendaur ulang nutrien yang masuk ke dalam sistem budidaya. Aplikasi bioflok telah banyak digunakan pada sistem budidaya air tawar, namun pada sistem budidaya air laut masih sangat terbatas. Penelitian ini menguji aplikasi bioflok dengan sumber bakteri berbeda, EM4_Perikanan dan *Nitrobac*, terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan kakap putih (*Lates calcalifer*) serta kualitas air lingkungan budidaya. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Sebanyak 19 ekor ikan kakap putih (*Lates calcalifer*) dengan berat rata-rata 6,86±0,17 g/L dimasukkan ke dalam masing-masing akuarium bioflok yang berumur 14 hari dan kontrol. Pemberian pakan sebesar 2% dari total berat tubuh dengan frekuensi sekali sehari (09.00 pagi). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa selama masa percobaan, bobot ikan kakap putih mengalami penurunan secara variatif pada kedua perlakuan dan kontrol. Tingkat kelangsungan hidup ikan kakap putih pada perlakuan bakteri *Nitrobac* cenderung lebih tinggi dibandingkan pada bakteri EM4_Perikanan, namun keduanya lebih rendah daripada control dengan kecenderungan ikan berukuran besar lebih lama bertahan daripada ikan berukuran kecil. Konsentrasi ammonia, nitrit dan nitrat pada perlakuan pada awal percobaan lebih tinggi dibandingkan kontrol, namun cenderung menurun seiring lama pemeliharaan. Nilai DO cenderung meningkat pada perlakuan daripada control, sedangkan nilai pH cenderung sama antara perlakuan dan kontrol selama percobaan. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan *Nitrobac* sebagai sumber bakteri bioflok pada budidaya ikan kakap putih laut lebih efektif dibandingkan EM4_Perikanan, namun diperlukan penelitian lanjutan dengan memperhatikan penggunaan ukuran ikan kakap putih yang lebih besar dari 7 g dan umur bioflok yang lebih dari dua minggu lebih direkomendasikan untuk studi lanjut.

Kata kunci: Nitrobac, EM-4 Perikanan, ikan laut, kelangsungan hidup, pertumbuhan, kualitas air

ABSTRACT

Biofloc is one of the advances in fish farming technology with the main principle of recycling nutrients into the culture system. Biofloc application has been widely used in freshwater aquaculture systems, but in seawater aquaculture systems it is still very limited. This study evaluated the application of bioflocs with different bacterial sources, EM4_Fishery and Nitrobac, on the growth and survival of White Snapper (*Lates calcalifer*) and the water quality of the aquaculture environment. This study used a completely randomised design (CRD) with three replications. A total of 19 White Snapper fish with an average weight of 6.86±0.17 g/L were put into each 14-day-old biofloc and control. Feeding was 2% of total body weight with a frequency of once a day (09.00 am). The

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
Copyright © 2024 to Authors

results showed that during the experimental period, the weight of White Snapper fish decreased variably in both treatments and controls. The survival rate of White Snapper fish in the Nitrobac bacteria treatment tended to be higher than in the EM4_Fishery bacteria, but both were lower than the control with a tendency for large fish to survive longer than small fish. Concentrations of ammonia, nitrite and nitrate in the treatments at the beginning of the experiment were higher than the control but tended to decrease with the length of rearing. DO values tended to increase in the treatments compared to the control, while DO values tended to increase in the treatments compared to the control. These findings revealed that the Nitrobac as a source of biofloc bacteria in marine White Snapper culture is more effective than EM4_Fisheries, but requiring further experiments with some concern on individual fish size greater than 7 g and the biofloc older than two weeks is recommended.

