

PENUMBUHAN BIOFLOK DALAM MEDIA BUDIDAYA IKAN BANDENG

Usman^{*)}, Enang Harris^{**)}, Dedi Jusadi^{***)}, Eddy Supriyono^{***)}, dan Munti Yuhana^{***)}

^{*)} Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau
Jl. Makmur Daeng Sitakka No. 129, Maros 90512, Sulawesi Selatan
E-mail: siganus007@yahoo.com

^{**)} Departemen Budidaya Perairan-FPIK, Institut Pertanian Bogor
Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

(Naskah diterima: 22 Juni 2010; Disetujui publikasi: 7 April 2011)

ABSTRAK

Bioflok merupakan agregat campuran heterogen mikroba yang diinisiasi oleh bakteri heterotrof dan memiliki nutrisi yang cukup baik yang dapat dimanfaatkan sebagai makanan oleh beberapa jenis ikan. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi metode menumbuhkan bioflok dalam media budidaya ikan bandeng intensif. Penumbuhan bakteri heterotrof dilakukan dengan mempertahankan keseimbangan rasio Karbon/Nitrogen (C/N) sebesar 10 dalam media budidaya. Sumber nitrogen berasal dari limbah 40 ekor ikan bandeng (bobot rata-rata 75 g/ekor) yang dipelihara dalam bak *fibreglass* berisi air bersalinitas 25 ppt sebanyak 625 L. Ikan uji diberi pakan komersial dengan kadar protein 26%. Molase digunakan sebagai sumber C-organik. Perlakuan yang dicobakan adalah: (A) tanpa inokulasi bakteri heterotrof (0 cfu/mL), (B) inokulasi bakteri heterotrof sebanyak 10^2 cfu/mL, (C) inokulasi bakteri heterotrof sebanyak 10^4 cfu/mL, dan (D) inokulasi bakteri heterotrof sebanyak 10^6 cfu/mL. Hasil percobaan selama masa 30 hari menunjukkan bahwa penambahan inokulasi bakteri heterotrof sebanyak 10^6 cfu/mL cenderung lebih meningkatkan laju konversi limbah N menjadi bioflok dibandingkan jumlah inokulasi bakteri yang lebih rendah dan kontrol. Indikator utamanya dapat dilihat dari pola penurunan konsentrasi TAN dan peningkatan VSS. Penambahan inokulasi bakteri heterotrof (*Bacillus* sp.) cenderung meningkatkan kandungan asam amino bioflok.

KATA KUNCI: bioflok, penumbuhan, media budidaya, bandeng

ABSTRACT: *Cultivating biofloc in grow-out culture media of milkfish. By: Usman, Enang Harris, Dedi Jusadi, Eddy Supriyono, and Munti Yuhana*

Biofloc is aggregate of heterogenous mixtures of microbial initiated by heterotrophic bacteria, containing sufficient nutrient and can be used as food source by certain fish species. This experiment was conducted to grow biofloc in grow-out culture media of milkfish. Heterotrophic bacteria was grown by maintaining C/N ratio of 10 in milkfish grow-out media for 30 days. Nitrogen waste from 40 milkfish (average weight of 75 g/fish) was the nitrogen source. The fish was reared in a fibreglass tank containing 625 L of water (25 ppt salinity). The fish were fed with commercial feed with protein content of 26%. Molasses was used as organic-C source. The treatments were: (A) without inoculation of commercial heterotrophic bacteria (0 cfu/mL), (B) inoculation of commercial heterotrophic bacteria of 10^2 cfu/mL, (C) inoculation of commercial heterotrophic bacteria of 10^4 cfu/mL, and (D) inoculation of commercial heterotrophic

*bacteria of 10^6 cfu/mL. The results showed that inoculation of heterotrophic bacteria of 1×10^6 cfu/mL tended to increase the conversion ratio of N waste to biofloc in milk fish grow-out media compared to the low densities of heterotrophic bacteria inoculation. The main indicators showed a decline in total ammonia nitrogen (TAN) level, and increase of volatile suspended solid in milk fish grow-out media. Additional commercial bacteria (*Bacillus sp.*) tended to increase amino acid content in biofloc.*

KEYWORDS: *biofloc, growing, milkfish, culture media*

PENDAHULUAN

Pada budidaya perikanan secara intensif, penggunaan pakan buatan dapat mencapai 100% untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan budidaya. Pakan ikan umumnya mengandung protein tinggi, karena protein selain digunakan untuk pertumbuhan juga digunakan sebagai sumber energi utama oleh ikan (Wilson, 2002). Oleh karena itu, ikan banyak mengeluarkan limbah N, utamanya amoniak (NH_3) sebagai hasil perombakan protein dan deaminasi asam amino untuk keperluan metabolismenya (Halver & Hardy, 2002). Hal ini menyebabkan efisiensi protein pakan menjadi rendah dan pengeluaran limbah N anorganik, utamanya amoniak (NH_3) yang bersifat toksik menjadi tinggi. Selain itu, terdapat limbah N organik yang berasal dari sisa pakan yang tidak termakan dan feses yang akan didekomposisi oleh mikroba dalam kolom air dan dasar perairan sehingga dapat meningkatkan *total ammonia-nitrogen* ($\text{TAN} = \text{NH}_3 + \text{NH}_4$) dan nitrit karena terjadinya transformasi nitrogen dan keduanya berbahaya untuk ikan sekalipun pada konsentrasi yang rendah (Schneider *et al.*, 2005).

