

PERFORMA PRODUKSI IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*, Burch) YANG DIPELIHARA DENGAN TEKNOLOGI *BIOFLOC*

Production Performance of African Catfish (Clarias gariepinus, burch) were Rearing with Biofloc technology

Sri Hastuti¹⁾ dan Subandiyono¹⁾

¹⁾ Staff pengajar pada Program Studi Budidaya Perairan, Jur. Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang
Email : hastuti_hastuti@yahoo.com

Diserahkan tanggal 10 Juni 2014, Diterima tanggal 14 Juli 2014

ABSTRAK

Penelitian eksploratif dengan mengukur variabel biologis yang terdiri dari konsumsi pakan, Efisiensi pemanfaatan pakan, Konversi pakan (FCR), pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan dilakukan di lapangan, yaitu di Comal, Pemalang. Tujuan penelitian untuk mengkaji performa produksi untuk mengkaji dinamika kualitas dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, burch) yang dipelihara dengan teknologi *biofloc*. Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) ditebar dalam bak semen dengan kepadatan 1.000 ekor/m². Selama pemeliharaan ikan lele diberi pakan buatan dengan kandungan protein 30%, lemak 5%, serat 6%, Mineral mix 13% dan kadar air 13%. Pakan diberikan secara *ad satiation*, sampai kenyang. Data yang diperoleh dianalisis secara diskriptif, dengan menggunakan tabel, histogram dan grafik. Variabel kualitas air diukur setiap 2 minggu selama masa pemeliharaan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi teknologi *biofloc* pada budidaya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burchell) mampu meningkatkan produksi ikan, meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, memperbaiki nilai konversi pakan, memperbaiki kualitas air media serta meningkatkan angka kelangsungan hidup ikan. Dengan teknologi *biofloc* mampu mendukung kehidupan ikan lele dumbo hingga kepadatan 1.000 ekor/meter².

Kata kunci : Ikan lele, produksi, pertumbuhan, konsumsi pakan, efisiensi

ABSTRACT

Exploratory research to measure biological variables consisting of feed intake, feed utilization efficiency, feed conversion ratio (FCR), growth and survival of fish was done in the field, in Comal, Pemalang. The aims of the research were to assess the performance of the production as well as to assess the dynamics of the water quality and feed utilization efficiency catfish (Clarias gariepinus, Burch) cultivated with biofloc technology. The trial fish were reared in cement tanks at the density of 1,000 fish/m². During maintenance periode, the fish were fed on the artificial diet containing protein of 30%, fat of 5%, fiber of 6%, mineral mix of 13%, and water of 13%. The trial feed was given by applying ad satiation methode. The data optain were analyzed descriptively, based on the tables, histograms, and charts provided. Water quality parameters were measured in every 2 weeks along the maintenance period. This study indicated that biofloc technology applied in the catfish (C. gariepinus) farming was able to increase the fish production, improve the feed utilization efficiency, and reduced feed conversion rate. This technology was also able to improve the water quality and increase the survivors of the trial fish. By Applying biofloc technology could support the catfish life until the density of 1,000 fish/m².

Keywords : catfish, biofloc, production, growth, feed, efficiency

PENDAHULUAN

Teknologi *biofloc* merupakan salah satu teknik budidaya ikan berkelanjutan dengan sistem budidaya ikan tanpa ganti air (Avimelech, 2008). *Biofloc* yang berkembang dalam kolom air media budidaya ikan mampu berperan secara efektif mengontrol akumulasi ammonia dan nitrit dalam sistim budidaya (Fajar *et al.*, 2013). Selanjutnya menurut Crab *et al.* (2010) Dalam sistim budidaya udang, *biofloc* dapat dikonsumsi oleh udang, dapat dicerna dan dapat menggantikan sebagian besar permintaan protein. Oleh karena itu konsumsi *biofloc* dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sebesar 7-13% (Hargreaves, 2006). Hasil penelitian Xu, *et al.* (2012) pada

udang *Litopenaeus vanamei* menunjukkan bahwa bioloc dapat berfungsi sebagai pakan tambahan dan penyedia sumber protein, meningkatkan aktivitas protease dalam sistim pencernaan makanan, yang pada akhirnya menghasilkan peningkatan pemanfaatan pakan, retensi protein, dan kinerja pertumbuhan. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa *Litopenaeus vanamei* pada stadia juvenil yang dipelihara dengan teknologi *biofloc* dan tanpa ganti air mampu menurunkan tingklat protein pakan hingga 25% tanpa mempengaruhi pertumbuhannya atau penurunan protein pakan sebesar 10% (Xu *et al.*, 2012).