Keywords: biofloc bacteria, marine fish, growth, survival, water quality

PENDAHULUAN

Biaya pakan dan kontrol kualitas air merupakan masalah utama yang sering dihadapi dalam produksi budidaya intensif. Pakan memiliki komponen biaya terbesar dari total biaya produksi budidaya yang mencapai 60-70% (Holeh *et al*., 2020). Padahal dari total pemberian pakan, hanya 25% yang dapat diasimilasi menjadi daging, sedangkan 75% dibuang ke lingkungan (Purnomo, 2012). Sisa pakan tersebut selanjutnya akan menyebabkan penurunan kualitas air diantaranya akibat meningkatnya konsentrasi limbah nitrogen yang bersifat toksik bagi ikan yang dibudidaya, misalnya amonia dan nitrit (Aswardi *et al.,* 2020). Penerapan teknologi bioflok dapat dijadikan solusi untuk mengatasi permasalahan kualitas air dan alternatif penyediaan pakan alami dalam lingkungan budidaya sehingga mengurangi pergantian air secara rutin (Pungky *et al.,* 2023). Prinsip utama teknologi bioflok dalam sistem budidaya intensif didasarkan pada kemampuan bakteri heterotrof untuk memanfaatkan nitrogen (N)-organik dan N-anorganik yang terdapat di dalam air (Putri *et al.,* 2015), dan selanjutnya membentuk biomassa (flok) sehingga konsentrasi nitrogen dalam kolom air menjadi berkurang (Schneider *et al*., 2005). Penambahan bahan yang mengandung karbon ke dalam air merupakan langkah praktis dan ekonomis dalam mengelola limbah akuakultur (Azhari dan Tomasoa, 2018). Sistem bioflok juga perpotensi digunakan sebagai agen biosekuriti alami yang mengurangi penggunaan antibiotik, sehingga menjanjikan sebagai salah satu strategi pengelolaan penyakit dalam budidaya perairan yang berkelanjutan (Ogello et al., 2021; Khanjani et al., 2023).

Teknologi bioflok umumnya diaplikasikan pada sistem budidaya air tawar. Sebagai contoh pada sistem budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan lele (*Clarias gariepinus*) dan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Yu *et al*., 2023; Amir dkk., 2018). Aplikasi bioflok pada spesies budidaya air payau dan laut masih sangat sedikit. Yu *et al*., (2023) melaporkan terdapat jenis *Chanos chanos* dan *Mugil cephalus* untuk ikan air payau dan *Oreochromis* sp. dan *Paralichthys olivaceus* untuk ikan air laut. Untuk itu penting untuk melakukan penelitian pengembangan aplikasi teknologi bioflok pada sistem budiaya air laut dan payau intensif utamanya pada wilayah-wilayah pesisir dan kepulauan yang didominasi spesies payau dan laut. Penelitian ini bertujuan untuk menguji aplikasi bioflok pada sistem budidaya benih kakap putih laut (*Lates calcalifer*) pada skala laboratorium menggunakan sumber bakteri berbeda.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
Copyright © 2024 to Authors

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Budidaya Perairan (BDP) Unit Kultivasi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon pada 9 Maret sampai dengan 9 Juni 2024.

Prosedur Penelitian

Benih ikan kakap putih (*Lates calcalifer*) diperoleh dari Balai Perikanan Budidaya Laut (BPBL) Ambon. Bobot ikan yang digunakan rata-rata 5,82-6,26 g. Sebelum digunakan, benih diaklimatisasi selama tiga (3) hari di Lab. BDP Unit Kultivasi. Sumber air laut yang digunakan untuk aklimatisasi dan pemeliharaan benih berasal dari BPBL Waiheru Ambon.

Komponen bioflok disajikan pada Tabel 1. Semua bahan dicampurkan secara merata, kemudian dibiarkan selama 14 hari untuk pembentukan bioflok sambil melakukan pengecekan kualitas air. Faktor perlakuan adalah dua (2) sumber bakteri yang digunakan antara lain: 1) produk komersial EM_4 Perikanan yang terdiri dari *Lactobacillus casei* dan *Saccharomyces cerevisiae* dan 2) *Nitrobac* yang mengandung bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp.