Pada teknologi bioflok, amonia, dan limbah organik nitrogen akan dikonversi menjadi biomassa bakteri heterotrof, jika terjadi keseimbangan antara karbon organik dan nitrogen (Schneider *et al.*, 2005). TAN yang berasal dari dekomposisi pakan yang tidak termakan dan feses serta dari ekskresi ikan akan dimanfaatkan oleh bakteri pada flok. Untuk menjaga keseimbangan nitrogen dan karbon dalam media budidaya ikan intensif agar bakteri heterotrof dapat tumbuh maksimal, perlu ditambahkan C-organik dalam media budidaya dengan pergantian air seminimal mungkin. Pada kepadatan bakteri heterotrof yang cukup tinggi dalam media akan memicu terbentuknya bioflok. Bioflok ini merupakan campuran heterogen dari mikroba (bakteri, plankton, fungi, protozoa, ciliata, nematoda), partikel, koloid, polimer organik, kation yang saling berintegrasi cukup baik dalam air

untuk tetap bertahan dari agitasi (goncangan) air yang moderat (Jorand *et al.*, 1995). Flok mikroba ini mengandung nutrisi seperti protein (19%-58%), lemak (2%-39%), karbohidrat (27%-59%), dan abu (2%-17%) yang cukup bagus bagi ikan/udang budidaya (Verstraete *et al.*, 2008; Crab *et al.*, 2009). Oleh karena itu, penumbuhan flok mikroba heterotrofik ini merupakan suatu solusi untuk meningkatkan pemanfaatan protein pakan dan menekan beban limbah budidaya ikan. Terbentuknya biomassa bakteri ini sekaligus akan menurunkan limbah nitrogen dalam media budidaya (Avnimelech, 1999). Hal ini tentunya akan meningkatkan pertumbuhan ikan, meningkatkan efisiensi protein dan pakan serta menekan buangan limbah ke lingkungan perairan serta meningkatkan efisiensi penggunaan air dan lahan budidaya. Kecepatan konversi amonium dan terbentuknya bioflok sangat dipengaruhi oleh perkembangan populasi bakteri heterotrof dalam media budidaya. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa bioflok terbentuk ketika kepadatan populasi bakteri heterotrof dalam media telah mencapai 8×10^7 cfu/mL (Burford *et al.*, 2003; 2004; Avnimelech, 2009). Sehubungan dengan hal tersebut, maka untuk penumbuhan bakteri heterotrof yang cepat dan stabil dalam media budidaya ikan bandeng dilakukan uji coba penambahan inokulasi bakteri heterotrof dalam media budidaya.

BAHAN DAN METODE

Wadah percobaan yang digunakan berupa tanki *fibre glass* sebanyak 8 unit yang diisi air bersalinitas sekitar 25 ppt sebanyak 625 L, dilengkapi dengan sistem aerasi. Hewan uji yang digunakan berupa ikan bandeng berukuran rata-rata 75 g/ekor dan ditebar sebanyak 40 ekor/bak. Ikan tersebut diberi pakan komersil dengan kadar protein 26% sebanyak 3% dari biomassa ikan per hari pada pagi, siang, dan sore hari. Untuk menumbuhkan bioflok dalam media budidaya, maka diupayakan rasio C/N dalam media budidaya

minimal 10, sehingga setelah pemberian pakan pada pagi dan sore hari, dilakukan penambahan C-organik yaitu molase ke dalam media pemeliharaan sebanyak 82% dari bobot pakan harian (Usman *et al.*, 2010). Perlakuan yang dicobakan dalam penelitian ini adalah:

- A. Tanpa inokulasi mikroba (0 cfu/mL)
- B. Inokulasi bakteri heterotrof (komersil) sebanyak 10^2 cfu/mL pada hari pertama
- C. Inokulasi bakteri heterotrof (komersil) sebanyak 10^4 cfu/mL pada hari pertama.
- D. Inokulasi bakteri heterotrof (komersil) sebanyak 10^6 cfu/mL pada hari pertama

Masing-masing perlakuan terdiri atas 2 ulangan. Jenis bakteri heterotrof komersil yang digunakan adalah *Bacillus* sp.

Sistem aerasi diatur untuk menciptakan agar bahan organik dapat tersuspensi terus dalam media pemeliharaan dan kadar oksigen terlarut >3 mg/L. Lama pemeliharaan selama 30 hari.

