

Kinerja pertumbuhan ikan lele dumbo, *Clarias gariepinus* Burchel 1822, yang dikultur pada sistem berbasis bioflok dengan penambahan sel bakteri heterotrofik

[Growth performance of catfish, *Clarias gariepinus* Burchel 1822, cultured in biofloc-based system with addition of the heterotrophic bacteria cells]

Salamah¹, Nur Bambang Priyo Utomo^{1,2}, Munti Yuhana^{1,2✉}, Widanarni^{1,2}

¹ Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

² Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Jln. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Diterima: 15 April 2014; Disetujui: 05 Mei 2015

Abstrak

Penerapan teknologi bioflok mampu mengurangi limbah amonia menjadi biomassa bakteri yang dapat dijadikan sebagai sumber pakan bagi ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi sel bakteri heterotrofik dalam air dan pakan suplemen untuk meningkatkan pertumbuhan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada sistem berbasis bioflok. Percobaan dilakukan dengan lima perlakuan, yaitu: (K-) Tanpa bioflok, (K+) Bioflok, (A) Bioflok + L1k (10^2 CFU mL⁻¹), (B) Bioflok + L1k (10^4 CFU mL⁻¹), dan (C) Bioflok + L1k (10^6 CFU mL⁻¹). Empat hari sebelum dilakukan pemeliharaan (H-4) diinokulasikan bakteri heterotrofik sebanyak 10 ml m⁻³ air dengan konsentrasi sesuai perlakuan dan molase cair 10 g ke media pemeliharaan. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 42 hari, dengan frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari dan tingkat pemberian pakan 5% dari biomassa ikan. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 42 hari dengan frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari dan tingkat pemberian pakan 5% dari biomassa ikan. Penambahan sel bakteri L1k ke dalam media budidaya dilakukan seminggu sekali sebanyak 10 ml m⁻³ dengan konsentrasi sel 10^2 , 10^4 , dan 10^6 CFU mL⁻¹. Penambahan molase dilakukan setiap hari ke media bioflok dengan rasio C:N akhir sebesar 15:1. Kinerja pertumbuhan ikan yang diamati meliputi parameter kelangsungan hidup, pertumbuhan, rasio konversi pakan, populasi sel bakteri total dan sel bakteri L1k. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja produksi ikan lele dumbo pada perlakuan bioflok lebih baik dibanding tanpa bioflok. Penambahan sel bakteri heterotrofik L1k 10^4 CFU mL⁻¹ menunjukkan hasil terbaik dengan nilai tingkat kelangsungan hidup $92,67\% \pm 6,92$, rasio konversi pakan $0,90 \pm 0,07$, dan laju pertumbuhan harian $6,10\% \pm 0,09$. Kelimpahan sel bakteri total berkisar dari 10^4 CFU mL⁻¹ hingga 10^8 CFU mL⁻¹, baik dengan maupun tanpa penambahan sel bakteri heterotrofik.

Kata penting: bakteri heterotrofik, bioflok, lele dumbo, pertumbuhan

Abstract

Super-intensive fish culture activities can lead the deterioration of water quality. Biofloc technology application can reduce the ammonia wastes and converts into bacterial biomass that can be used as a food source for fish. This study aimed to analyze the influence of heterotrophic bacterial cell concentrations in water and feed supplementation to improve the culture performances of catfish (*C. gariepinus*) on biofloc-based culture system. The experiments were conducted within 42 days consisted of five treatments, namely: (K-): system without biofloc, (K+) system with biofloc, (A) biofloc + L1k cells (10^2 CFU mL⁻¹), (B) biofloc + L1k cells (10^4 CFU mL⁻¹), and (C) biofloc + L1k cells (10^6 CFU mL⁻¹). The results showed that the growth performance of catfish cultured in biofloc system with the addition heterotrophic bacterial cell concentrations at 10^4 CFU mL⁻¹ showed the best results compared to other treatments, with the value of survival rate was $92.67\% \pm 6.92$, feed conversion ratio was 0.90 ± 0.07 , and daily growth rate of $6.10\% \pm 0.09$. Bacterial cells abundance were ranging from 10^4 CFU mL⁻¹ up to 10^8 CFU mL⁻¹, either with or without the addition of heterotrophic bacterial cells.

Keywords: biofloc, catfish, heterotrophic bacteria, growth performance

Pendahuluan

Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu komoditas budi daya ikan air tawar di Indonesia yang bernilai ekonomis pen-

ting. Pada tahun 2009-2013 produksi ikan lele mengalami peningkatan sebesar 40,18%, yakni dari 144.755 ton pada tahun 2009 menjadi 543.774 ton pada tahun 2013. Produksi lele kemudian meningkat lagi sebesar 12,75% pada tahun 2014 menjadi 613.120 ton (KKP 2014).

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: myhn@gmx.ch

Peningkatan ini menunjukkan bahwa ikan lele dumbo memiliki prospek untuk dibudidayakan secara intensif karena pasar nasional masih mampu menyerap ketersediaan lele dumbo. Seiring dengan permintaan pasar yang tinggi, diperlukan peningkatan intensifikasi usaha budi daya (Shafrudin *et al.* 2006).