Tabel 1. Formula bioflok yang digunakan pada penelitian ini

Bioflok menggunakan EM_4 Perikanan(FBA)	Bioflok menggunakan Nitrobac (FBB)
Air laut 17 L	Air laut 17 L
Dolomit 0,2 g/L	Dolomit 0,2 g/L
$NaNO_3$ 0,2 g/L	$NaNO_3$ 0,2 g/L
Molase 0,25 g/L	Molase 0,25 g/L
EM4 0,25 g/L	**Nitrobac 0,25 g/L**
Terigu 0,25 g/L	Terigu 0,25 g/L
Pakan ikan Megami GR-3 1,7 g/L	Pakan Megami GR-3 1,7 g

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Benih ikan kakap putih (*Lates calcalifer*) dimasukkan ke dalam masing-masing akuarium kontrol dan perlakuan bioflok bervolume 17 L dengan kepadatan awal 19 ekor atau setara dengan 6,86±0,17 g/L. Ikan kakap putih diberi pakan Megami GR-3 dengan frekuensi sekali sehari, yakni pada jam 09.00 pagi sebanyak 2% dari total berat tubuh.

Metode Pengumpulan Data

Pengukuran parameter fisik kimia pada lingkungan budidaya ikan kakap putih meliputi pH, DO, ammonia, nitrit, dan nitrat dilakukan pada pada awal kultur dan akhir kultur menggunakan Tes Strips *Yier*. Penambahan air tawar dilakukan dua hari sekali mengikuti laju evaporasi untuk menjaga salintas lingkungan budidaya tetap berada pada kisaran yang sama. Pengukuran parameter suhu, salinitas, dilakukan setiap hari secara *insitu*. Kondisi suhu dan salinitas selama pemeliharaan ikan ditunjukkan pada Tabel 2.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
Copyright © 2024 to Authors

Tabel 2. Kondisi suhu selama pemeliharaan ikan kakap putih, pada kontrol, perlakuan EM_4 Perikanan dan perlakuan *Nitrobac.*

Waktu Pengukuran	Media	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)
Pagi	Kontrol	25±0.59	34±1.00
	EM_4 Perikanan	25±0.27	34±0.87
	Nitrobac	25±0.27	33±0.55
Sore	Kontrol	27±1.47	34±0.94
	EM_4 Perikanan	27±1.60	34±0.51
	Nitrobac	27±1.60	33±0.15

Persentasi kelangsungan hidup (SR) benih kakap putih dihitung menggunakan rumus menurut Matondang *et al*., (2021):

$$SR\ (\%) = \frac{Nt}{No}\ x\ 100\%$$

SR (%) : Kelangsungan hidup
Nt : Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan
No : Jumlah ikan pada awal pemeliharaan

Bobot tubuh ikan diukur pada saat awal dan akhir penelitian. Persentase reduksi berat dihitung menggunakan formula menurut Marino (2020) sebagai berikut:

$$\frac{Berat\ (rata-rata\ awal) - Berat\ (rata-rata\ akhir)}{Berat\ (rata-rata\ awal)} \times 100\%$$

Metode Analisa Data

Data kualitas air media kultur (pH, DO, ammonia, nitrit dan nitrat), berat tubuh dan kelangsungan hidup ikan kakap putih dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik menggunakan Program Microsoft Excel.