Variabel kualitas air yang diamati secara harian meliputi: TAN, nitrit, nitrat, *total suspended solid (TSS)*, *volatile suspended solid (VSS)*, dan *floc volume indeks (FVI)* diukur berdasarkan APHA (1995). Oksigen terlarut, suhu dan pH diukur secara *insitu* menggunakan DO-meter dan pH-meter. Total bakteri heterotrof dalam media pemeliharaan dihitung berdasarkan APHA (1995). Pengambilan sampel untuk analisis proksimat bioflok dilakukan secara periodik pada hari ke-10 dan selanjutnya setiap 5 hari dan dianalisis berdasarkan metode AOAC International (1999): bahan kering (DM) dikeringkan dengan *oven* pada suhu 105°C selama 16 jam, serat kasar dengan ekstraksi ether, abu dengan pembakaran dalam *muffle furnace* pada suhu 550°C selama 24 h dan protein kasar dianalisis dengan micro-Kjeldahl, lemak dideterminasi secara gravimetric dengan ekstraksi chloroform: methanol pada sampel. Asam amino bioflok dianalisis dengan menggunakan *High-Performance Liquid Chromatography (HPLC)*. Hasil pengamatan terhadap variabel-variabel tersebut dianalisis ragam dan secara deskriptif.

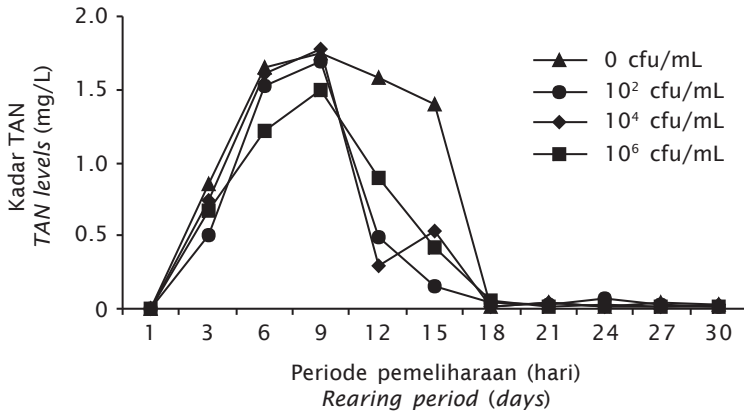
HASIL DAN BAHASAN

Kualitas Air

Salah satu aspek penting tujuan penumbuhan bioflok dalam media budidaya ikan adalah perbaikan kualitas air, khususnya

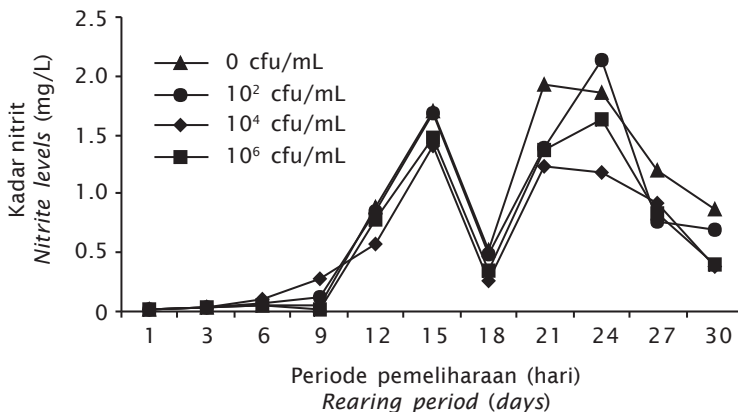
kandungan TAN dan nitrit. Bioflok yang tumbuh di dalam media budidaya diharapkan dapat mengasimilasi limbah TAN sehingga kandungan TAN dalam media budidaya menjadi rendah dan layak bagi pertumbuhan ikan budidaya. Hasil pengamatan tentang dinamika pola kandungan TAN pada penumbuhan bioflok dalam media budidaya ikan bandeng disajikan pada Gambar 1. Pada gambar tersebut terlihat bahwa kandungan TAN meningkat dengan tajam pada awal pemeliharaan hingga mencapai puncak rata-rata sekitar 1,8 mg/L pada hari ke-9, khususnya pada perlakuan yang tidak diberi inokulasi bakteri heterotrof komersil (hanya mengandalkan bakteri yang secara alamiah berada dalam air media tersebut), perlakuan B (inokulasi bakteri heterotrof komersil sebanyak 1×10^2 cfu/mL) dan perlakuan C (inokulasi bakteri heterotrof komersil sebanyak 1×10^4 cfu/mL). Sementara kandungan TAN dalam media pada perlakuan D (inokulasi bakteri heterotrof komersil sebanyak 1×10^6 cfu/mL) cenderung lebih rendah daripada perlakuan lainnya meskipun juga mengalami peningkatan yang cukup tinggi hingga mendekati 1,5 mg/L pada hari ke-9. Peningkatan kandungan TAN hingga nilai tersebut sudah sangat mengganggu nafsu makan, pertumbuhan, dan sintasan ikan bandeng (Ahmad *et al.*, 1993; Wedemeyer, 1996). Pada penelitian ini, ikan bandeng ditebar dengan biomassa yang cukup tinggi sekitar 3.000 g/bak (625 liter) atau sekitar 4.800 g/m³, sehingga tampaknya laju ekskresi amonia dari ikan dan hasil perombakan bahan organik N dalam media budidaya cukup tinggi dan belum seimbang dengan laju asimilasi TAN oleh bakteri heterotrof yang menyebabkan kandungan TAN dalam media meningkat dengan tajam hingga 10 hari pertama, setelah itu kandungan TAN cenderung menurun.