Prinsip dasar teknologi *biofloc* adalah retensi limbah dan konversinya menjadi bakteri *floc* (*biofloc*). Menurut

Avimelech *et al.* (1986) dan Hargreaves (2008) Sistem *biofloc* pada budidaya ikan dilakukan dengan aerasi secara konstan dan agitasi kolom air media serta penambahan bahan sumber carbon sebagai substrat bahan organik dalam pembentukan baktri *floc* dan mempertahankannya dalam konsentrasi tinggi. Aerasi dan agitasi kolom air ditujukan untuk memberikan kemungkinan terjadinya dekomposisi bahan organik secara aerobik. Secara teoritis, peningkatan C:N ratio melalui penambahan carbon meningkatkan koversi nitrogen anorganik yang bersifat toksik menjadi biomassa mikroba. Biomassa mikroba yang membentuk *floc* bersama-sama dengan organisme renik lainnya bermanfaat sebagai sumber makanan bagi ikan budidaya. Rasio C:N sebesar > 10:1 dalam sistim budidaya ikan merupakan rasio optimum dalam mengoptimalkan produksi *biofloc* serta meminimalkan regenerasi ammonia (Hargreaves, 2006). Protein pakan yang dikonsumsi oleh ikan teretensi dalam tubuh ikan yang dipelihara dalam sistim intensif sebesar 20-25% (Avimelech, 2006), sisanya akan hilang dan masuk ke dalam sistem budidaya sebagai ammonia dan N organik dalam feses dan sisa pakan. Pemecahan bahan organik secara mikrobial menyebabkan produksi mikroba baru. Sebesar 40-60% bahan organik dimetabolisme oleh bakteri (Avimelech, 1999). Dalam kondisi C:N rasio optimum, maka nitrogen anorganik diimmobilisasi menjadi sel bakteri sementara substrat organik dimetabolisme oleh bakteri. Koversi ammonium menjadi protein mikroba membutuhkan oksigen terlarut yang lebih rendah dibandingkan dengan kebutuhan oksigen terlarut untuk proses nitrifikasi (Avimelech, 2006). Oleh karena itu dalam teknologi *biofloc* menggunakan komunitas bakteri heterotropik.

Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) dikenal sebagai lele afrika, serta tergolong ikan omnivora (Pillai, 1995). Ikan *Clarias gariepinus* mempunyai pertumbuhan yang cepat, resisten terhadap penyakit, memiliki kemampuan toleransi terhadap parameter lingkungan dalam batas yang luas serta dagingnya berkualitas baik. Oleh karena itu ikan lele dumbo tergolong spesies ikan yang potensial untuk dibudidayakan. Tingginya padat penebaran dalam praktek budidaya ikan lele dumbo atau sistem intensif menyebabkan akumulasi ammonia yang berasal dari ammonifikasi sisa pakan dan ekskresi oleh ikan. Tingginya konsentrasi ammonia bersifat toksik terhadap ikan. Ammonia dalam lingkungan budidaya merupakan salah satu faktor stres dan menjadi trigger terjadinya penyakit infeksi pada ikan. Ekspose ammonia secara kronik pada ikan akan menurunkan laju pertumbuhan, terjadinya hiperplasia pada insang, degenerasi jaringan hati dan kematian ikan (Lease *et al.*, 2003 dan Li, *et al.*, 2013). Pada media budidaya dengan konsentrasi ammonia yang tinggi dapat menyebabkan timbulnya penyakit kuning (Joundice) pada ikan lele dumbo (Hastuti, 2010 ; Hastuti dan subandiyono, 2013). Terkait dengan industrialisasi produksi ikan budidaya, maka telah dikembangkan budidaya ikan lele sistim *biofloc*. Pada sistim tersebut ikan lele dibudidayakan dengan padat penebaran mencapai 1.000 ekor/m², penambahan probiotik ke dalam pakan dan lingkungan air media, serta tanpa ganti air. Probiotik yang berisi bakteri diharapkan mampu berfungsi sebagai mesin produksi protein sel tunggal dengan memanfaatkan ammonia yang dapat membahayakan kehidupan ikan. Protein sel tunggal yang menyusun *biofloc* tersebut diharapkan dapat dipanen oleh ikan lele sehingga dapat