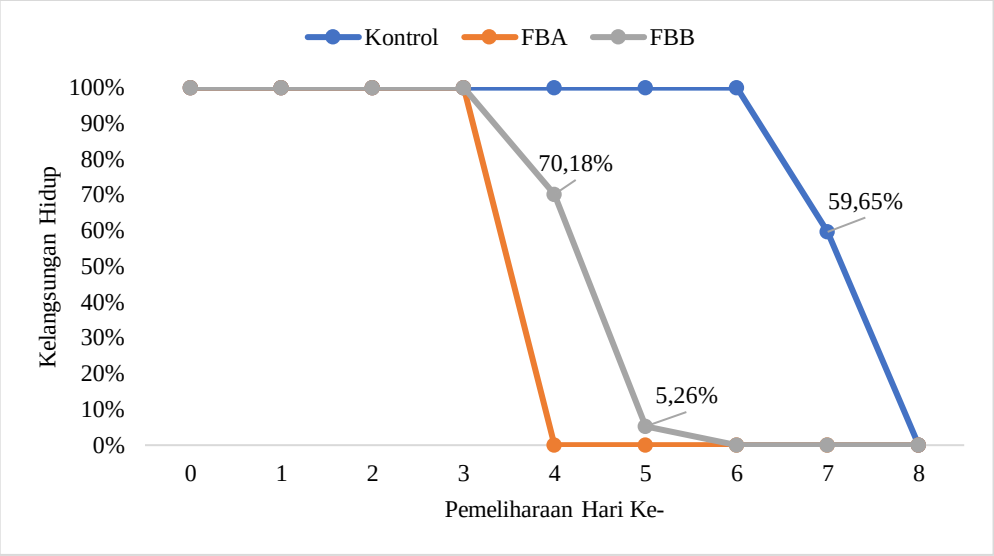
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tingkat kelangsungan hidup benih ikan kakap putih yang dipelihara pada perlakuan bioflok dan kontrol dapat dilihat pada Gambar 1. Persentasi kelangsungan hidup pada sistem bioflok dengan perlakuan *Nitrobac* cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan EM_4 perikanan, namun keduanya lebih rendah dibandingkan kontrol (Gambar 1). Benih kakap putih pada perlakuan *Nitrobac* mengalami secara kematian secara bertahap dibandingkan dengan perlakuan EM_4 perikanan. Tingkat kelangsunan

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
Copyright © 2024 to Authors

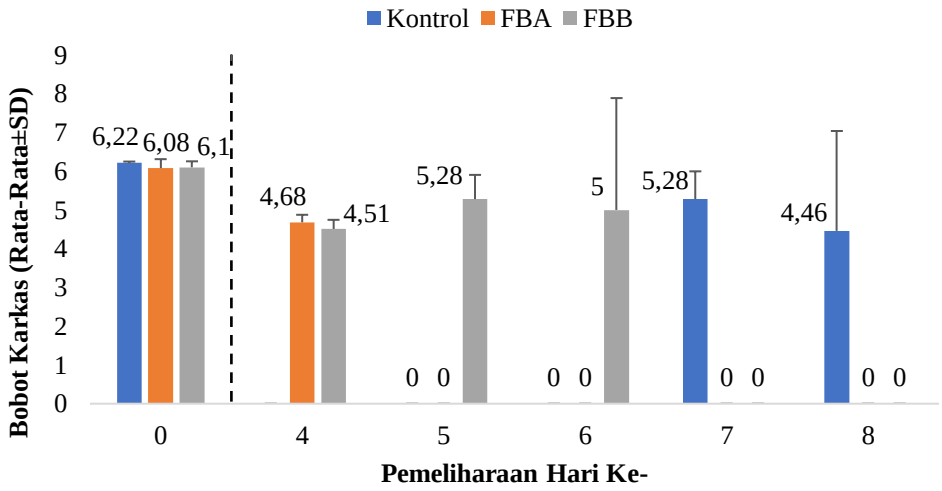
hidup benih ikan kakap putih pada perlakuan *Nitrobac* pada hari ke-4 sebesar 70,18%, hari ke-5 5,26%, dan 100% di hari ke-6 (Gambar 1). Sebaiknya tingkat kelangsungan hidup benih kakap putih pada perlakuan EM_4 perikanan mengalami kematian total 100% di hari ke-4 (Gambar 1). Tingkat kelangsungan hidup pada kontrol sebesar 59,65% pada hari ke-7 dan mengalami kematian 100% pada hari ke-8 (Gambar 1).