Setelah kandungan TAN menurun, kandungan nitrit dalam media budidaya cenderung mengalami peningkatan pada semua perlakuan khususnya pada minggu ke-2 dan ke-3 (Gambar 2). Peningkatan kandungan nitrit ini menunjukkan adanya aktivitas bakteri nitrifikasi, *ammonia oxidizing bacteria (AOB)*, seperti *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus*, dan *Nitrosovibrio* (Ebeling *et al.*, 2006). Terjadinya peningkatan kadar nitrit pada minggu kedua dan ketiga tersebut disebabkan karena proses nitrifikasi terjadi relatif lebih lambat setelah terjadinya peningkatan kadar amonia, sehingga meskipun kadar amonia total sudah mulai menurun pada



Gambar 1. Pola dinamika kadar *ammonia nitrogen total* (TAN) dalam media budidaya selama penelitian

Figure 1. *Dynamic pattern of ammonia nitrogen total (TAN) level in the media during the experiment*

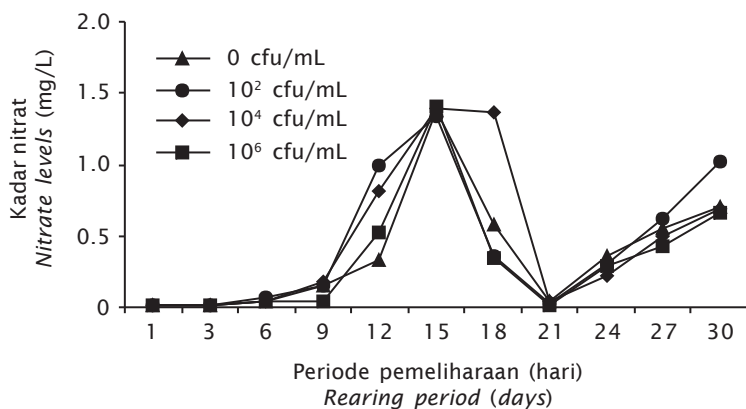


Gambar 2. Pola dinamika kadar nitrit dalam media budidaya selama penelitian

Figure 2. *Dynamic pattern of nitrite level in the media during the experiment*

minggu kedua dan minggu selanjutnya, namun kadar nitritnya masih tetap tinggi pada minggu kedua dan ketiga. Pola dinamika amonia total dan nitrit yang relatif sama dalam teknologi bioflok juga dilaporkan oleh Avnimelech (2009). Peningkatan kandungan nitrit yang cukup tinggi ini juga turut memberikan kontribusi negatif terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan bandeng (Boyd, 1990; Wedemeyer, 1996). Kadar nitrit yang aman bagi pertumbuhan ikan bandeng adalah kurang dari 0,30 mg/L (Ahmad *et al.*, 1993).

Kandungan nitrat dalam media budidaya juga mengalami peningkatan pada minggu ke-2 pemeliharaan kemudian menurun, namun nilainya lebih rendah daripada kandungan nitrit untuk semua perlakuan (Gambar 3). Ada dua kemungkinan yang terjadi sehubungan dengan kandungan nitrat ini yaitu: (1) laju proses nitrifikasi tahap kedua yaitu proses pembentukan nitrat dari nitrit oleh *nitrite oxidizing bacteria* (NOB) seperti *Nitrobakter*, *Nitrococcus*, *Nitrospira*, dan *Nitrospina* terjadi secara lambat atau (2) nitrat yang terbentuk banyak dimanfaatkan oleh mikroorganisme



Gambar 3. Pola dinamika kadar nitrat dalam media budidaya selama penelitian

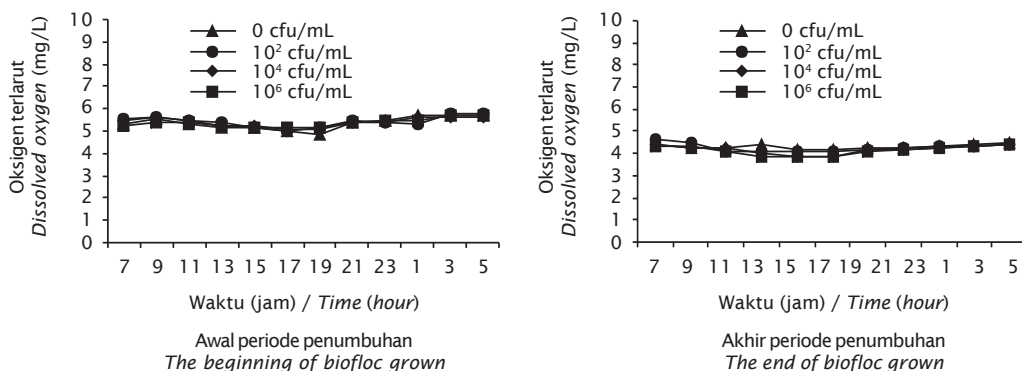
Figure 3. Dynamic pattern of nitrate level in the media during the experiment

sebagai sumber N untuk pertumbuhannya. Menurut Montoya & Velasco (2000), selain fitoplankton beberapa jenis mikroba termasuk bakteri juga dapat memanfaatkan nitrat ini sebagai sumber N bagi kehidupannya.