Dalam budi daya sistem intensif, penumpukan amonia-nitrogen dari metabolisme ikan dan pakan menjadi faktor pembatas dalam meningkatkan produksi (Ebeling *et al.* 2006). Bakteri heterotrof diketahui dapat mengubah buangan amonia - nitrogen budi daya menjadi biomassa sel bakteri yang potensial sebagai sumber pakan untuk ikan (Toi *et al.*, 2013). Menurut Ebeling *et al.*, (2006), pertumbuhan bakteri heterotrofik dapat ditingkatkan melalui penambahan substrat karbon organik. Penumbuhan sel bakteri heterotrof dalam kolam budi daya dengan tujuan untuk memanfaatkan limbah nitrogen menjadi pakan yang berprotein tinggi dengan menyediakan sumber karbon organik untuk meningkatkan rasio C/N disebut teknologi berbasis bioflok (Rosenberry 2006).

Teknologi bioflok mempunyai keunggulan dibandingkan dengan teknologi lainnya karena memadukan penanganan buangan limbah budi daya untuk menjaga kualitas air, sekaligus memproduksi pakan ikan secara *in situ*. Potensi pengurangan biaya pakan dengan penerapan teknologi bioflok diperkirakan mencapai 10-20% dari total biaya produksi (De Schryver *et al.* 2008). Dengan teknologi bioflok, limbah nitrogen yang dihasilkan oleh organisme budi daya diubah menjadi biomassa bakteri (yang mengandung protein) yang dapat dimanfaatkan oleh organisme budi daya (Schneider *et al.* 2005). Besarnya karbon dan sumber nitrogen memengaruhi jumlah EPS (*Extracellular Polymeric Substances*), dan

rasio karbohidrat menjadi komposisi protein (Sheng *et al.* 2006).

Penelitian tentang aplikasi teknologi bioflok dalam budi daya ikan masih relatif terbatas, misalnya pada ikan nila (Widanarni *et al.* 2012; Ekasari *et al.* 2015) dan udang (Ekasari *et al.* 2014). Bakteri L1k yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri heterotrofik yang diketahui mampu memproduksi enzim protease ekstraseluler (Firdaus 2012). Penambahan bakteri heterotrofik ini pada media budi daya diharapkan dapat meningkatkan komposisi mikroba penyusun bioflok yang akan menentukan kandungan nutrisi bioflok. Selain itu, aplikasi bakteri L1k melalui pakan yang diberikan diharapkan juga dapat meningkatkan pencernaan pakan lele karena mikroba heterotrof yang ada di dalam saluran pencernaan berkontribusi dalam menghasilkan enzim-enzim yang berperan dalam peningkatan pencernaan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan sel bakteri heterotrofik pada media budi daya dan pakan untuk meningkatkan kinerja produksi lele dumbo pada sistem budi daya berbasis bioflok.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2013 - Februari 2014 di Laboratorium *Teaching Farm* (untuk pemeliharaan ikan), Laboratorium Nutrisi Ikan (untuk analisis proksimat pakan, proksimat ikan, dan proksimat bioflok), Laboratorium Kesehatan Ikan (untuk kultur sel bakteri heterotrof dan fermentasi pakan, serta penghitungan total bakteri di air), dan Laboratorium Lingkungan (untuk analisis kualitas air), Departemen Budi daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Persiapan wadah dan ikan uji

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium berukuran 90 cm x 50 cm x 40 cm yang diisi air 100 liter dan dilengkapi dengan aerator, selang, dan batu aerasi. Ikan uji yang digunakan adalah lele dumbo berukuran $2,3 \pm 0,12$ g ekor⁻¹ yang dipelihara dengan padat tebar 50 ekor per wadah. Sebelum diberi perlakuan ikan diaklimatisasi selama satu minggu. Sumber air yang digunakan adalah air sumur, dengan penggantian air minimum yaitu penambahan air sebanyak 3 liter setiap minggu.

Persiapan pakan uji

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan pelet dengan kadar protein 31,77% untuk perlakuan kontrol. Sebelum diberikan pada ikan, pakan difermentasi terlebih dahulu dengan menggunakan bakteri L1k selama dua hari, sebanyak 2 mL kg⁻¹ pakan, dengan dosis 10^2 cfu mL⁻¹, 10^4 cfu mL⁻¹, dan 10^6 cfu mL⁻¹. Teknik fermentasi pakan yaitu: pakan ditimbang, kemudian ditambahkan bakteri sesuai dengan dosis perlakuan. Selanjutnya hasil pemanenan kultur sel bakteri diaduk dengan air steril sebanyak 200 mL kg⁻¹ pakan. Campuran lalu diaduk dalam pa-