Gambar 1. Tingkat kelangsungan hidup benih kakap putih pada kontrol, perlakuan EM_4 Perikanan (FBA) dan perlakuan *Nitrobac* (FBB) selama periode pemeliharaan

Bobot ikan kakap putih yang dipelihara pada perlakuan bioflok dengan sumber bakteri berbeda dapat dilihat pada Gambar 2. Secara umum terjadi variasi penurunan berat (rata-rata±SD) ikan per ekor selama penelitian, baik pada kontrol maupun perlakuan. Pada perlakuan EM_4 perikanan, bobot rata-rata ±SD ikan yang mati pada hari ke-4 adalah 4.68±0,19 g, berkurang dari bobot awal 6.08±0,23 g atau bobot ikan berkurang sebesar 23.02% dari berat awal. Pada perlakuan *Nitrobac*, bobot rata-rata ±SD ikan yang mati pada hari ke-4, ke-5 dan ke-6 adalah berturut-turut 4.51 g, 5.28 dan 5 g, berkurang dibandingkan dengan bobot ikan pada hari ke-0, 6.1±0,15 g atau penurunan berat pada hari ke-4 mencapai 26.06%, hari ke-5 adalah 13.44% dan hari ke-6 yaitu 18.03%. Pada kontrol, bobot rata-rata±SD ikan yang mati pada hari ke-7 dan ke-8 adalah 5.28±0,71 g dan 4.46±2,57 g berkurang dari 6.22±0,02 g pada awal pemeliharaan atau terjadi penurunan bobot ikan pada hari ke-7 sebesar 15.11% dan pada hari ke-8 sebesar 28.9%.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
Copyright © 2024 to Authors



Gambar 2. Bobot ikan kakap putih pada kontrol, perlakuan EM_4 perikanan (FBA) dan perlakuan*Nitrobac* (FBB) selama periode pemeliharaan

Tabel 3 menunjukkan nilai pH, DO, ammonia, nitrit dan nitrat selama pemeliharaan. Nilai pH berkisar 7,6-8,4 pada kontrol dan perlakuan. Kisaran nilai DO yakni 6,60-8,03 mg/L. Pada hari ke-4 terlihat perlakuan EM_4 perikanan memiliki pH lebih tinggi (8,03 mg/L) daripada perlakuan *Nitrobac* (7,43 mg/L) dan komtrol (6,60 mg/L). Kandungan ammonia pada kontrol dan perlakuan selama pemeliharaan benih ikan Kakap putih bervariasi antara 0,01-0,4 mg/L. Menariknya saat pada hari ke-4 saat ikan mati massal pada perlakuan EM_4 perikanan, kandungan ammonia pada kedua perlakuan adalah sama yakni 0,2-0,4 mg/L, namun pada hari ke-5, kandungan ammonia pada perlakuan *Nitrobac* menurun menjadi 0,01-0,02 mg/L. Kandungan nitrit pada kontrol meningkat selama pemeliharaan dari 0 menjadi 1 mg/L pada hari ke-5. Kandungan nitrit dan nitrat pada kedua perlakuan terlihat mengalami penurunan dibandingkan dengan awal pemeliharaan. Kandungan nitrit pada awal pemeliharaan 10-20 mg/L menurun menjadi 5 mg/L di hari ke-4 sedangkan kandungan nitrat pada awal pemeliharaan adalah 50-100 mg/L tetap hingga hari ke-4, selanjutnya di hari ke-5, pada perlakuan *Nitrobac* menurun menjadi 50 mg/L.

Tabel 3. Kisaran nilai pH, DO, nitrit, nitrat dan ammonia pada kontrol, perlakuan EM_4 perikanan (FBA) dan perlakuan *Nitrobact* (FBB) selama pemeliharaan.

Hari ke-	Media	pH	DO (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Ammonia (mg/l)
0	Kontrol	7,6-7,8	-	0	1-5	-
4	Kontrol	7,6	6,60	0	5	0,1-0,2
5	Kontrol	7,8-8,4		1	10	0,1-0,2
0	FBA	7,8-8,4	-	10-20	50-100	-
4	FBA	7,6	8,03	5	50-100	0,2-0,4
5	FBA	-	-	-	-	-
0	FBB	7,8-8,4	-	10-20	50-100	-
4	FBB	7,6	7,43	5	50-100	0,2-0,4

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
Copyright © 2024 to Authors