Oksigen terlarut dalam air merupakan faktor penting dalam proses penumbuhan bakteri heterotrof (bioflok). Dinamika oksigen terlarut pada awal dan akhir penelitian disajikan pada Gambar 4. Pada gambar tersebut terlihat bahwa kandungan oksigen terlarut pada awal penelitian relatif cukup tinggi untuk semua perlakuan yaitu berkisar antara 4,8 hingga 5,5 mg/L. Namun pada akhir penelitian kandungan oksigen cenderung menurun yaitu

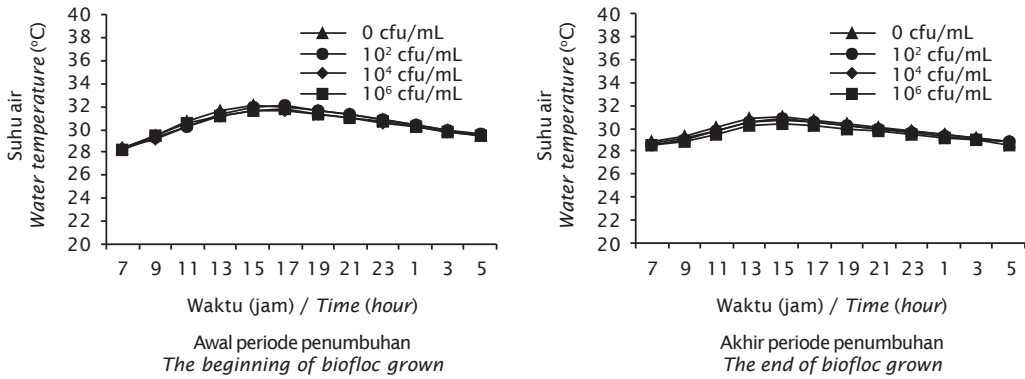
berkisar antara 3,8 hingga 4,6 mg/L. Kandungan oksigen tersebut dipertahankan di atas 3 mg/L dengan menggunakan aerasi untuk menciptakan kondisi aerob dalam media budidaya. Tampak juga bahwa kandungan oksigen terlarut tersebut cenderung menurun pada siang hari yang disebabkan oleh peningkatan suhu (Gambar 5) serta laju metabolisme ikan bandeng dan mikroorganisme dalam media budidaya.

Pola perubahan suhu dari hasil pengamatan 24 jam memperlihatkan pola yang sama antara perlakuan (Gambar 5) dan tidak terlihat perbedaan yang berarti diantara perlakuan.



Gambar 4. Pola dinamika kadar oksigen terlarut selama 24 jam pada awal dan akhir periode penelitian

Figure 4. Dynamic pattern of dissolved oxygen level in the media for 24 hours at the beginning and the end of the experiment

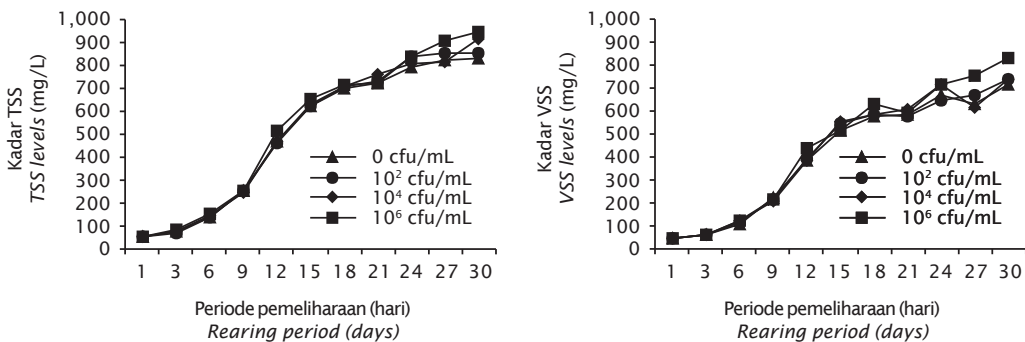


Gambar 5. Pola suhu media selama 24 jam pada awal dan akhir periode penelitian
 Figure 5. Dynamic pattern of water temperature in the media for 24 hours at the beginning and the end of the experiment

Produksi dan Karakteristik Bioflok

Produksi bioflok dapat dilihat dari perkembangan kandungan *total suspended solid* (TSS), *volatile suspended solid* (VSS), dan jumlah bakteri heterotrof dalam media budidaya. Pada penelitian ini terlihat bahwa kandungan TSS dan VSS meningkat dengan meningkatnya periode pemeliharaan (Gambar 6). Peningkatan kandungan TSS dan VSS ini disebabkan karena adanya konversi limbah N dari kegiatan budidaya ikan bandeng dengan penambahan C-organik dari molase menjadi mikroorganisme heterotrof yang selanjutnya membentuk flokulasi (bioflok) (Gambar 7). Tingkat produksi TSS dan VSS pada perlakuan inokulasi bakteri heterotrof sebanyak 1×10^6 cfu/mL relatif lebih tinggi daripada perlakuan lainnya.