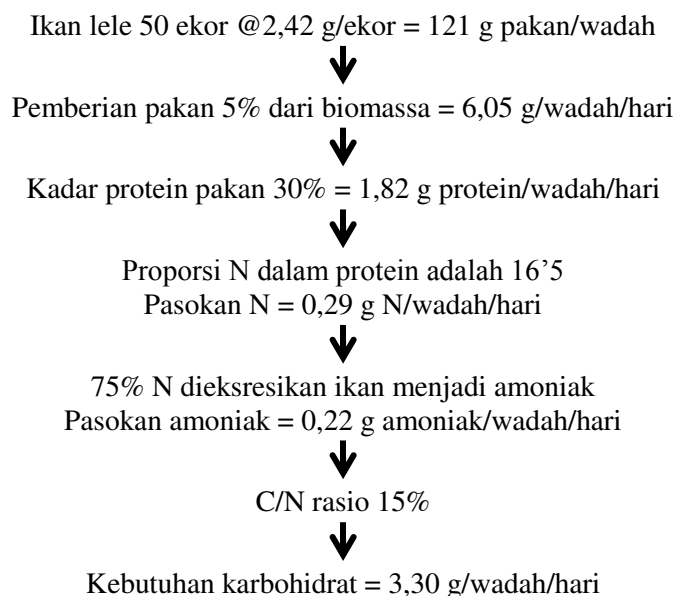
kan sampai merata, dan kemudian difermentasikan selama dua hari.

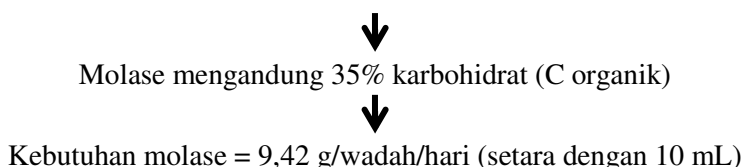
Produksi kultur sel bakteri heterotrof

Sebelum digunakan bakteri heterotrofik galur L1k diberi penanda resistensi antibiotik rifampisin dengan menumbuhkan isolat pada media TSA+rifampisin ($50 \mu\text{g mL}^{-1}$). Pemberian penanda bertujuan untuk memantau kelimpahan sel bakteri L1k pada media budi daya ikan. Produksi massal L1k resisten rifampisin (L1k^{Rf}) dilakukan pada media TSB (*Trypticase Soy Broth*). Penambahan kultur sel bakteri L1k ke dalam media budi daya dilakukan seminggu sekali sebanyak 10 mL m^{-3} air dengan konsentrasi 10^2 CFU mL⁻¹, 10^4 CFU mL⁻¹, dan 10^6 CFU mL⁻¹.

Pemantauan kelimpahan sel bakteri total dilakukan dengan TPC (*total plate count*) pada media TSA (*Trypticase Soya Agar*), sedangkan kelimpahan bakteri L1k dengan media TSA+Rifampisin ($50 \mu\text{g mL}^{-1}$) seminggu sekali. Penambahan molase dilakukan setiap pagi ke media bioflok dengan C:N rasio (15:1). Molase yang digunakan memiliki kandungan C organik 35%.

Berikut adalah contoh perhitungan molase ditambahkan dalam media budi daya:





Pemeliharaan ikan

Empat hari sebelum dilakukan pemeliharaan ikan (H-4) kultur sel bakteri heterotrof berumur 24 jam sebanyak 10 mL dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan dan molase 10 g dimasukkan ke dalam media pemeliharaan. Pertumbuhan sel bakteri pada media budi daya dipantau setiap hari sampai H-0 yaitu saat penebaran ikan dilakukan. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 42 hari, dengan frekuensi pemberian pakan dua kali sehari dan tingkat pemberian pakan 5% dari biomassa ikan.

Sampling pertumbuhan ikan dilakukan setiap dua minggu sekali. Pemuasaan ikan dilakukan setiap seminggu sekali, kecuali perlakuan kontrol tanpa bioflok. Pengukuran parameter kualitas meliputi suhu, oksigen terlarut, pH, amonia, nitrit, dan nitrat dilakukan seminggu sekali. Kisaran kualitas air selama penelitian yaitu: suhu (30-32°C), oksigen terlarut (4,03-7,8 mg L⁻¹), pH (4,92-8,10), amonia (0,0007-0,0802 mg L⁻¹), nitrit (0,048-1,459 mg L⁻¹), dan nitrat (0,317-1,161 mg L⁻¹).

Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan (K-, K+, A, B, dan C) dan tiga kali ulangan. Budi daya lele dumbo super intensif menggunakan sistem bioflok dengan penambahan bakteri heterotrof pada media budi daya dan pakan, dilakukan dengan rancangan perlakuan sebagai berikut :

K- : Tanpa bioflok

K+ : Bioflok

A : Bioflok + kultur sel L1k (kepadatan sel 10² CFU mL⁻¹)

B : Bioflok + kultur sel L1k (kepadatan sel 10⁴ CFU mL⁻¹)

C : Bioflok + kultur sel L1k (kepadatan sel 10⁶ CFU mL⁻¹)

Parameter yang diamati

Parameter yang diamati selama percobaan adalah parameter produksi budi daya yang meliputi kelangsungan hidup, pertumbuhan, rasio konversi pakan, populasi sel bakteri total, dan populasi sel bakteri L1k.