meningkatkan efisiensi pemberian pakan. Selain itu immobilisasi ammonia nitrogen dalam air menjadi protein bakteri diharapkan mampu memperbaiki kondisi kualitas air terutama ammonia. Dengan landasar teori tersebut, penting untuk diteliti performa produksi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dibudidayakan dengan teknologi *biofloc* dan kepadatan tebar sangat tinggi.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji performa produksi serta untuk mengkaji dinamika kualitas dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, burch) yang dipelihara dengan teknologi *biofloc*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksploratif dengan mengambil data di lapangan, yaitu di Comal, Pemalang. Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) ditebar dalam bak semen dengan kepadatan 1000 ekor m². Wadah pemeliharaan ikan adalah bak semen dengan dimensi ukuran 2x4x1 m³. Selama pemeliharaan ikan lele diberi pakan buatan dengan kandungan protein 30%, lemak 5%, serat 6%, Mineral mix 13% dan kadar air 13%. Pakan diberikan secara *ad satiation*, sampai kenyang.

Pada awal pemeliharaan contoh ikan diambil dan dilakukan pengukuran parameter biologis dengan menimbang bobot ikan awal. Selanjutnya selama pemeliharaan pakan yang diberikan ditimbang guna mengetahui konsumsi pakan actual. Pada akhir pemeliharaan dilakukan hal yang sama yaitu pengukuran bobot ikan akhir dan penghitungan kelangsungan hidup ikan.

Variabel yang diukur meliputi variabel biologis yang terdiri dari konsumsi pakan, Efisiensi pemanfaatan pakan, Konversi pakan (FCR), pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Data tersebut akan dianalisis secara diskriptif, dengan menggunakan tabel, histogram dan grafik. Variabel kualitas air diukur setiap 2 minggu selama masa pemeliharaan. Data produksi, kualitas air dan efisiensi pemanfaatan pakan serta FCR dibandingkan dengan nilai kontrol. Sebagai kontrol adalah ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dipelihara dengan kepadatan 200 ekor/meter² dan sistim air mengalir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Performa pertumbuhan ikan lele dumbo yang dipelihara dengan teknologi Biofloc

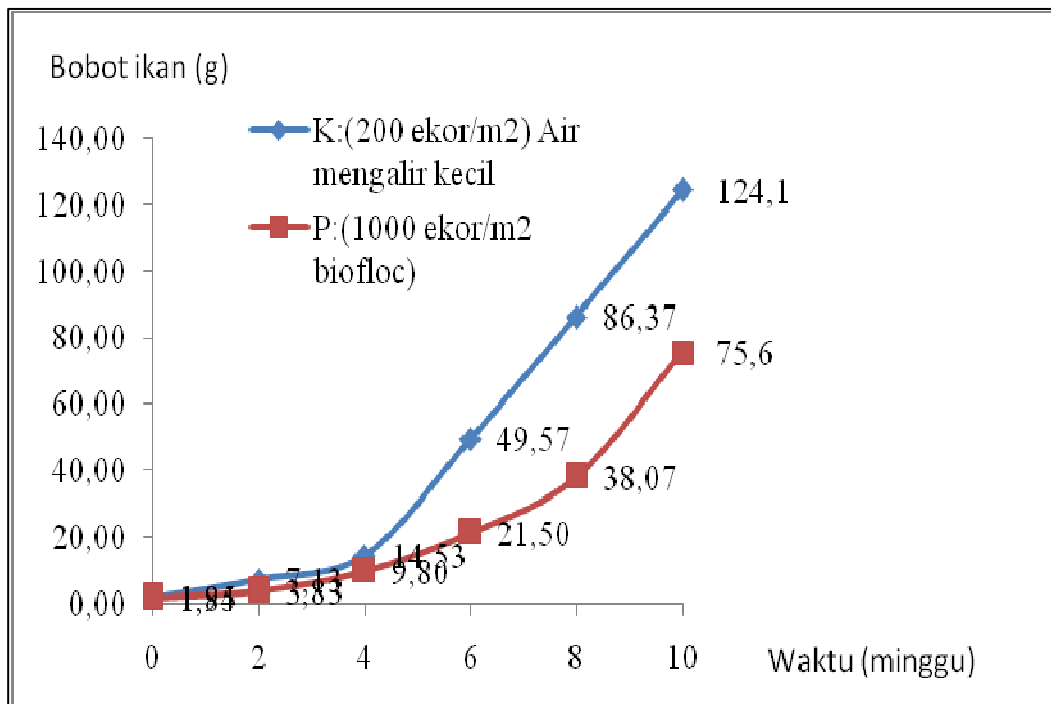
Hasil penelitian performa produksi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dipelihara dengan teknologi *biofloc* dan menggunakan padat penebaran disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 terlihat bahwa ikan lele yang dipelihara dengan kepadatan 1.000 ekor/meter² dan menerapkan teknologi *biofloc* memiliki laju pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan pertumbuhan ikan lele dumbo yang dipelihara dengan kepadatan 200 ekor/meter² dan menggunakan air mengalir. Teknologi *biofloc* mampu meningkatkan nilai kelangsungan hidup ikan lele dan Total produksi ikan selama masa pemeliharaan kolam. Pertambahan bobot ikan setiap minggu selama masa pemeliharaan disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran bobot ikan, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup dan produksi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dipelihara dengan teknologi *biofloc*