Floc volume index (FVI) merupakan salah satu indikator untuk melihat laju endap VSS. Semakin rendah nilai FVI, maka semakin mudah flok itu mengendap. Pada penelitian ini, nilai SVI baru mulai terukur pada penumbuhan hari ke-4. Bioflok yang terbentuk memiliki *Floc volume index* (FVI) yang relatif sama di antara semua perlakuan dengan nilai rata-rata untuk perlakuan tanpa inokulasi bakteri heterotrof sebanyak 183 ± 28 mL/g, perlakuan inokulasi bakteri heterotrof 1×10^2 cfu/mL sebanyak 185 ± 31 mL/g, perlakuan inokulasi bakteri heterotrof 1×10^4 cfu/mL sebanyak 182 ± 27 mL/g, dan perlakuan inokulasi bakteri heterotrof 1×10^6 cfu/mL sebanyak 177 ± 22 mL/g. Nilai indeks ini lebih rendah dibandingkan yang diperoleh Ekasari (2008) yaitu 519-720 mL/g. Menurut De Schryver



Gambar 6. Pola dinamika kadar *total suspended solid* (TSS) dan kadar *volatile suspended solid* (VSS) dalam media budidaya selama penelitian
 Figure 6. Dynamic pattern of *total suspended solid* (TSS) level dan *volatile suspended solid* (VSS) level in the media during the experiment



Penyebaran bio-flok dalam air
Biofloc distribution in the media

Bio-flok yang dipanen
Biofloc harvest

Endapan bio-flok
Biofloc sediment

Gambar 7. Penyebaran bioflok dalam media budidaya dan hasil panen bioflok

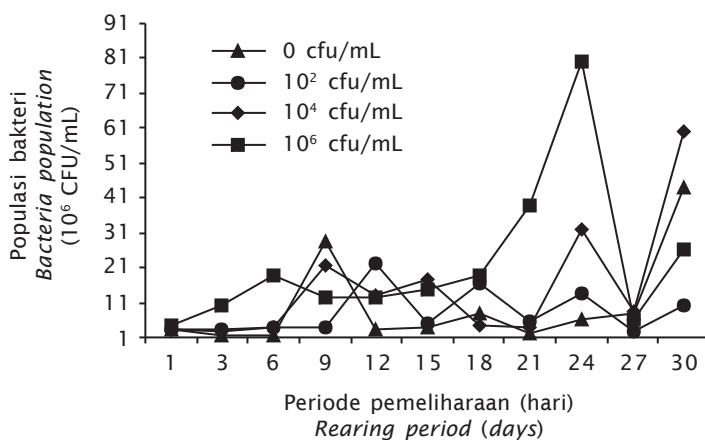
Figure 7. *Biofloc distribution and biofloc harvest from the biofloc media culture*

(2008), *FVI* yang baik untuk akuakultur memiliki nilai > 200 mL/g. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *FVI* yang didapatkan pada penumbuhan bioflok ini masih lebih rendah dari yang disarankan. Nilai *FVI* yang agak rendah pada penelitian ini disebabkan karena komponen penyusun bioflok tampak tidak banyak didominasi oleh bakteri filamentus dan fungi (pengamatan di bawah mikroskop). Bentuk dan ukuran bioflok yang terbentuk beragam dengan kisaran antara 60-1.000 m.

Dinamika populasi bakteri heterotrof

Bioflok merupakan campuran heterogen dari mikroba (bakteri, plankton, fungi, protozoa, ciliata, nematoda), partikel, koloid, polimer organik, kation yang saling berintegrasi cukup

baik dalam air untuk tetap bertahan dari agitasi (goncangan) air yang moderat (Jorand *et al.*, 1995). Pembentukan bioflok diinisiasi oleh bakteri heterotrof ketika mencapai suatu kepadatan populasi tertentu yang cukup tinggi. Berdasarkan hasil pengamatan dinamika perkembangan populasi bakteri heterotrof dalam media budidaya (Gambar 8) tampak bahwa pada awal-awal penumbuhan, populasi bakteri pada perlakuan inokulasi bakteri heterotrof 1×10^6 cfu/mL relatif meningkat lebih awal dibandingkan perlakuan lainnya yaitu sejak awal pemeliharaan hingga hari ke-9 kemudian rata dan meningkat lagi pada hari ke-21, 24, dan selanjutnya berfluktuasi namun masih di atas 10^6 cfu/mL. Populasi bakteri pada perlakuan tanpa inokulasi bakteri heterotrof dan perlakuan inokulasi bakteri heterotrof



Gambar 8. Pola dinamika total bakteri dalam media budidaya selama penelitian

Figure 8. *Dynamic pattern of total bacteria in the media during the experiment*

1x10⁴ cfu/mL baru meningkat dengan tajam pada hari ke-9 kemudian turun dan berfluktuasi, sementara populasi bakteri pada perlakuan inokulasi bakteri heterotrof 1x10² cfu/mL baru meningkat tajam pada hari ke-12 dan selanjutnya berfluktuasi. Terjadinya dinamika populasi bakteri dalam media ini kemungkinan disebabkan karena terjadinya flokulasi, dimana banyak bakteri heterotrof yang bergabung dalam flok. Berdasarkan pengamatan dengan menggunakan mikroskop, tampak bahwa pembentukan bioflok dalam media budidaya telah terjadi sejak hari ke-5 untuk semua perlakuan yang ditandai juga dengan meningkatnya nilai VSS.