Kelangsungan hidup pada akhir percobaan dihitung berdasarkan rumus (Effendie 1979):

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

Keterangan: SR= kelangsungan hidup (%), N_t= jumlah lele pada akhir pemeliharaan (ekor), N_o= jumlah lele pada awal pemeliharaan (ekor)

Laju pertumbuhan harian dihitung menggunakan rumus (Huisman 1987):

$$SGR = \left[\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \right] \times 100\%$$

Keterangan: SGR= laju pertumbuhan harian (%), W_t= bobot rata-rata lele pada akhir perlakuan (gram), W_o= bobot rata-rata lele pada awal pemeliharaan (gram), t= periode pemeliharaan (hari)

Rasio konversi pakan selama pemeliharaan dihitung menggunakan rumus (Zonneveld *et al.* 1991):

$$FCR = \frac{F}{B_t + B_m - B_o}$$

Keterangan: FCR= konversi pakan, F= jumlah pakan (g), B_t= biomassa lele pada saat akhir perlakuan (g), B_m= biomassa lele yang mati saat perlakuan (g), B_o= biomassa lele pada saat awal perlakuan (g)

Penghitungan populasi sel bakteri total dan sel bakteri heterotrof L1k dilakukan setiap tujuh hari sekali. Metode yang digunakan yaitu teknik hitung cawan; dengan melakukan pengenceran berseri 10^{-1} hingga 10^{-8} CFU mL⁻¹. Kultur sel diinkubasikan pada suhu 28-30°C selama 24 jam sampai 48 jam. Populasi sel bakteri yang tumbuh dinyatakan dalam *Colony Forming Unit* (CFU ml⁻¹) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\Sigma Sb = \Sigma K \times 1/Fp \times 1/S$$

Keterangan: ΣSb = jumlah sel bakteri, ΣK = jumlah koloni, Fp= faktor pengencer, S= ml sampel

Analisis data

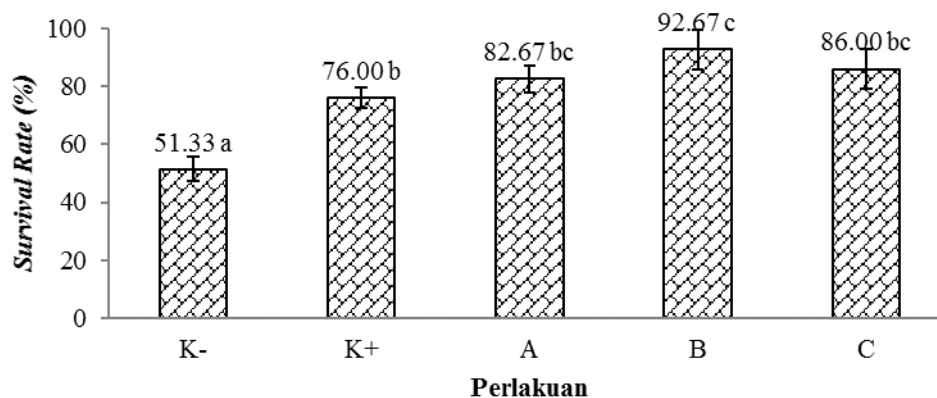
Data laju pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan rasio konversi pakan menggunakan analisis ragam dengan tingkat kepercayaan 95%. Untuk melihat perbedaan perlakuan maka dilakukan uji lanjut Tukey dengan menggunakan program SPSS 18. Sementara itu, data kelimpahan sel bakteri dianalisis secara deskriptif.

Hasil

Kinerja pertumbuhan ikan lele

Pengaruh pemberian sel bakteri heterotrofik dengan dosis yang berbeda melalui pakan dan air terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan uji yang dipelihara selama 42 hari menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($P < 0,05$). Hasil pengamatan kelangsungan hidup dari awal hingga akhir pemeliharaan disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan data pada Gambar 1, diketahui bahwa kelangsungan hidup tertinggi terdapat pada perlakuan B (92,67%) dan terendah pada perlakuan kontrol K- (51,33%) yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan semua perlakuan. Perlakuan K+ (76,00 %) tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan A (82,67%) dan C (86,00%), tetapi berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan B. Perlakuan B tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan A dan C; tetapi berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan kedua perlakuan kontrol (K+ dan K-).



Keterangan : Data (rata-rata \pm simpangan baku) dengan huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) berdasarkan uji Tukey pada taraf 95%.