Hari ke-	Media	pH	DO (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Ammonia (mg/l)
5	FBB	7,8-8,4	7,43	5	50	0,01-0,02

Catatan: (-) data tidak tersedia karena pada hari tertentu tidak adanya pangambilan data

Pembahasan

Benih kakap putih yang diujicobakan pada penelitian ini hanya mampu bertahan 8 hari pemeliharaan sehingga evaluasi terhadap penggunaan sumber bakteri berbeda dalam formula bioflok yang diaplikasikan pada pemeliharaan benih Kakap putih dalam skala laboratorium ini sangat terbatas. Secara umum rendahnya tingkat kelangsungan hidup benih ikan Kakap putih diduga karena kondisi benih yang digunakan sedang dalam kondisi yang tidak sehat yang diindikasikan dengan kematian benih saat aklimatisasi sebesar 20% dari total benih yang tersedia. Faktor lain yang diduga turut mempengaruhi adalah padat tebar yang tinggi (19 ekor per 17 L atau 1,12 ekor/L) sehingga terjadi kompetisi ruang, oksigen dan pakan dan berdampak bagi pertumbuhan ikan (Nurlaela *et al*., 2010). Nurjannah (2020) mengatakan padat tebar yang baik untuk ikan kakap putih ukuran 5-6 cm adalah 0,5 ekor/L. Widiastuti (2009) menyatakan bahwa kondisi wadah yang semakin padat dapat menyebabkan ikan stres dan nafsu makan menurun sehingga pertumbuhannya menjadi lambat.

Perlakuan EM_4 perikanan dan perlakuan *nitrobac* memiliki tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan kontrol, akan tetapi perlakuan *nitrobac* cenderung memiliki tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi daripada perlakuan EM_4 perikanan. Penurunan bobot tubuh bervariasi pada kontrol maupun perlakuan. Menariknya, ikan dengan ukuran berat yang lebih dari 6 g cenderung lebih bertahan daripada yang berukuran kurang dari 6 g berlaku pada kontrol dan perlakuan. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor ukuran benih untuk budidaya perlu diperhatikan saat pemeliharaan ikan kakap putih skala laboratorium dan disarankan menggunakan ukuran yang lebih besar dari ukuran yang digunakan paa penelitian ini, 7 g.

Konsentrasi ammonia lebih tinggi pada perlakuan dibandingkan kontrol pada awal pemeliharaan akibat adanya input pakan pada perlakuan. Oleh karena itu penggunaan bioflok umur 2 minggu tidak efektif bagi pemeliharaan benih kakap putih, meskipun konsentrasi amonia terlihat menurun pada perlakuan *Nitrobac* seiring lama pemeliharaan. Hasil ini didukung oleh Andi dan Satrya (2018) yang menyatakan bahwa bakteri *nitrosomonas* mempunyai peranan penting dalam bioremediasi. Selanjutnya Putra *et al*. (2020) melaporkan bahwa aplikasi bioflok pada sistem kultur ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) efektif mengurangi kandungan ammonia, nitrit dan nitrat pada media budidaya. Sebaliknya pada perlakuan EM_4 perikanan, hari ke-4 semua benih ikan telah mati, akibatnya tidak diketahui tren konsentratsi ammonia setelahnya. Tingginya konsentrasi ammonia diduga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan benih kakap putih tidak bertahan dalam lingkungan perlakuan dibandingkan dengan kontrol. Ikan memiliki beberapa mekanisme untuk mentoleransi kelebihan ammonia dan mengurangi toksisitas ammonia termasuk ekskresi dan konversi (Cheng *et al*., 2015), namun paparan ammonia pada tingkat berlebihan menyebabkan ekskresi ammonia terganggu, sehingga terjadi peningkatan penyerapan ammonia dan bahkan kematian (Sinha *et al*., 2012). Selain konsentrasi ammonia yang tinggi bersifat toksik, juga menyebabkan penurunan oksigen dalam kolom air budidaya (Jang *et al*., 2004), menyebabkan lambatnya pertumbuhan ikan bahkan dapat menyebabkan kematian pada ikan (Glunian-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
Copyright © 2024 to Authors

