

Teknologi budi daya ikan mas (*Cyprinus carpio*) tahan KHV (koi herpes virus) melalui aplikasi bioflok

Erma Primanita Hayuningtyas*), Bambang Gunadi**), Didik Ariyanto**)

*) Balai Penelitian dan Pengembangan Budi daya Ikan Hias
Jl. Perikanan no.13 Pancoran Mas, Depok, Jawa Barat 16973
Surel: erma_primanita@yahoo.com

**) Balai Penelitian Pemuliaan Ikan
Jl. Raya 2 Sukamandi Pantura, Patokbeusi, Subang, Jawa Barat 41263

Abstrak

Produksi ikan mas yang semakin menurun tahun 2006 sampai tahun 2009 diakibatkan adanya serangan penyakit viral yaitu Koi Herpes Virus (KHV). Di daerah Jawa Barat khususnya di daerah yang bersuhu rendah seperti Subang, kematian ikan mas terjadi hingga mencapai 40-80%. Berbagai upaya dilakukan untuk menanggulangi penyakit tersebut, diantaranya melalui pemberian immonostimulan dan vaksin. Lingkungan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi perkembangan penyakit. Teknologi budi daya bioflok yang ramah lingkungan diharapkan dapat menjadi antisipasi dalam penanggulangan penyakit viral ini, karena bakteri dalam bioflok juga berfungsi sebagai agen biokontrol terhadap penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh cara menanggulangi wabah KHV pada ikan mas melalui suatu teknologi budi daya dengan aplikasi bioflok dalam media pemeliharaannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa total produktivitas ikan mas dengan menggunakan media bioflok sebesar (892,28 gram/m³), lebih tinggi dibandingkan dengan pemeliharaan kontrol (431,48 gram/m³) dan dengan sistem resirkulasi (502,88 gram/m³). Insidensi penyakit KHV pada sistem bioflok hanya terjadi saat adanya serangan KHV saja dengan persentase insidensi 100%, setelah itu tidak ada lagi insidensi lanjutan.

Kata kunci: ikan mas, bioflok, Koi Herpes Virus (KHV)

Pendahuluan

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu komoditas unggulan yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Ikan mas juga merupakan komoditas budi daya ikan air tawar terbesar dengan rata-rata produksi 72.000 ton per tahun (Sunarto 2005). Berdasarkan data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan dari tahun 2006 - 2009 pada beberapa wilayah di Indonesia mulai dari Sumatera, Jawa, Bali, Kalimantan, Sulawesi hingga Papua mengalami penurunan produksi ikan mas (Statistik KKP 2014). Hal ini disebabkan munculnya wabah penyakit yang menyerang ikan mas di Indonesia sejak Maret 2002. Penyakit ini dikenal dengan nama Koi Herpes Virus (KHV). Penyakit viral ini spesifik menyerang jenis ikan mas dan ikan koi, segala umur dan segala ukuran (Mudjiutami *et al.* 2007).

Pada daerah Jawa Barat banyak ditemui kasus serangan KHV, mulai dari daerah Subang, Cirata, Kuningan, baik yang di budidayakan di kolam air deras maupun karamba jaring apung (KJA) (Nova 2013). Akan tetapi virus tersebut tidak akan bersifat patogen apabila suhu lingkungan berada di atas 27°C. Aktivitas virus KHV optimal pada suhu rendah berkisar 22°-27°C, virus aktif bermultiplikasi yang berlanjut menjadi patogen (Anonymous 2010). Penyakit muncul akibat hasil interaksi yang kompleks atau tidak seimbang antara tiga komponen dalam ekosistem yaitu inang (ikan) yang lemah, patogen yang ganas dan kualitas lingkungan yang memburuk. Penyakit KHV merupakan penyakit viral yang paling serius dan sporadis pada budi daya ikan air tawar di

Indonesia (Taukhid *et al.* 2005). Di daerah Jawa Barat, khususnya Subang yang merupakan daerah yang memiliki suhu cukup rendah, penyakit KHV sering menyerang ikan-ikan budi daya. Kematian ikan terjadi sekitar 40-80% khususnya pada ukuran benih. Saat ini tidak terlalu banyak pembudidaya ikan mas di daerah tersebut karena tidak dapat menutupi biaya produksi (Hasil survey di daerah Subang, Jawa Barat).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangi penyakit KHV ini. Mulai dari pemberian immonostimulan berupa *Chromium yeast (Cr-yeast)* yang mampu memberikan respon positif pada peningkatan daya tahan tubuh ikan mas dan mampu meningkatkan kelangsungan hidup ikan mas (Mudjiutami *et al.* 2007). Selain itu ada pula upaya pemeliharaan ikan mas pada perairan bersalinitas (5‰) yang relatif lebih tahan terhadap serangan KHV (Anonymous 2010). Pemberian vaksin juga merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah serangan KHV. Penggunaan vaksin dapat menambah kelangsungan hidup di atas 20%. Namun upaya tersebut pun masih ada kendala yang dihadapi, diantaranya relatif sulit untuk diaplikasikan secara masal.