Gambar 1. Kelangsungan hidup lele dumbo yang dipelihara selama 42 hari pada sistem budi daya berbasis bioflok

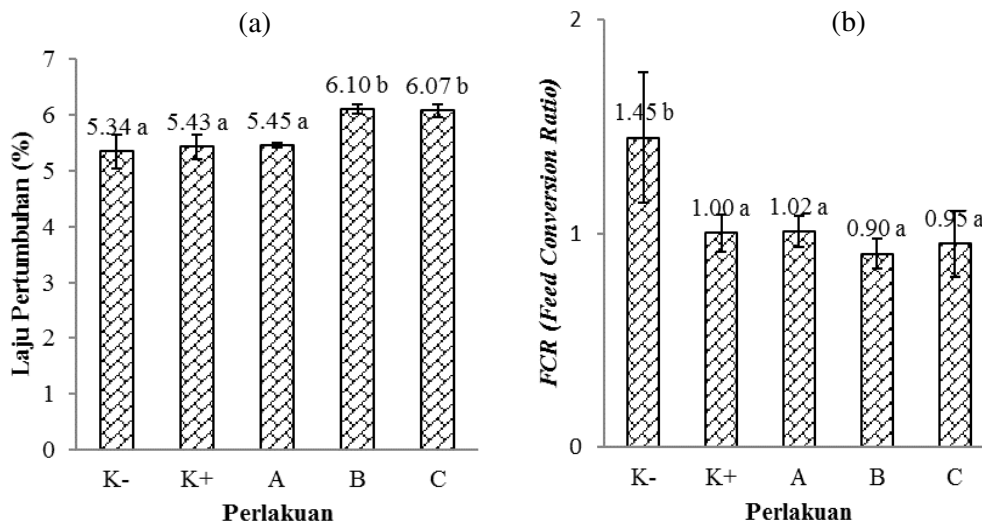
Laju pertumbuhan harian ikan uji selama penelitian disajikan pada Gambar 2a. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan laju pertumbuhan yang signifikan ($P < 0,05$) pada perlakuan B dan C dibandingkan dengan perlakuan A dan kedua kontrol. Pertumbuhan harian ikan lele dumbo terbaik terdapat pada perlakuan B (6,10%) dan menunjukkan hasil yang tidak berbeda ($P > 0,05$) dengan perlakuan C (6,07%), namun berbeda ($P < 0,05$) dibanding perlakuan A (5,45%), K+ (5,43%) dan K- (5,34%).

Nilai rasio konversi pakan ikan uji disajikan pada Gambar 2b. Nilai rasio konversi pakan (FCR) terendah terdapat pada perlakuan B (0.90), diikuti dengan kedua perlakuan penambahan sel bakteri heterotrofik (A dan C) dan kontrol positif. FCR dari keempat perlakuan tersebut menunjuk-

kan perbedaan signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan K- (1,45).

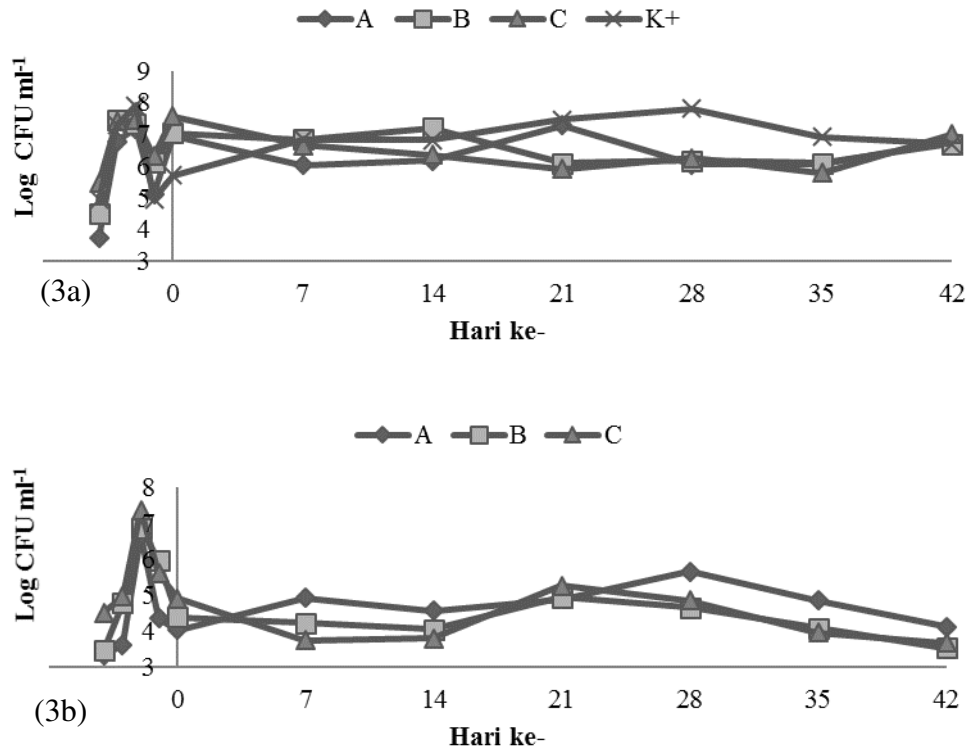
Kelimpahan sel bakteri total dan sel bakteri L1k

Rerata kelimpahan bakteri total dan bakteri L1k pada media budi daya selama pemeliharaan disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui bahwa jumlah sel bakteri pada semua perlakuan bioflok cenderung stabil, berkisar antara 10^4 sampai 10^8 CFU ml⁻¹. Kelimpahan bakteri L1k (Gambar 3b) dalam sistem budi daya berbasis bioflok berkisar antara 10^3 - 10^6 CFU ml⁻¹, apabila dibandingkan dengan kelimpahan populasi sel bakteri total, populasi sel bakteri L1k cenderung mendominasi di dalam sistem budi daya berbasis bioflok.