Parameter	Ulangan	(1.000 ekor/m ²) <i>biofloc</i>	(200 ekor/m ²) air mengalir kecil
Bobot Rata-rata individu awal	Rata-rata±SD	1,95±0,12	1,84±0,27
Bobot rata-rata individu akhir	Rata-rata±SD	75,57±15,34	124,13±4,59
Pertumbuhan mutlak individu (g)	Rata-rata±SD	73,62±15,45	122,30±4,50
Laju Pertumbuhan individu harian %	Rata-rata±SD	54,59±14,14	96,24±12,47
SR (%)	Rata-rata±SD	95,70±3,27	81,16±2,13
Total Produksi (kg)	Rata-rata±SD	578,56±5,13	161,19±6,13

Gambar 1 memperlihatkan pola penambahan bobot ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) setiap minggu selama masa pemeliharaan. Terlihat bahwa pada awal pemeliharaan hingga minggu ke 4 tidak ada perbedaan penambahan bobot ikan lele dumbo yang dipelihara dengan kepadatan 1.000 ekor/meter² dan teknologi *biofloc* (P) maupun penambahan bobot ikan lele dumbo yang dipelihara dengan kepadatan 200 ekor/meter² dan air mengalir (K). Seiring dengan penambahan

bobot ikan, pertumbuhan ikan lele yang dipelihara dengan sistim *biofloc* dan kepadatan 1.000 (P) mulai terganggu setelah 4 minggu masa pemeliharaan (Gambar 1). Hingga akhir penelitian ukuran bobot ikan rata-rata mencapai 75,6±15,34 gr dan 124,13±4,59 gr masing untuk ikan lele yang dipelihara dengan teknologi *biofloc* dengan kepadatan 1.000 ekor/meter² (P) dan ikan lele yang dipelihara dengan air mengalir kepadatan 200 ekor/meter² (K).



Gambar 1. Pertambahan bobot ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dipelihara dengan kepadatan 1.000 ekor/m² dan teknologi *biofloc*.

Performa konsumsi, konversi dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan lele dumbo yang dipelihara dengan teknologi *biofloc*

Hasil pengukuran konsumsi pakan, konversi dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dipelihara dengan kepadatan 1.000 ekor/meter² dengan teknologi *biofloc* disajikan pada Tabel 2. Ikan lele yang dipelihara dengan teknologi *biofloc*

mengonsumsi pakan rata-rata lebih sedikit dari konsumsi pakan oleh ikan lele yang dipelihara dengan air mengalir. Banyak sedikitnya pakan yang dikonsumsi akan mempengaruhi perolehan bobot ikan dan pertumbuhan. Nilai konversi pakan dan efisiensi pemanfaatan pakan memperlihatkan bahwa ikan lele yang dipelihara dengan teknologi *biofloc* memanfaatkan pakan yang diberikan secara lebih efisien.