Lingkungan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi dalam budi daya. Melalui aspek teknologi budi daya yang ramah lingkungan dan lebih terkontrol diharapkan dapat memperoleh alternatif penanggulangan serangan wabah KHV. Aplikasi bioflok merupakan salah satu teknologi budi daya yang sedang menjadi isu global dalam budi daya perikanan pada umumnya. Menurut Gunarto *et al.* (2009), mikrobial flok merupakan bakteri heterotrof yang kaya akan protein dan dimanfaatkan sebagai substitusi pakan bagi ikan atau udang yang dipelihara. Selain meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, aplikasi bioflok juga diduga dapat meningkatkan kualitas lingkungan budi daya yang selanjutnya dapat mengantisipasi timbulnya wabah penyakit seperti KHV. Bakteri dalam bioflok juga berfungsi sebagai agen biokontrol terhadap penyakit. Menurut Chayati (2012), teknologi bioflok dapat meningkatkan kinerja imunitas pada udang serta dapat memperbaiki resistensi udang vaname terhadap koinfeksi IMNV dan bakteri vibrio harveyi patogen. Melalui penelitian ini diharapkan adanya aplikasi bioflok dalam pemeliharaan ikan mas dapat menanggulangi infeksi KHV. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh cara menanggulangi wabah KHV pada ikan mas melalui suatu teknologi budi daya dengan aplikasi bioflok dalam media pemeliharaannya.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilakukan di daerah yang biasa terserang wabah KHV yaitu di daerah dataran tinggi Subang, pada sebuah kolam pembudidaya di Kecamatan Cisalak - Subang dan Laboratorium Balai Penelitian Pemuliaan Ikan, Sukamandi- Subang.

Rancangan penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan dua ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah (A) pemeliharaan ikan mas sistem biasa (non resirkulasi), (B) pemeliharaan ikan mas sistem resirkulasi tanpa bioflok, dan (C) pemeliharaan ikan mas dan ikan nila dalam waring dengan sistem resirkulasi dan bioflok. Pemeliharaan non resirkulasi yakni sistem pemeliharaan layaknya pembudidaya ikan pada umumnya. Pemeliharaan dengan resirkulasi tertutup yaitu dengan pemberian aerasi dengan bantuan blower, tanpa adanya penambahan su-

plementasi karbon. Pemeliharaan dengan bioflok adalah sistem resirkulasi dengan penambahan starter bakteri *Bacillus* sp. dan penambahan molases sebanyak 75% dari jumlah pakan yang diberikan serta ditambah pemeliharaan ikan nila dalam waring berfungsi sebagai pemanfaat bioflok.

Kolam pemeliharaan yang digunakan terdiri atas dua tipe ukuran yang berbeda dan dianggap sebagai ulangan. Tipe kolam ulangan pertama berukuran 12,5 m³ (sebanyak 3 buah) dan tipe kolam kedua berukuran 25 m³ (sebanyak 3 buah). Ukuran ikan yang digunakan adalah 100 ekor/kg, dengan padat penebaran 500 g/m³ (sekitar 50 ekor). Pada perlakuan bioflok masing-masing ditambahkan ikan nila sebanyak 5 kg berukuran ±10gram/ekor (1kg= 100 ekor). Ikan nila dipelihara dalam waring terapung berukuran 2m x 2m, hal ini bertujuan agar ikan nila dapat memakan bakteri flok yang dihasilkan dan tidak memakan pellet yang diberikan untuk ikan mas. Jumlah pakan yang diberikan untuk ikan mas sebanyak 5%. Khusus pada perlakuan bioflok diberi penambahan molasses sebanyak 75% dari jumlah pakan yang diberikan per harinya. Sebelumnya pada perlakuan C diberikan penambahan urea, molases, dan starter bakteri. Pemeliharaan dilakukan selama 2 bulan dan sampling dilakukan setiap 2 minggu sekali. Pengamatan utama dilakukan terhadap kelangsungan hidup dan produksi ikan mas pada akhir pemeliharaan, serta parameter pendukung berupa, pertumbuhan, kualitas air dan pemantauan status kesehatan ikan melalui deteksi KHV melalui teknik PCR.

Pemeliharaan untuk mengetahui insidensi penyakit

Sebagai pendalaman bahasan tentang KHV dilakukan penelitian lanjutan dengan dua perlakuan dengan 3 kali ulangan terdiri atas kontrol yaitu pemeliharaan ikan mas di air deras (I) dan pemeliharaan ikan mas pada media bioflok (J). Digunakan ikan tebar ukuran 100 ekor/kg yang dipelihara selama dua bulan. Jumlah pakan yang diberikan sebanyak 3% dan jumlah molases yang diberikan pada kolam perlakuan bioflok adalah sebanyak 75% dari jumlah pakan yang diberikan per hari. Pengamatan juga dilakukan terhadap mortalitas harian serta suhu harian. Pemantauan status kesehatan dilakukan sebelum, saat terjadi wabah, serta pada akhir pemeliharaan sehingga diperoleh data insidensi penyakit.