Komposisi kimia bioflok

Salah satu faktor penting sebagai pertimbangan untuk memanfaatkan bioflok dalam akuakultur adalah kandungan nutrisinya. Berdasarkan hasil analisis proksimat terhadap bioflok yang terbentuk (Tabel 1), didapatkan kandungan nutrisi yang relatif tidak berbeda nyata di antara perlakuan (P>0,05). Pada penelitian ini, bioflok ditumbuhkan dengan molase sebagai sumber C organik dan memiliki kandungan protein bioflok yang lebih rendah daripada bioflok yang ditumbuhkan dengan asetat (42±8%), glisero (43±1%), dan gliserol + *Bacillus* sp. (58±9%), tetapi relatif lebih tinggi bila dibandingkan yang ditumbuhkan dengan glukosa (28±3%) (Crab *et al.*, 2009). Kandungan protein bioflok pada penelitian ini relatif

berfluktuasi dan cenderung menurun setelah minggu ketiga karena adanya predator cacing yang tumbuh dalam media budidaya (Gambar 9).

Hasil analisis profil asam amino bioflok yang dipanen pada hari ke-15 penumbuhan menunjukkan bahwa penambahan jumlah inokulasi bakteri heterotrof komersil yang mengandung *Bacillus* sp. cenderung meningkatkan kandungan asam aminonya (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa *Bacillus* sp. memiliki kandungan asam amino yang relatif cukup tinggi dibandingkan beberapa bakteri atau mikroorganisme lainnya yang menyusun bioflok ini. Crab *et al.* (2009) juga mendapatkan kandungan protein bioflok yang lebih tinggi ketika penumbuhan bioflok diinokulasi dengan bakteri *Bacillus* sp. sebanyak 5x10⁶ cfu/mL. Dari hasil penelitian ini didapatkan tambahan informasi bahwa inokulasi bakteri *Bacillus* sp. dalam penumbuhan bioflok akan menambah kandungan nutrisi asam amino bioflok.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai beberapa parameter uji dalam penumbuhan bioflok tidak berbeda nyata diantara perlakuan. Namun ada kecenderungan penambahan inokulasi bakteri heterotrof sebanyak 1x10⁶ cfu/mL lebih meningkatkan laju konversi limbah N menjadi bio-flok dibandingkan jumlah inokulasi bakteri

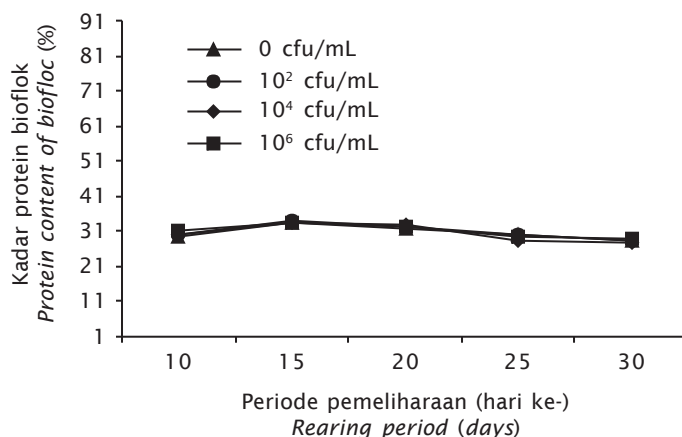
Tabel 1. Rata-rata komposisi proksimat kandungan nutrisi bioflok yang ditumbuhkan dengan jumlah inokulasi bakteri heterotrof yang berbeda

Table 1. Average proximate composition of the biofloc grown using different inoculations of heterotrof bacteria

Jumlah inokulasi bakteri <i>The number of bacteria inoculation (CFU/mL)</i>	Peubah (% bobot kering) / <i>Variables (% dry matter)</i>				
	Protein kasar <i>Crude protein</i>	Lemak kasar <i>Crude lipid</i>	Serat kasar <i>Crude fibre</i>	Abu <i>Ash</i>	BETN <i>NFE^{*)}</i>
0	30.7±2.5 ^a	3.2±0.6 ^a	5.0±1.3 ^a	20.8±1.6 ^a	40.3±1.6 ^a
1 x 10 ²	31.0±2.3 ^a	2.9±0.5 ^a	5.6±0.8 ^a	20.6±1.5 ^a	39.9±1.5 ^a
1 x 10 ⁴	30.5±2.8 ^a	3.1±0.6 ^a	5.9±1.1 ^a	21.1±1.4 ^a	39.5±1.4 ^a
1 x 10 ⁶	31.1±2.4 ^a	3.2±0.4 ^a	5.6±1.2 ^a	20.9±1.7 ^a	39.3±2.2 ^a

Nilai tengah dalam kolom yang sama diikuti *superscript* yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (P>0,05) (*Means in the same colom followed by the same superscript are not significantly different (P>0.05)*)

* BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen) (*NFE (Nitrogen Free Extract)*)



Gambar 9. Dinamika kandungan protein bioflok dalam media budidaya ikan bandeng selama penelitian