Klanian & Arámburu-Adame, 2013). Nilai konsentrasi ammonia dan nitrat yang terukur pada penelitian ini sangat tinggi melampaui kandungan ammonia dan nitrat yang diperbolehkan untuk biota air laut sesuai PP RI (2021) adalah 0.3 mg/L dan 0.06 mg/L secara berturut-turut. Sayangnya, baku mutu untuk nitrit tidak tersedia dalam PP RI (2021). Tingginya limbah nitrogen tersebut dikarenakan belum sempurnanya proses pembentukan bioflok pada media pemeliharaan, sehingga penting untuk melakukan pengecekan konsentrasi limbah nitrogen secara rutin di dalam media pemeliharaan sebelum ikan dimasukkan.

Kesimpulan

Aplikasi bioflok pada budidaya benih ikan kakap putih pada skala laboratorium mengindikasikan sumber bakteri *Nitrobac* cenderung memberikan efek yang lebih baik daripada sumber bakteri EM4_Perikanan. Hal ini dijelaskan dengan tingkat kelangsungan hidup dan reduksi konsentrasi nitrogen (ammonia, nitrit dan nitrat) selama pemeliharaan. Penggunaan ukuran bobot ikan kakap putih > 6 g cenderung memiliki kemampuan bertahan hidup lebih lama dan reduksi berat tubuh daripada ikan kakap putih < 6 g. Untuk itu diperlukan penelitian lanjutan dengan memperhatikan umur bioflok yang lebih dari 2 minggu dan memastikan konsentrasi nitrit dan ammonia berada dalam batas aman sebelum ikan dimasukkan ke dalam media bioflok dan lebih direkomendasikan untuk menggunakan ukuran benih kakap putih yang lebih besar dari penelitian ini 6 g.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih untuk Kak Vanes, teknisi Laboratorium Budidaya Perairan, Amos dan Mirel, dua sahabat yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

Amir, S., Setyono, B. D., Alim, S., & Amin, M. (2018). Aplikasi teknologi bioflok pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus Vannamei*). *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR), 1*, 660-666. https://prosiding-pkmcsr.org/index.php/pkmcsr/article/view/245/82

Aswardy, A., Gevira, Z., Cindy, C., Putri, M. D., Putri, F. H., & Taqwa, F. H. (2020, November). Pemanfaatan tepung tapioka sebagai alternatif subsitusi molase dalam budidaya ikan nila sistem bioflok di lahan suboptimal. In *Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (No. 1, pp. 305-313).

Azhari, D., & Tomasoa, A. M. (2018). Kajian kualitas air dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan dengan sistem akuaponik. *Jurnal Akuatika Indonesia*, *3*(2), 84-90.

Cheng, C. H., Yang, F. F., Ling, R. Z., Liao, S. A., Miao, Y. T., Ye, C. X., & Wang, A. L. (2015). Effects of ammonia exposure on apoptosis, oxidative stress and immune response in pufferfish (Takifugu obscurus). *Aquatic Toxicology*, *164*, 61-71.

Gullian-Klanian, M. A. A. C., & Arámburu-Adame, C. (2013). Performance of Nile tilapia Oreochromis niloticus fingerlings in a hyper-intensive recirculating aquaculture system with low water exchange. *Latin American journal of Aquatic research*, *41*(1), 150-162.

Holeh, G. M., Appenteng, P., Opıyo, M. A., Park, J., & Brown, C. L. (2020). Effects of intermittent feeding regimes on growth performance and economic benefits of Amur catfish (*Silurus asotus*). *Aquatic Research*, *3*(3), 167-176.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
Copyright © 2024 to Authors

Jang, J. D., Barford, J. P., & Renneberg, R. (2004). Application of biochemical oxygen demand (BOD) biosensor for optimization of biological carbon and nitrogen removal from synthetic wastewater in a sequencing batch reactor system. *Biosensors and Bioelectronics*, *19*(8), 805-812.