Pembuatan starter bakteri untuk bioflok sebagai media pemeliharaan ikan

Pembuatan bioflok dilakukan selama 7 hari, yaitu dengan membuat starter bakteri dengan volume total 500 L. Inokulan dikultur dengan menambahkan 46% N dan rasio perbandingan C:N = 15:20, dengan pemberian molases sebanyak 50% C diinkubasi selama 2 hari. Setelah dua hari kepadatan populasi bakteri dihitung menggunakan media TPC untuk menentukan volume starter yang dibutuhkan dalam media pemeliharaan. Inokulasikan bakteri *Bacillus* sp. untuk mendapatkan kepadatan bakteri sebesar 10⁶ - 10⁷ cfu/mL. Menurut Avnimelech (2007), populasi komunitas mikroba mencapai 10⁷ cfu/mL, C/N rasio yang tinggi akan memacu terbentuknya bioflok.

Deteksi keberadaan KHV di ikan

Pengambilan sampel ikan dilakukan di awal penelitian untuk mengetahui status kesehatan ikan. Kemudian dilakukan pengambilan sampel pada saat terjadi mortalitas

tinggi yang merupakan dugaan adanya serangan KHV, serta pada akhir penelitian. Organ yang diambil adalah insang. Jumlah sampel yang diambil sebanyak 15 ekor per kolam selanjutnya di-*pooling* masing-masing sebanyak 5 ekor menjadi 3 kali ulangan per kolam. Insang yang sudah di-*pooling* selanjutnya diisolasi DNA dan di PCR untuk mengetahui apakah positif (+) KHV atau negatif (-).

Isolasi DNA dilakukan menggunakan prosedur *DNAzol Reagent Genomic DNA Isolation Reagent (MRC)*. Setelah memperoleh Genom DNA dilakukan PCR dengan menggunakan kit *Maxima Hot Start Green PCR master Mix 2X (Thermo science)* diamplifikasi dengan menggunakan primer SPHL-5 (SIGMA). PCR dilakukan dengan komposisi: 1 μ l primer forward (5'GACACCACATCTGCAAGGAG-3), 1 μ l primer reverse (5'GACACATGTTACAATGGTCGC-3), 1 μ l DNA dan *nuclease free water* sampai total volume 25 μ l. Kondisi PCR dilakukan dengan program: 95°C selama 5 menit; 40 siklus selanjutnya terdiri atas 94°C selama 30 detik, 55°C selama 30 detik dan 72°C selama 30 detik; dan diakhiri dengan 72°C selama 7 menit. Selanjutnya hasil PCR dapat langsung dielektroforesis pada gel agarose dengan konsentrasi 1,5% bersama marker *100 bp DNA leader (Vivantis)*. Panjang fragment yang dihasilkan adalah 290bp.

Analisis data

Analisis data dilakukan secara deskriptif meliputi kelangsungan hidup, insidensi penyakit, dan data kualitas air.

Data mortalitas ikan dipergunakan untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*).

$$SR = \frac{\text{Jumlah akhir ikan hidup}}{\text{Jumlah awal seluruh ikan}} \times 100\%$$

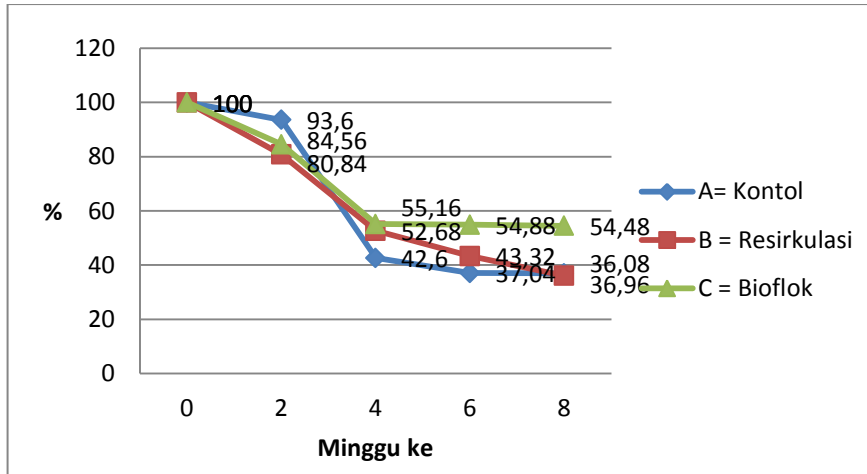
Nilai insidensi penyakit KHV dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{\text{Jumlah ikan terinfeksi}}{\text{Jumlah sampel ikan yang diperiksa}} \times 100\%$$