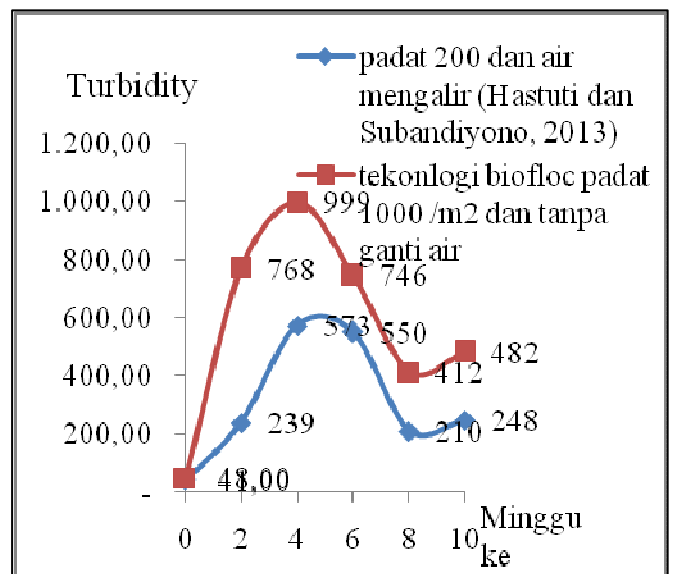
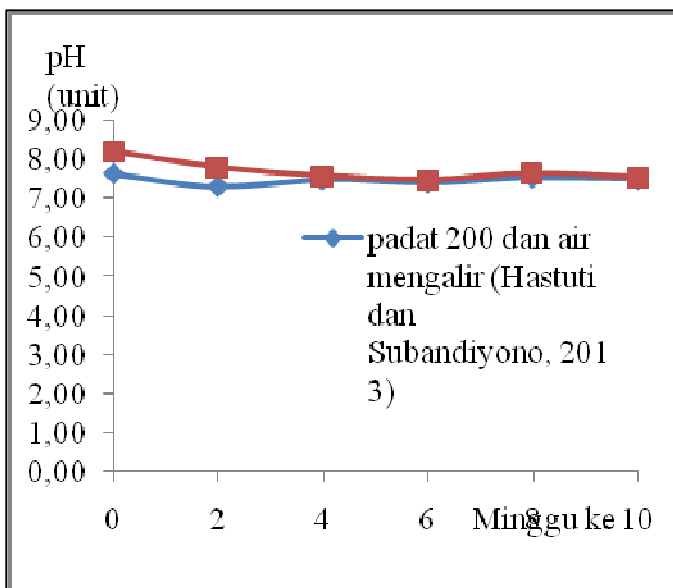
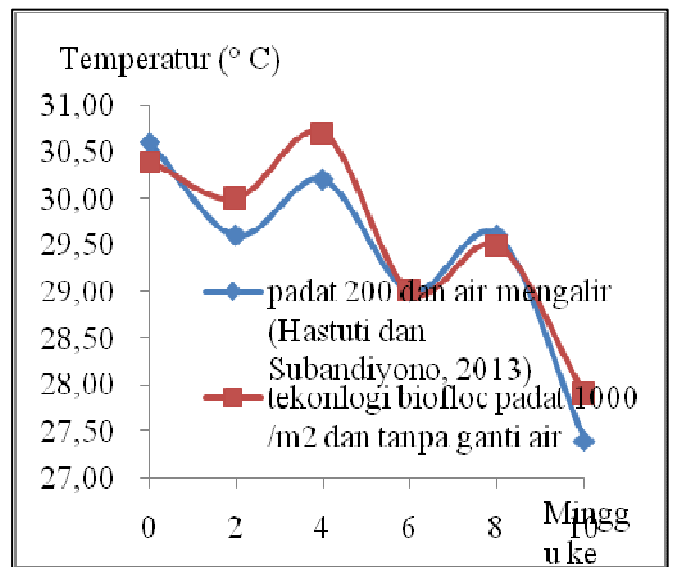
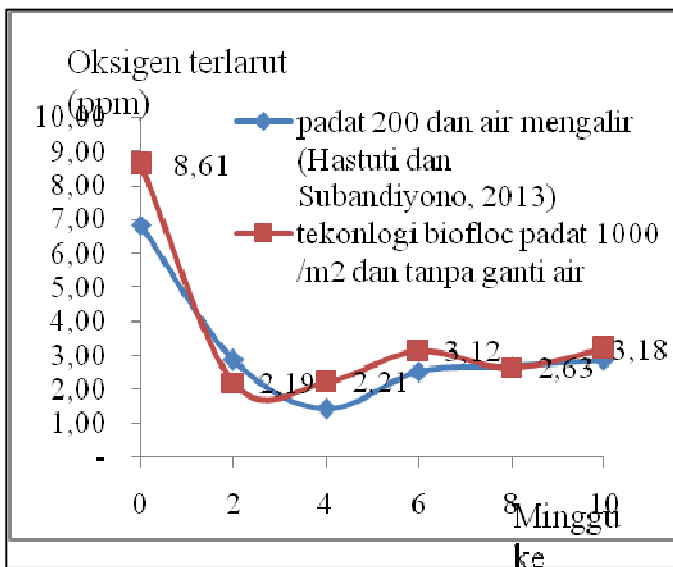
Tabel 2. Konsumsi pakan aktual, efisiensi pemanfaatan pakan serta Konversi Pakan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang dipelihara dengan teknologi biofloc