Keterangan: Data (rata-rata ± simpangan baku) dengan huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) berdasarkan uji Tukey pada taraf 95%

Gambar 2. (a) Laju pertumbuhan harian dan (b) rasio konversi pakan ikan lele dumbo yang dipelihara selama 42 hari dalam sistem berbasis bioflok



Gambar 3. Kelimpahan (a) sel bakteri total dan (b) sel bakteri heterotrof L1k pada media budi daya sistem bioflok ikan lele dumbo selama 42 hari masa pemeliharaan

Pembahasan

Hasil pengamatan yang dilakukan selama 42 hari menunjukkan bahwa ikan lele yang mati tidak mengindikasikan adanya serangan penyakit pada ikan. Hal ini dibuktikan dengan tidak terdapatnya gejala klinis serangan penyakit, melainkan hanya luka akibat terkena serangan ikan lain pada sebagian besar ikan yang mati. Tingkat kelangsungan hidup pada perlakuan B dengan penambahan L1k sebesar 10^4 CFU ml⁻¹ memiliki nilai tingkat kelangsungan hidup yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa dosis 10^4 CFU ml⁻¹ merupakan dosis yang terbaik dalam perlakuan bioflok, sehingga dapat meningkatkan kelangsungan hidup ikan. Perlakuan kontrol tanpa bioflok (K-) memiliki SR terendah pada penelitian ini. Rendahnya kelangsungan hidup pada perlakuan (K-) terjadi karena pertumbuhan ikan yang tidak seragam sehingga meningkatkan sifat kani-

balisme pada ikan lele, sedangkan pada perlakuan bioflok tingkat kanibalisme dapat dikurangi, karena sistem bioflok menyediakan agregat flok yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan alami oleh ikan. Hasil penelitian Asadz-zaman *et al.* (2009) menunjukkan bahwa bioflok dapat meningkatkan pemanfaatan pakan alami dan kelangsungan hidup ikan. Selanjutnya Azim *et al.* (2008) menjelaskan bahwa pada perlakuan dengan keberadaan bioflok di media, ikan tidak menunjukkan tanda-tanda stress sehingga status kesehatan ikan pada perlakuan bioflok diduga lebih baik. Hal ini didukung oleh Azim & Little (2007), bahwa keberadaan mikroba dalam flok dapat meningkatkan status kesehatan ikan, sehingga kelangsungan hidup ikan pada perlakuan bioflok lebih tinggi dibandingkan kontrol.

Laju pertumbuhan pada perlakuan B dan C lebih baik diduga disebabkan oleh tingginya kandungan nutrisi dan pencernaan pakan hasil

fermentasi dibandingkan perlakuan A dan kontrol. Ramachandran *et al.* (2005) melaporkan bahwa proses fermentasi yang dilakukan pada biji *Lathyrus sativus* dengan menambahkan bakteri dari genus *Bacillus* mampu menurunkan kadar serat kasar, faktor anti nutrisi, tanin, dan asam fitat, serta meningkatkan kadar asam amino bebas dan asam lemak. Hal tersebut mengakibatkan meningkatnya laju pertumbuhan ikan *Labeo rohita* yang diberi pakan mengandung *Lathyrus sativus* hasil fermentasi dibanding tanpa fermentasi. Yamamoto *et al.* (2010) juga melaporkan hal yang sama di mana proses fermentasi bahan baku pakan dengan *Bacillus* sp. mampu meningkatkan nilai pencernaan pakan dan laju pertumbuhan ikan *rainbow trout* (*Oncorhynchus mykiss*) dibanding kontrol tanpa fermentasi. Kemampuan bakteri L1k dalam menghasilkan enzim protease ekstraselular diduga berkontribusi dalam meningkatkan aktivitas pemecahan protein pakan menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga menjadi lebih mudah dicerna oleh ikan. Protein merupakan makro nutrisi penting yang berperan sebagai sumber energi utama bagi ikan sehingga tingginya kandungan dan pencernaan protein pada pakan dapat memengaruhi pertumbuhan ikan. Long *et al.* (2015) menemukan hasil yang sama di mana laju pertumbuhan dan rasio konversi pakan ikan nila yang dipelihara pada sistem bioflok menunjukkan nilai yang signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan ikan nila yang dipelihara tanpa menggunakan sistem bioflok.