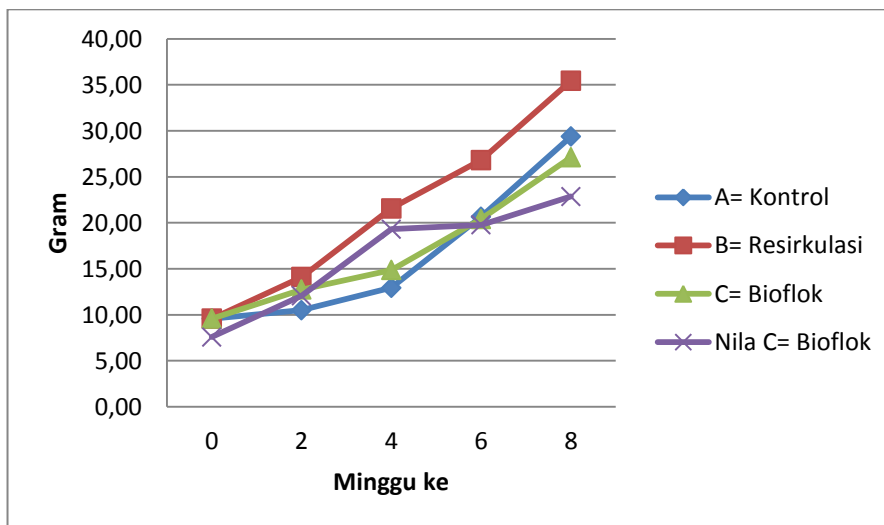
Hasil pengukuran setiap parameter kualitas air ditampilkan secara grafis untuk melihat dinamika setiap parameter dari awal sampai akhir penelitian.

Hasil dan pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian di kolam tahap awal atau pendederan diperoleh data kelangsungan hidup yang ditampilkan pada Gambar 1. Tingkat kelangsungan hidup ikan mas dengan perlakuan bioflok (54,48%) lebih tinggi dibandingkan kontrol dan resirkulasi. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya perlakuan bioflok kelangsungan hidup lebih baik dibandingkan perlakuan resirkulasi (36,08%) dan kontrol (36,96%). Pertambahan bobot rata-rata ikan mas dan ikan nila ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Kelangsungan hidup (%) ikan mas dari 3 perlakuan berbeda



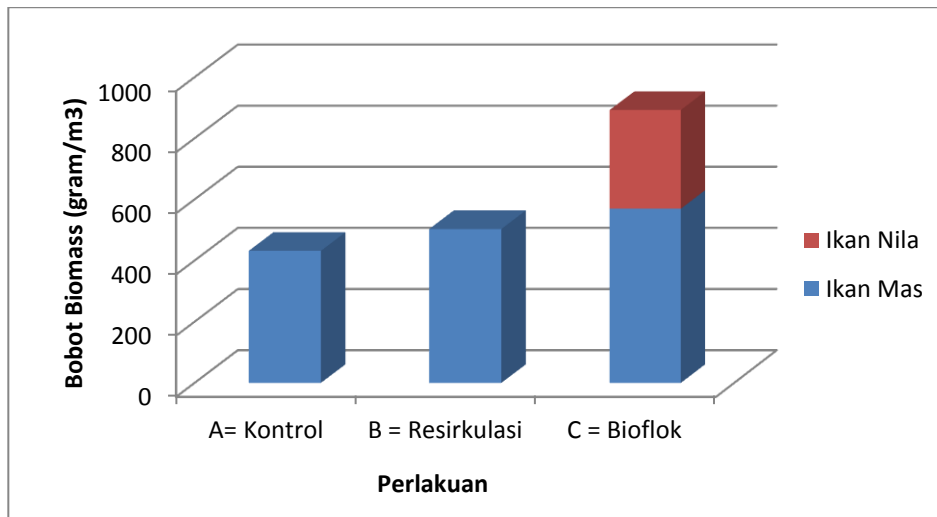
Gambar 2. Grafik penambahan bobot ikan yang dipelihara di kolam dengan perlakuan berbeda (A = kontrol pemeliharaan di kolam air deras; B = pemeliharaan ikan mas di kolam resirkulasi; C = pemeliharaan ikan mas di kolam bioflok; Nila C= ikan nila yang dipelihara di waring kolam bioflok).