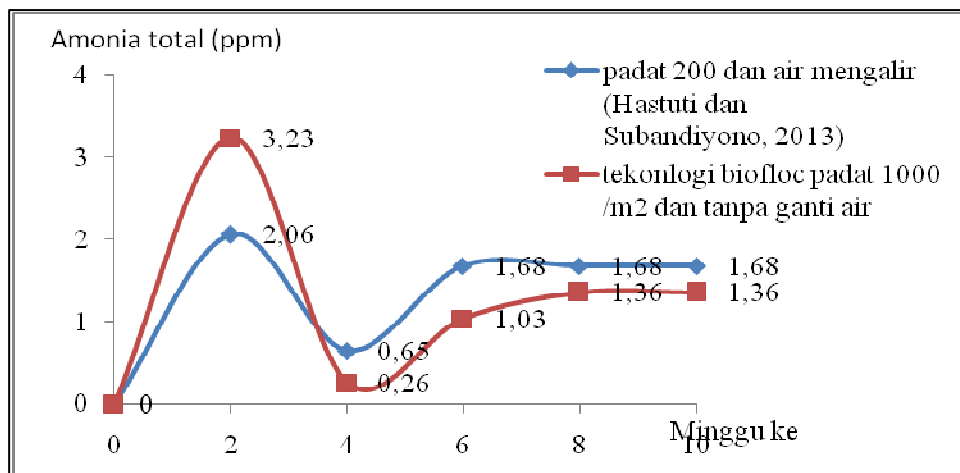
Parameter	Ulangan	(1000 ekor/m ²) biofloc	(200 ekor/m ²) air mengalir kecil
Total konsumsi pakan (g individu ⁻¹)	Rata-rata±SD	67,64±13,31	110,30±5,14
FCR	Rata-rata±SD	0,96±0,02	1,12
EPP (%)	Rata-rata±SD	103,82 ±1,64	89,83 ±6,03

Dinamika kualitas air media pemeliharaan sistim biofloc

Hasil pengukuran berbagai variabel kualitas air, yang terdiri dari Oksigen terlarut, temperatur, turbiditas, pH dan amonia disajikan pada Gambar 2. Oksigen terlarut, temperatur,

dan pH selama masa pemeliharaan memiliki dinamika yang sama antara media teknologi biofloc dengan air mengalir. Pada teknologi biofloc, tanpa ganti air, memperlihatkan nilai turbiditas yang lebih tinggi, sebaliknya konsentrasi ammonia lebih rendah pada umur pemeliharaan setelah 4 minggu.





Gambar 2. Dinamika kualitas air media budidaya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) dengan teknologi *biofloc* dan tanpa ganti air

Pembahasan

Teknologi *biofloc* telah diaplikasikan dalam kegiatan budidaya ikan secara meluas. Teknologi tersebut diaplikasikan dengan prinsip dasar asimilasi nitrogen terlarut oleh bakteri heterotrophik dengan mengelola C:N rasio di dalam air media. Selanjutnya biomassa bakteri heterotrophik tersebut membentuk agregat yang disebut *biofloc*. Sesungguhnya *biofloc* tidak hanya mengandung bakteri saja, namun tersusun pula atas mikroorganisme lain diantaranya adalah mikroalga, dan zooplankton yang terperangkap partikel organik. Terlihat bahwa *biofloc* tidak sekedar memperbaiki kualitas air terutama ammonia dalam sistim akuakultur (Gambar 2), namun *biofloc* juga membentuk biomassa yang ikut berkontribusi dalam menyediakan sumber protein bagi ikan yang dibudidayakan. Tabel 1 dan Tabel 2 memperlihatkan bahwa produksi ikan lele yang dibudidayakan dengan teknologi *biofloc* mencapai $578,56 \pm 5,13$ kg/kolam/musim tanam. Nilai tersebut lebih tinggi dari produksi ikan lele dumbo yang dibudidayakan dengan air mengalir, yaitu sebesar $161,19 \pm 6,13$ kg/kolam/musim tanam. Tingginya nilai produksi tersebut disebabkan karena penggunaan kepadatan yang tinggi (1.000 ekor/ m^2) dan tingginya nilai angka kelangsungan hidup ikan, yaitu sebesar $95,70 \pm 3,27\%$. Sedangkan angka kelangsungan hidup ikan lele yang dibudidayakan dengan air mengalir hanya mencapai $81,16 \pm 2,13\%$.