Penggunaan sel bakteri heterotrofik L1k dengan dosis yang berbeda berpengaruh secara signifikan terhadap rasio konversi pakan. Hal ini diduga dipengaruhi oleh proses fermentasi pakan dan pemanfaatan partikel flok sebagai sumber pakan alami. Menurut Crab *et al.* (2007), teknologi bioflok dalam akuakultur merupakan upaya memadukan teknik pembentukan flok dan pe-

nyediaan sumber pakan alami bagi ikan. Teknologi tersebut diaplikasikan dengan prinsip dasar asimilasi nitrogen terlarut oleh bakteri heterotrofik dengan mengelola C/N rasio pada media pemeliharaan. Bakteri heterotrofik tersebut mampu membentuk agregat yang disebut bioflok. Bioflok membentuk biomassa yang ikut berkontribusi dalam menyediakan sumber protein bagi ikan yang dibudidayakan (Hastuti & Subandiyono 2014). De Schryver *et al.* (2008) juga menyatakan bahwa bioflok mengandung protein, asam lemak tak jenuh, dan lipid yang tinggi sehingga cocok digunakan sebagai pakan untuk ikan. Kualitas protein bioflok dapat mencapai nilai yang hampir sama dengan protein pakan (De Schryver & Verstraete 2008). Besarnya karbon dan sumber nitrogen memengaruhi jumlah *extracellular polymeric substances* (EPS), dan rasio karbohidrat menjadi komposisi protein (Sheng *et al.* 2006).

Perlakuan B menunjukkan rasio konversi pakan yang paling rendah dibandingkan perlakuan yang lain. Hal tersebut mengindikasikan bahwa untuk memperoleh biomassa ikan yang sama besarnya dengan perlakuan lain, perlakuan B membutuhkan jumlah pakan buatan yang lebih rendah. Asaduzzaman *et al.* (2009) melaporkan hal yang sama di mana penggunaan sistem bioflok memiliki pengaruh yang signifikan terhadap rasio konversi pakan (FCR) pada nila dan udang air tawar. Aplikasi teknologi bioflok juga dilaporkan berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan (De Schryver *et al.* 2008). Azim & Little (2008) dalam studinya juga menemukan hal yang sama, di mana ikan nila yang dipelihara dengan sistem bioflok memiliki rasio konversi pakan yang lebih rendah dibandingkan dengan ikan yang dipelihara tanpa sistem bioflok.

Kelimpahan sel bakteri heterotrofik selama penelitian cenderung stabil baik pada perla-

kuan penambahan sel bakteri L1k maupun tanpa penambahan. Hal ini karena adanya molase sebagai sumber karbon yang dapat mendukung berkembangbiakan populasi mikroba pada media budi daya. Schneider *et al.* (2006) menyatakan bahwa molase berfungsi sebagai sumber karbon yang dapat dimanfaatkan oleh populasi sel bakteri heterotrof. Molase merupakan salah satu sumber karbon yang dapat menstimulasi pertumbuhan sel bakteri heterotrof (De Schryver *et al.* 2008). Penambahan sumber karbon yang sesuai pada media budi daya dapat menstimulasi perkembangan populasi sel bakteri total sehingga mendukung pembentukan flok pada media budi daya.

Di dalam biomassa flok, terdapat berbagai komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik penyusun bioflok selain fitoplankton, zooplankton, sel bakteri, bahkan pemangsanya (Hargreaves 2006). Komponen biotik yang sangat berperan dalam konversi senyawa ammonia total perairan menjadi senyawa yang kurang (tidak beracun) adalah sel mikroba heterotrofik. Karena, multiplikasi sel bakteri heterotrofik akan memanfaatkan sumber karbon organik dalam perairan sebagai komponen utama penyusun dinding sel maupun komponen makromolekul dalam sel. Demikian juga, komponen asam nukleat dan protein sel mikroba akan sangat memerlukan senyawa nitrogen dari perairan. Namun demikian, dari hasil studi yang dilakukan, rasio Carbon:Nitrogen perairan yang optimum untuk pertumbuhan sel mikroba adalah antara 10:1 hingga 15:1 (De Schryver & Verstraete 2008). Studi yang sama juga menyatakan pada rasio optimal C:N tersebut; efisiensi penyisihan Nitrogen perairan dapat ditingkatkan hingga 98%. Peneliti lainnya menyatakan bahwa peningkatan C:N rasio dari 10 sampai 20 dapat meningkatkan populasi sel bakteri heterotrofik dalam perairan hingga 70%

(Asaduzzaman *et al.* 2009). Rasio C:N dalam perairan dapat dilakukan penyesuaian dengan penambahan sumber karbon yang kadar C organiknya sudah diketahui. Informasi ini dapat dimanfaatkan dalam sistem budi daya berbasis bioflok sehingga diketahui *loading* material organik di dalam sistem budi daya (berasal dari pakan, feces, dan urine) yang potensial untuk dikonversikan dan bermanfaat untuk komponen penyusun asam amino di dalam multiplikasi sel bakteri heterotrof.