Data pertumbuhan bobot rata-rata pada ikan mas yang tertinggi adalah pada kolam resirkulasi (35,44 gram), setelah itu dilanjutkan pertumbuhan ikan mas pada kolam kontrol (29,38 gram), kolam bioflok (27,11 gram) dan terakhir adalah pertumbuhan nila (22,85 gram). Pertumbuhan pada ikan mas pada sistem resirkulasi memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan lainnya tetapi kelangsungan hidup yang dihasilkan rendah. Hal ini diduga ikan yang dapat bertahan hidup adalah ikan pada ukuran yang besar sehingga ikan yang hidup adalah ikan yang resisten terhadap KHV. Sementara pada perlakuan bioflok ikan yang dihasilkan pertumbuhannya rata-ratanya lebih rendah dibandingkan sistem resirkulasi dan kontrol tetapi kelangsungan hidup yang dihasilkan lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa ikan mas yang dipelihara pada media bioflok memiliki resistensi yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya tetapi terdapat faktor yang dapat menghambat pertumbuhan ikan mas. Ikan mas merupakan ikan yang biasa hidup pada air jernih dengan tingkat oksida-

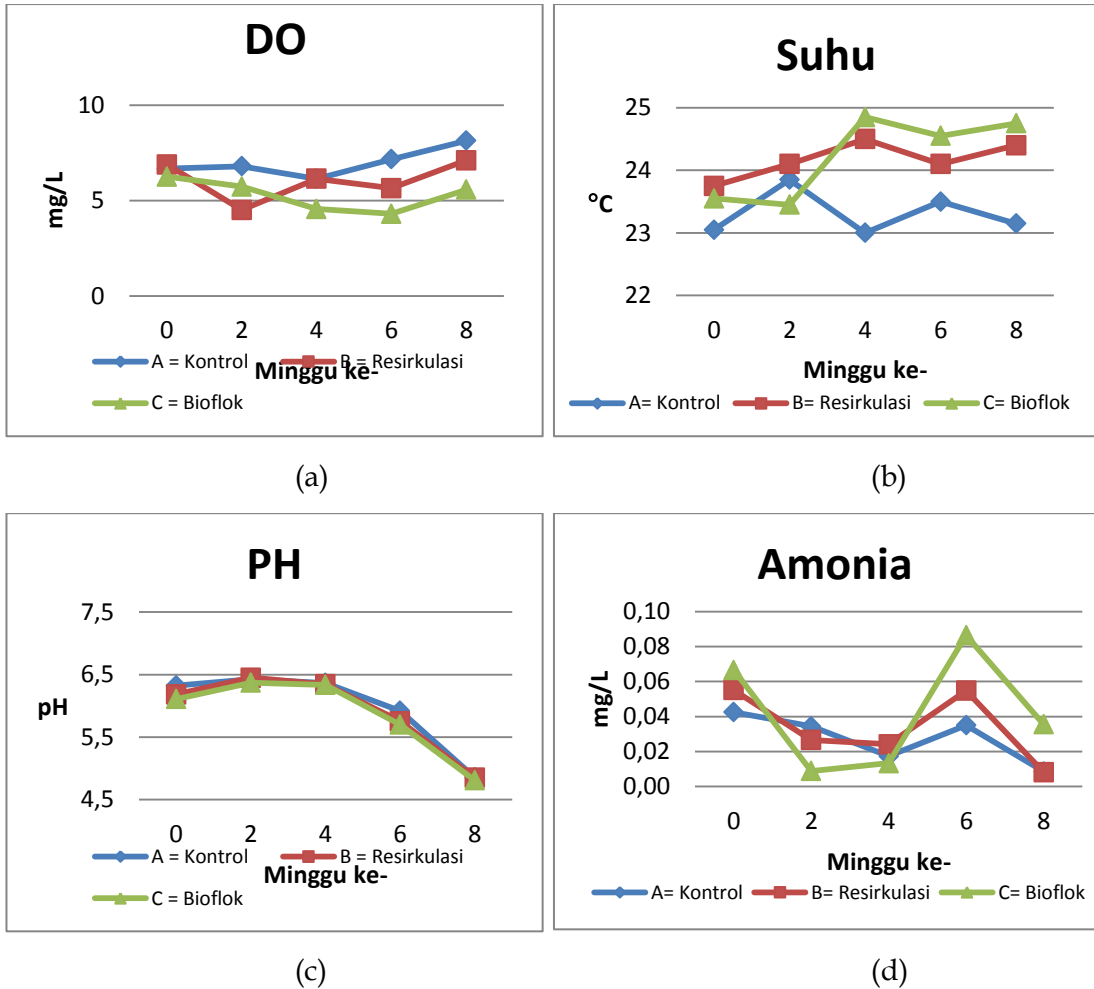
gen terlarut yang tinggi. Tetapi dengan pemeliharaan pada media bioflok, insang ikan mas menjadi dipenuhi dengan bakteri flok sehingga mengganggu sistem pernapasan pada ikan mas. Hal ini pula yang dapat menghambat pertumbuhan ikan mas. Sementara pada ikan nila pertumbuhan yang dihasilkan paling rendah dibandingkan ikan mas, ini menunjukkan bahwa asupan nutrisi (pakan) yang dibutuhkan tidak terpenuhi dengan baik. Hal ini karena ikan nila tidak memperoleh pakan tambahan (pellet) dan hanya mengandalkan pakan yang ada di alam sekitarnya yaitu plankton dan bioflok.