Figure 9. Dynamic protein content of biofloc in the media during the experiment

Tabel 2. Profil asam amino esensial bioflok yang ditumbuhkan dengan jumlah inokulasi bakteri yang berbeda (% bobot kering)

Table 2. Essential amino acid profile of biofloc grown using different numbers of bacteria inoculation

Jenis asam amino esensial Kind of essential amino acid	Jumlah inokulasi bakteri Number of bacteria inoculation			
	A (0 cfu/mL)	B (1x10 ² cfu/mL)	C (1x10 ⁴ cfu/mL)	D (1x10 ⁶ cfu/mL)
Arginine	1.59	1.66	1.84	1.86
Histidine	0.77	0.83	0.93	0.91
Iso-leucine	1.59	1.66	1.75	1.76
Leucine	2.26	2.29	2.48	2.52
Lysine	1.21	1.26	1.21	1.65
Methionine	1.29	1.11	1.22	1.59
Phenilalanine	1.43	1.48	1.6	1.58
Threonine	1.52	1.63	1.77	1.77
Valine	1.83	1.93	2.06	2.05
Tryptophan	-	-	-	-

yang lebih rendah. Indikator utamanya dapat dilihat dari pola penurunan konsentrasi TAN dan peningkatan VSS, khususnya jika biomassa awal ikan yang ditebar sangat tinggi (5 kg/m³). Kandungan protein bioflok rata-rata 31%; lemak 3,0%; sk 6%; abu 21%. Penambahan inokulum bakteri komersial yang mengandung *Bacillus* sp. cenderung meningkatkan kandungan asam amino bioflok.

DAFTAR ACUAN

- Ahmad, T., Priyono, A., Aslianti, T., Setiadharna, T., & Kaspryo. 1993. Pedoman teknis pembenihan ikan bandeng. Seri Pengembangan Hasil Penelitian Perikanan No.PHP/KAN/24/1993. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 68 hlm.
- APHA (American Public Health Association).

1995. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 19th ed. American Public Health Association, Washington, DC, 1,082 pp.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) International. 1999. Official Methods of Analysis, 16th edn. Gaithersberg, Maryland, USA, 1,141 pp.
- Avnimelech Y. 1999. Carbon / nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176, 227-235.
- Avnimelech, Y. 2009. Biofloc Technology. World Aquaculture Society, Louisiana, USA, 182 pp.
- Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Pond for Aquaculture. Auburn University, Alabama, 482 pp.
- Burford, M.A., Thompson, P.J., Bauman, H., & Pearson, D.C. 2003. Microbial communities: Affect water quality, shrimp performance at Belize Aquaculture. *Global Aquaculture Advocate*, p. 64-65.
- Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H., & Pearson, D.C. 2004. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero exchange system. *Aquaculture*, 232: 525-537.
- Crab, R., Chielens, B., Wille, M., Bossier, P., & Verstraete, W. 2009. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosebergii* postlarvae. *Aquaculture Research*, p. 1-9.
- De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., & Verstraete, W. 2008. The basics of bio-floc technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277: 125-137.
- Ekasari, J. 2008. Bio-flok technology: The effect different carbon source, salinity and the addition of probiotics on the primary nutritional value of the bio-flocs. Thesis. Ghent University, Belgium, 72 pp.
- Ebeling, J.M., Timmons, M.B., & Bisogni, J.J. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257: 346-358.
- Halver, J.E. & Hardy, R.W. 2002. Nutrient flow and retention. In: Halver J.E. and R.W. Hardy. (Eds.). *Fish Nutrition*. Academic Press, New York, p. 755-770.
- Jorand, F., Zartarian, F., Thomas, F., Block, J.C., Betteru, J.V., Villemin, G., Urbain, V., & Manen, J. 1995. Chemical and structural (2nd) linkage between bacteria within activated-sludge flock. *Water Res*, 29(7): 1,639-1,647.
- Montoya, R. & Velasco, M. 2000. Role of bacteria on nutritional and management strategies in aquaculture systems. *Global Aquaculture Advocate*, 3(2): 35-36.
- Schneider, O., Sereti, V., Eding, E.H., & Verreth, J.A.J. 2005. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquaculture Engineering*, 32: 379-401.
- Usman, Palinggi, N.N., Harris, E., Jusadi, D., Supriyono, E., & Yuhana, M. 2010. Analisis tingkat pencernaan pakan dan limbah nitrogen (N) budidaya ikan bandeng serta kebutuhan C-organik untuk penumbuhan bakteri heterotrof (bioflok). Laporan Hasil Penelitian. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, 10 hlm (in press).
- Verstraete, W., Schryver, P.D., Defoirdt, T., & Crab, R. 2008. Added value of microbial life in flock. Laboratory for Microbial Ecology and Technology, Ghent University, Belgium, <http://labmet.ugent.be>, 43 pp.
- Wedemeyer, G.A. 1996. Physiology of fish in intensive culture systems. Chapman & Hall. New York, 277 pp.
- Wilson, R.P. 2002. Amino acids and proteins. In: Halver J.E and R.W. Hardy. (Eds.) *Fish Nutrition*. New York: Academic Press, p. 143-179.