Kesimpulan

Kinerja pertumbuhan ikan lele dumbo pada perlakuan bioflok dengan penambahan bakteri heterotrof 10^4 CFU mL⁻¹ menunjukkan hasil yang paling baik dibandingkan perlakuan lainnya, nilai kelangsungan hidup (92,67%), rasio konversi pakan (0,90), dan laju pertumbuhan harian (6,10%).

Daftar pustaka

- Asaduzzaman M, Wahab MA, Verdegem MCJ, Benerjee S, Akter T, Hasan MM, Azim ME. 2009. Effects of addition of tilapia *Oreochromis niloticus* and substrates for periphyton developments on pond ecology and production in C/N-controlled fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii* farming systems. *Aquaculture*, 287(3-4): 371–380.
- Azim ME, Little DC, Bron IE. 2008. Microbial protein production in activated suspension tanks manipulating C/N ratio in feed and implications for fish culture. *Bioresource Technology*, 99(9): 3590-3599.
- Azim ME, Little DC. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1-4): 29-35.
- Crab R, Avnimelech Y, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2007. Nitrogen removal in aquaculture towards sustainable production. *Aquaculture*, 270(1-4): 1-14.
- De Schryver P, Crab R, Defoirdt T, Boon N, Verstraete W. 2008. The basics of bio-

- flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(3-4): 125-137.
- De Schryver P, Verstraete W. 2008. Nitrogen removal from aquaculture pond water by heterotrophic nitrogen assimilation in lab-scale sequencing batch reactors. *Biore-source Technology*, 100(3): 1162–1167.
- Ebeling JM, Timmons MB, Bisogni JJ. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257(1-4): 346-358.
- Effendie MI. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri, Bogor. 112 p.
- Ekasari J, Azhar MH, Surawidjaja EH, Nuryati S, De Schryver P, Bossier P. 2014. Immune response and disease resistance of shrimp fed biofloc grown on different carbon sources. *Fish and Shellfish Immunology*, 41(2): 332-339.
- Ekasari J, Zairin Jr M, Putri DU, Sari NP, Surawidjaja EH, Bossier P. 2015. Biofloc-based reproductive performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. Broodstock. *Aquaculture Research*, 46(2): 509-512.
- Firdaus R. 2012. Seleksi bakteri kandidat probiotik untuk penghambatan patogen *streptococcus agalactiae* tipe non-hemolitik pada ikan nila *Oreochromis niloticus* secara *in vitro* dan *in vivo*. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. 76 hlm.
- Hargreaves JA. 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 34(3): 344-363.
- Hastuti S, Subandiyono. 2014. Performa produksi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dipelihara dengan teknologi biofloc. *Jurnal Saintek Perikanan* 10(1) : 37-42.
- Huisman EA. 1987. *The Principles of Fish Culture Production*. Department of Aquaculture. Wageningen University. Netherland. 170 p
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2014. *Statistik Kelautan dan Perikanan 2014*. Jakarta: KKP RI. 301 p.
- Long L, Yang J, Li Y, Guan C, 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: 135-141
- Ramachandran S, Bairagi A, Ray AK. 2005. Improvement of nutritive value of grass pea (*Lathyrus sativus*) seed meal in the formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings after fermentation with a fish gut bacterium. *Biore-source Technology*, 96(13): 1465–1472
- Rosenberry B. 2006. Meet the Flockers. *Shrimp News International*: October 1, 2006.
- Schneider O, Sereti V, Eding EH, Verreth JAJ. 2005. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 32(3-4): 379–401.
- Schneider O, Sereti V, Eding EH, Johan, Verreth AJ. 2006. Molasses as C source for heterotrophic bacteria production on solid fish waste. *Aquaculture*, 261(4): 1239–1248.
- Shafrudin D, Yuniarti, Setiawati M. 2006. Pengaruh kepadatan benih ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) terhadap produksi pada sistem budi daya dengan pengendalian nitrogen melalui penambahan tepung terigu. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(2): 137-147.
- Sheng GP, Yu HQ, Yue Z. 2006. Factors influencing the production of extracellular polymeric substances by *Rhodospseudomonas acidophila*. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 58 (2): 89–93.
- Toi HT, Boeckx P, Sorgeloos P, Bossier P, Stappen GV. 2013. Bacteria contribute to Artemia nutrition in algae-limited conditions: A laboratory study. *Aquaculture*, 388–391: 1-7.
- Widanarni, Ekasari J, Maryam S. 2012. Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red tilapia *Oreochromis* sp. cultured at different stocking densities. *Hayati Journal of Biosciences*, 19(2): 73-80.
- Yamamoto T, Iwashita Y, Matsunari H, Sugita T, Furuita H, Akimoto A, Okamatsu K, Suzuki N. 2010. Influence of fermentation conditions for soybean meal in a non-fish meal diet on the growth performance and physiological condition of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 309 (1-4): 173–180
- Zonneveld N, Huisman EA, Boon JH. 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 381 hlm.