Gambar 3 menunjukkan rata-rata bobot biomassa yang dihasilkan per meter kubik media pemeliharaan. Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata bobot biomassa per meter kubik (m^3), diperoleh bobot biomassa tertinggi adalah pada perlakuan bioflok dengan biomassa ikan mas sebesar 569,4 gram/ m^3 ditambah ikan nila (322,88 gram/ m^3). Sementara pada perlakuan resirkulasi (502,88 gram/ m^3) dan terendah pada kontrol (431,48 gram/ m^3). Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan sistem bioflok dapat meningkatkan produksi ikan mas dibandingkan kontrol. Meskipun hasilnya tidak berbeda nyata dengan perlakuan resirkulasi. Tetapi jika biomassa dari ikan mas perlakuan bioflok ditambahkan dengan biomassa ikan nila maka produksi yang dihasilkan bisa mencapai dua kali lipatnya dari produksi ikan mas kontrol.

Gambar 4, menunjukkan grafik data kualitas air kandungan oksigen terlarut yang dihasilkan sekitar 4,3-8,1 mg/L. Pada kontrol nilai oksigen terlarut lebih stabil dan lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Pada perlakuan bioflok oksigen terlarut sempat cenderung menurun kemudian meningkat kembali di akhir penelitian. Dengan kisaran 4,3-6,5 mg/L merupakan kandungan oksigen terlarut yang optimum untuk pertumbuhan bioflok maupun ikan yang hidup didalamnya. Menurut Avnimelech (2009), budi daya dengan sistem bioflok memerlukan suplai oksigen >3 mg/L.



Gambar 3. Diagram bobot biomassa ikan mas dan ikan nila yang dihasilkan per meter kubik volume air, setelah dipelihara selama 8 minggu. A= Kontrol, B= Resirkulasi, C= Bioflok.



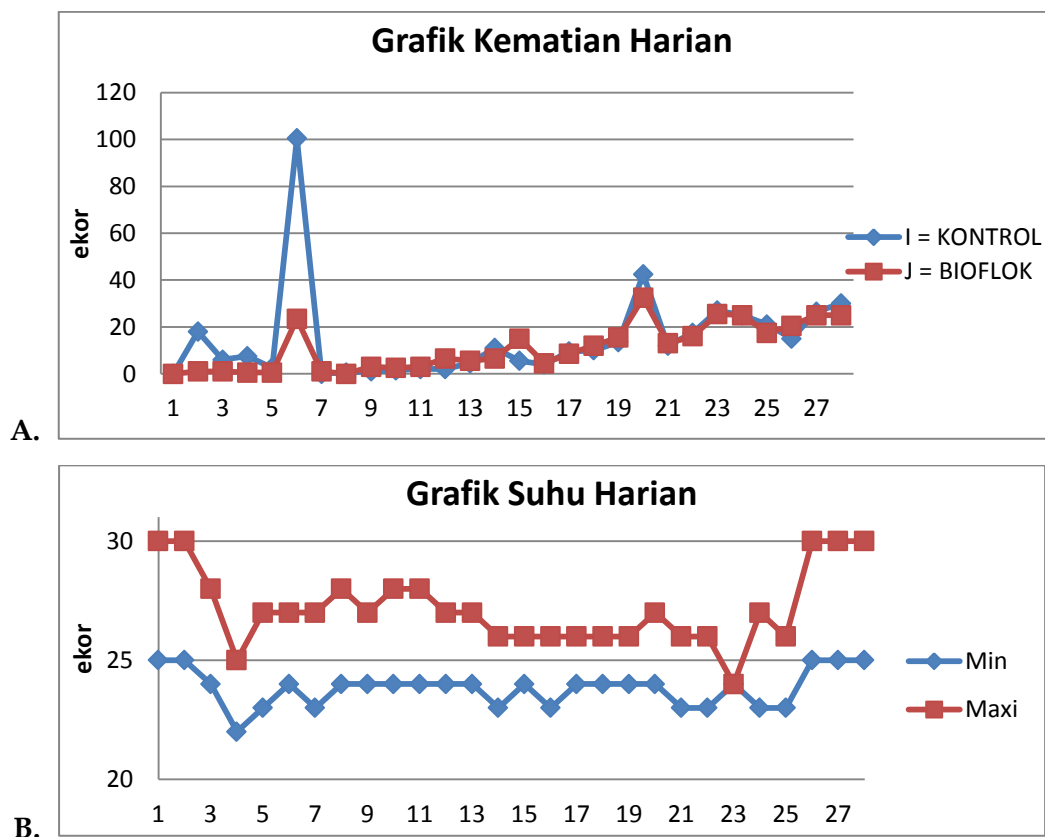
Gambar 4. Kualitas air selama penelitian pada 3 perlakuan berbeda. a) Oksigen terlarut (mg/L), b) Suhu (°C), c) pH, d) Amonia (mg/L).