Pertambahan bobot ikan setiap minggu selama masa pemeliharaan ikan lele dengan teknologi *biofloc* pada awal pemeliharaan hingga minggu ke 4 relatif sama dengan pertambahan bobot ikan lele dumbo yang dibudidayakan dengan sistim ganti air (Gambar 1). Hal ini disebabkan bahwa pada awal pemeliharaan hingga 4 minggu ukuran ikan masih kecil dan ruang gerak masih mencukupi dan layak untuk mendukung pertumbuhan hingga kepadatan 1.000 ekor/ m^2 . Menurut Pascual, *et.al.* (2009) efek kepadatan ikan lele (*Clarias gariepinus*, Burchell) terhadap *animal welfare* bersifat tidak seragam dipengaruhi pula oleh ukuran ikan atau siklus pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burchell) ukuran 1 hingga 15 gr tidak dipengaruhi oleh kepadatan ikan. Pertumbuhan ikan lele dumbo pada ukuran bobot lebih besar 15 gr dipengaruhi oleh kepadatan ikan (Gambar 1). Pertumbuhan ikan lele dengan kepadatan yang tinggi (1.000

ekor/ m^2) lebih rendah dibandingkan dengan pertumbuhan ikan lele dumbo yang dipelihara dengan kepadatan 200 ekor/ m^2 . Rendahnya pertumbuhan ikan lele yang dipelihara dengan kepadatan 1.000 ekor/ m^2 terlihat karena konsumsi pakan aktual rata-rata/individu lebih rendah (Tabel 2).

Dikaitkan dengan teknologi *biofloc*, rupanya pakan yang dikonsumsi oleh ikan lele yang dibudidayakan dengan teknologi *biofloc* dimanfaatkan secara lebih efisien. Nilai efisiensi pemanfaatan pakan mencapai $103,82 \pm 1,64\%$. Sedangkan ikan lele yang dibudidayakan dengan sistim air mengalir memiliki efisiensi pemanfaatan pakan sebesar $89,83 \pm 6,03\%$. Konversi pakan (FCR) sebesar $0,96 \pm 0,02$ dan $1,12 \pm 0,08$ masing-masing untuk ikan lele yang dibudidayakan dengan teknologi *biofloc* dan sistim air mengalir. Dari nilai EPP dan FCR tersebut menunjukkan bahwa ikan lele dumbo yang dipelihara dengan teknologi *biofloc* mampu memanfaatkan *biofloc* sebagai pakan sumber protein. Julie, *et. al.* (2014) menyebutkan bahwa *biofloc* berukuran lebih besar dari $100 \mu m$ mengandung protein $27,8\%$, lipid $7,5\%$, sedangkan *biofloc* berukuran lebih kecil dari $48 \mu m$ kaya akan asam amino esensial. Selanjutnya dikatakan bahwa udang, ikan nila dan kerang mampu mengkonsumsi dan meretensikan N dari *biofloc*. Sebagaimana udang, ikan nila dan kerang, ikan lele juga mampu memanfaatkan *biofloc* sehingga menjadi informasi dasar dalam mengembangkan teknologi *biofloc*.

Penerapan teknologi *biofloc* pada budidaya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) mampu mendukung kehidupan ikan yang dipelihara dengan kepadatan 1.000 ekor/ m^2 . Tabel 1 memperlihatkan bahwa angka kelangsungan hidup ikan lele yang dipelihara dengan teknologi *biofloc* mencapai $95,70 \pm 3,27\%$. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan angka kelangsungan hidup ikan lele yang dipelihara dengan sistim air mengalir, yaitu sebesar $81,16 \pm 2,13\%$. Tingginya angka kelangsungan hidup tersebut diduga karena teknologi *biofloc* telah mampu memperbaiki kondisi kualitas air media budidaya (Gambar 2). Dengan teknologi *biofloc* mampu menekan kadar ammonia hingga berada pada konsentrasi $0,26$ hingga $1,36$ ppm. Nilai ammonia tersebut lebih rendah dibandingkan dengan nilai konsentrasi ammonia pada air media budidaya ikan lele sistim ganti air, yaitu sebesar $0,65$ hingga $1,68$ ppm. Aplikasi teknologi *biofloc* tanpa ganti air juga menyebabkan tingginya nilai turbiditas atau kekeruhan air media, yaitu sebesar 999 ppm. Sedangkan nilai turbiditas air