Khanjani, M. H., Sharifinia, M., & Emerenciano, M. G. C. (2023). A detailed look at the impacts of biofloc on immunological and hematological parameters and improving resistance to diseases. *Fish & Shellfish Immunology*, *137*, 108796.

Kurniawan, A., & Dewi, C. S. U. (2018). Studi dinamika bakteri dan kualitas air selama proses awal bioflok. *Journal of Innovation and Applied Technology*, *4*(2), 779-783.

Nurjanah, S. (2020). Pencegahan Bakteri Vibrio alginolyticus Pada Ikan Kakap putih (Lates calcarifer) Dengan Penambahan Serbuk Daun Binahong (Anredera cordifolia) Pada Pakan [Skripsi]. Aceh: Universitas Malikussaleh.

Nurlaela, I., Tahapari, E., & Sularto, S. (2017). Pertumbuhan ikan patin nasutus (Pangasius nasutus) pada padat tebar yang berbeda. In *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* (pp. 31-36).

Ogello, E. O., Outa, N. O., Obiero, K. O., Kyule, D. N., & Munguti, J. M. (2021). The prospects of biofloc technology (BFT) for sustainable aquaculture development. *Scientific African*, *14*, e01053.

[PP RI] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Nomor 21 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Lampiran VIII: Baku Mutu Air Laut. https://dlh.jembranakab.go.id/file/Lampiran+Peraturan+Pemerintah+Nomor+22+Tahun+2021.pdf (diakses pada tanggal 2 Juli 2024).

Pungky, S. W. K., Andriani, V., Binawati, D. K., Yachya, A., Hariani, D., & Amilah, S. (2023). Pkm Budidaya Ikan Lele (*Clarias Gariepinus*) Menggunakan Sistem Bioflok Pada Guru SMA Se-Jawa Timur. *Jurnal Penamas Adi Buana*, *6*(02), 94-103.

Purnomo, P. D. (2012). The effect of carbohydrate addition in aquaculture media towards production of intensive tilapia culture (Oreochromis niloticus). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, *1*(1), 161-179.

Putra, I., Effendi, I., Lukistyowati, I., Tang, U. M., Fauzi, M., Suharman, I., & Muchlisin, Z. A. (2020). Effect of different biofloc starters on ammonia, nitrate, and nitrite concentrations in the cultured tilapia Oreochromis niloticus system. *F1000research*, *9*, 293-293. https://doi.org/10.12688/f1000research.22977.3.

Putri, B., Wardiyanto, W., & Supono, S. (2015). Efektivitas Penggunaan Beberapa Sumber Bakteri Dalam Sistem Bioflok Terhadap Keragaan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, *4*(1), 433-438.

Schneider, O., Sereti, V., Eding, E. H., & Verreth, J. A. J. (2005). *Protein production by the heterotrophic bacteria using carbon supplemented fish waste*. http://www.was.org/Meetings/AbstractData.asp?AbstractId=8945

Sinha, A. K., Liew, H. J., Diricx, M., Blust, R., & De Boeck, G. (2012). The interactive effects of ammonia exposure, nutritional status and exercise on metabolic and physiological responses in gold fish (Carassius auratus L.). *Aquatic Toxicology*, *109*, 33-46.

The Engineering ToolBox. (2005). *Oxygen - Solubility in Fresh and Sea Water vs. Temperature*. [online] Available at: https://www.engineeringtoolbox.com/oxygen-solubility-water-d_841.html [Diakses 22 Juni 2024].

Widiastuti, I. M. (2009). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup (survival rate) ikan mas (Cyprinus carpio) yang dipelihara dalam wadah terkontrol dengan padat penebaran yang berbeda. *Media Litbang Sulawesi Tengah*, *2*(2), 151073.

Yu, Y. B., Choi, J. H., Lee, J. H., Jo, A. H., Lee, K. M., & Kim, J. H. (2023). Biofloc technology in fish aquaculture: A review. *Antioxidants*, *12*(2), 398. https://doi.org/10.3390/antiox12020398

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
Copyright © 2024 to Authors