Nilai suhu yang diamati relatif stabil pada kisaran 23-25°C. Nilai suhu ini merupakan suhu yang terjadi di daerah Subang dengan iklimnya yang cenderung dingin. Suhu kisaran 23-25°C merupakan suhu yang optimum pula bagi perkembangan virus KHV sehingga dengan kondisi suhu yang demikian dapat sekaligus sebagai uji tantang KHV terhadap seluruh perlakuan yang ada. Pada perlakuan bioflok nilai suhu relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, hal ini diduga karena adanya pembentukan bakteri flok.

pH yang diamati pada 3 perlakuan relatif sama, yakni berkisar antara 4,8-6,5, dengan nilai yang tinggi pada awal penelitian kemudian menurun pada akhir penelitian. Sementara nilai amoniak berkisar antara 0,01-0,08 mg/L. Nilai amoniak yang terjadi merupakan nilai yang optimum untuk pertumbuhan ikan mas, karena masih kurang dari 0,1 mg/L. Nilai amoniak yang meningkat diiringi pula dengan nilai pH yang bersifat asam, hal ini diduga karena terjadi transformasi nitrogen dari limbah pakan dan metabolit pada proses amonifikasi oleh mikroba pengurai bahan organik (Schneider *et al.* 2005).

Tahapan insidensi penyakit KHV

Deteksi keberadaan KHV pada ikan mas dilakukan pada saat ada peristiwa kematian yang cukup banyak yang diduga sebagai serangan KHV. Serangan ini terjadi pada bulan pertama masa pemeliharaan. Fluktuasi kematian harian disajikan pada Gambar 5A, dan fluktuasi suhu yang terjadi pada Gambar 5B. Jika dilihat kematian masal terjadi pada hari ke 6 (Gambar 5A), dan pada hari sebelumnya terjadi penurunan suhu yang ekstrim (Gambar 5B). Menurut Goowin (2003) *in* Taukhid *et al.* (2005), kasus kematian ikan akibat KHV umumnya terjadi pada kisaran suhu air antara 18-27°C. Hal ini sesuai dengan fluktuasi suhu yang cenderung menurun dari 26-30°C menjadi 24-28°C, kemudian 22-25°C, dan naik kembali menjadi 24-27°C. Suhu tersebut dapat memicu virus berkembang dan mencari inang yang spesifik yaitu ikan mas. Suhu merupakan faktor pemicu serangan KHV, namun penyakit KHV terjadi akibat interaksi yang tidak seimbang antara 3 biosistem yaitu inang yang lemah, patogen yang ganas dan kualitas lingkungan perairan yang buruk (Taukhid *et al.* 2005).



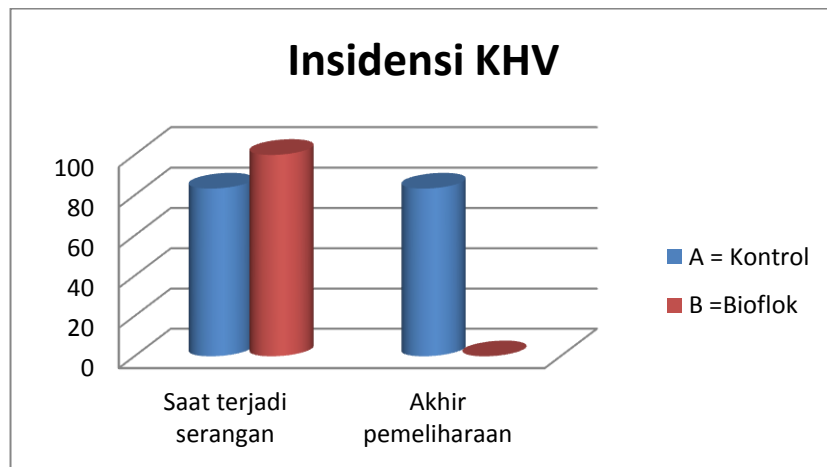
Gambar 5. Grafik kematian harian dan suhu harian pada ikan mas di kolam kontrol dan perlakuan bioflok. A= grafik kematian harian, B= grafik suhu harian, I= kontrol, J= bio-flok, Min= suhu minimum, Maxi= suhu maksimum.

Hasil deteksi KHV menggunakan teknik PCR dilakukan pada serangan yang terjadi di bulan pertama pemeliharaan dan saat akhir pemeliharaan. Baik kontrol maupun bioflok sama-sama terserang KHV. Sementara setelah 3 bulan pemeliharaan dilakukan deteksi KHV kembali menghasilkan positif KHV pada ikan mas yang dipelihara di kolam air deras dibandingkan ikan yang dipelihara di bioflok. Hasil deteksi KHV menggunakan teknik PCR saat terjadi serangan di bulan pertama pemeliharaan disajikan pada Gambar 6. Dari hasil deteksi KHV yang dilakukan diperoleh data insidensi penyakit KHV yang ditampilkan pada Gambar 7.