media budidaya sistem ganti air mencapai 573 ppm. Tingginya angka kekeruhan ini akan menguntungkan bagi ikan lele dumbo yang dikenal sebagai ikan nokturnal, yaitu jenis ikan yang menyukai kondisi gelap. Kondisi air media dengan turbidity yang tinggi mampu berfungsi sebagai shelter bagi ikan lele dumbo yang dibudidayakan dengan kepadatan sangat tinggi (1.000 ekor/meter²), sehingga mengurangi perilaku agresif dan kanibalisme.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Aplikasi teknologi *biofloc* pada budidaya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burchell) mampu meningkatkan produksi ikan, meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan yang diberikan, memperbaiki nilai konversi pakan serta memperbaiki kualitas air media serta meningkatkan angka kelangsungan hidup ikan. Dengan teknologi *biofloc* mampu mendukung kehidupan ikan lele dumbo hingga kepadatan 1.000 ekor/meter².

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ditlitabmas Dirjen Dikti Kepmendikbud BOPTN TA 2014 melalui DIPA UNDIP Nomor DIPA-023.04.02.189185/2014 tanggal 5 Desember 2013 atas sponsor pada penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Avimelech, Y. 2008. Sustainable land-based aquaculture-rational utilization of water, land and feed. *Mediterranean aquaculture journal* (1):45-55.
- Crab, R. B. Chielens, M. Wille, P. Bossier, W. Verstraete. 2010. The effect of different carbon source on the nutritional value of *biofloc*, a feed for *Machrobrachium rosenbergii* postlarvae. *Aquaculture Research* (41):559-567.
- Fajar, B, S. Hastuti, dan Subandiyono. 2013. Performa biofisiologis ikan nila larasati (*Oreochromis nilotikus*) yang dipelihara dengan teknologi *biofloc*. Universitas Diopngoro.
- Hargreaves, J.A. 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquaculture engineering* (34): 344-363.
- Julie, E., D. Angela, S.H. Waluyo, T. Bachtiar, E. Harris, 2014. The zise of *biofloc* determines the nutritional coposition

and the nitrogen recovery by aquaculture animals. *Aquaculture*, 426-427:105-111.

- Lease, H.M., Hansen, J.A., Bergman, H.L., Meyer, J.S. 2003. Structural changes in gill of lost river suckers exposed to elevated pH and ammonia concentration. *Comparative biochemistry and Physiology*. C 134,491-500.
- Li, M., Liqiao, C., Jian, G.Q., Erchao, L., Na Y., Zhenyu, D., 2013. Growth performance, antioxidant status and immune response in darkbarbel catfish *Pelteobagrus vachelli* fed different PUFA/Vitamin E dietary levels and exposed to high or low ammonia. *Aquaculture* 406-407: 18-27.
- Xu, W.J., L.Q. Pan, D.H. Zhao, J. Huang. 2012. Preliminary investigation into the contribution of *biofloc* on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture* 350-353: 147-153.
- Pascual, G. Van De N., J. Olwo, S. Khong, J.A.J. Werreth, J.W. Schrama, 2009. Effect of age and stocking density on the welfare of African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Aquaculture*, 288:69-75.
- Pillai, T. V. R. 1995. *Aquaculture: Principle and Practices*. Fishing News Books, Oxford. pp:344-4347.
- Hastuti, S. 2010. Lele kuning dan eliminasi populasinya melalui aplikasi sistem budidaya ikan gyhienis di Kampung lele Boyolali, Tahap I: Identifikasi lele kuning. Laporan Hasil Penelitian Hibah Kompetensi.
- Hastuti, S., dan Subandiyono, 2011. Performa hematologis ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dan kualitas air media pada sistem budidaya dengan penerapan kolam biofiltrasi. *Jurnal Saintek Perikanan*. 6(2):1-5.
- Hastuti, S dan Subandiyono, 2012. Teknologi Eliminasi Lele Kuning dan Peningkatan Produksi Ikan Budidaya Untuk Mendukung Ketahanan Dan Keamanan Pangan Nasional. Laporan Hasil Penelitian Strategis Nasional, Tahun ke 1, 2012.
- Hastuti, S dan Subandiyono, 2013. Teknologi Eliminasi Lele Kuning dan Peningkatan Produksi Ikan Budidaya Untuk Mendukung Ketahanan Dan Keamanan Pangan Nasional. Laporan Hasil Penelitian Strategis Nasional Tahun ke 2, 2013.