Data insidensi penyakit KHV tersebut menunjukkan bahwa saat terjadi serangan KHV, insidensi penyakit pada kontrol mencapai 83,3%. Insidensi pada kontrol lebih rendah dibandingkan perlakuan bioflok yang mencapai 100%. Tetapi pada akhir pemeliharaan insidensi pada perlakuan bioflok menurun drastis menjadi 0% atau tidak ada. Sementara pada kontrol insidensi yang terjadi masih sama. Hal ini mengindikasikan dengan adanya bioflok, insidensi penyakit KHV hanya terjadi satu kali di awal sehingga dapat mengurangi dampak insidensi lanjutan. Adanya bioflok dapat menurunkan tingkat insidensi KHV pada ikan mas.



Gambar 6. Foto hasil deteksi ketika terjadi serangan KHV



Gambar 7. Diagram persentase insidensi penyakit KHV pada ikan mas. A= Kontrol (tanpa perlakuan), B= Bioflok

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa pemeliharaan ikan mas dengan menggunakan media bioflok menghasilkan total produktivitas sebesar (892,28 gram/m³), sedangkan pada pemeliharaan kontrol (431,48 gram/m³) dan dengan sistem resirkulasi (502,88 gram/m³). Aplikasi sistem bioflok pada pemeliharaan ikan mas di Subang dapat menurunkan insidensi KHV pada ikan mas hingga menjadi 0% saat akhir pemeliharaan.

Persantunan

Penelitian ini dibiayai oleh APBN melalui DIPA 2010 pada Balai Penelitian Pemuliaan Ikan (BPPI), Sukamandi. Terima kasih disampaikan kepada Lamanto, S.Pi., Staf peneliti BPPI dan semua teknisi yang terlibat dalam kegiatan ini, Nurfansuri A.Md., Listiyo Dharmawanto, Supriyanto A.Md., Galih, Ahmad Sofyan, dan Nikmatullah.

Daftar pustaka

- Anonymous. 2010. Masih jibaku melawan virus. *Trobos*. No.126 Maret 2010 Tahun XI. Hlm 76-77.
- Avnimelech Y. 2007. Feeding with microbial flocks by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds. *Aquaculture* 264: 140-147.
- Avnimelech Y. 2009. Biofloc technology-A practical guide book. World aquaculture society, Louisiana, United State, 182 pp.
- Chayati TN. 2012. Kinerja imunitas udang vaname *Litopenaeus vannamei* dalam teknologi bioflok dan probiotik terhadap koinfeksi *Infectious Myonecrosis Virus* dan *Vibrio harveyi*. *Skripsi*. Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 32 pp
- Gunarto, Masyur A, Muliani. 2009. Aplikasi dosis fermentasi probiotik berbeda pada budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola intensif. *Jurnal Riset Akuakultur*, 4(2): 241-255.
- Mudjiutami E, Ciptoroso Z, Sumarjo, Rahmat. 2007. Pemanfaatan immunostimulan untuk pengendalian penyakit pada ikan mas. *Jurnal Budi daya Air Tawar*. 4(1): 1-9.
- Nova. 2013. Ikan mas: masih dibayangi KHV. *Trobos Aqua: Ikan mas tersendat KHV*. Edisi 17/Tahun II/Okttober-November 2013.
- Taukhid, Sunarto A, Koesharyani I, Supriyadi H, Gardenia L. 2005. Strategi pengendalian penyakit Koi Herpes Virus (KHV) pada ikan mas dan koi. *In: Supriyadi H, Priono B (Editor). Strategi pengelolaan dan pengendalian penyakit KHV*. Pusat Riset Perikanan Budi daya, Jakarta. hlm 41-60.
- Taukhid, Sumiati T, Koesharyati I. 2005. Pengaruh suhu air dan total bahan organik terlarut terhadap patogenitas Koi Herpes Virus pada ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Strategi pengelolaan dan pengendalian penyakit KHV*. Pusat Riset Perikanan Budi daya, Jakarta. Hlm 83-94.
- Statistik KKP. 2014. Data Direktorat Jenderal Perikanan Budi daya. Diakses tgl 14 Maret 2014.

- Sunarto A. 2005. Epidemiologi penyakit koi herpes Virus (KHV) di Indonesia. In Supriyadi H, Priono B (Editor). *Strategi pengelolaan dan pengendalian penyakit KHV*. Pusat Riset Perikanan Budi daya, Jakarta. hlm 31-40.
- Schneider O, Sereti V, Eding EH, Verreth JAJ. 2005. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 32:379-401.