

## Kondisi fisiologis ikan bandeng (*Chanos chanos* Forskal) yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri dengan tingkat salinitas berbeda

[Physiological condition of milkfish, *Chanos chanos* Forskal reared in medium containing mercury with various level of salinity]

Ridwan Affandi<sup>1</sup>, Riri Ezraneti<sup>2</sup>, Kukuh Nirmala<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, FPIK IPB

<sup>2</sup>Progam Studi MSP, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

<sup>3</sup>Departemen Budi Daya Perairan, FPIK IPB

✉ Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, FPIK IPB

Jln Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor

Surel: affandi\_ridwan@yahoo.com

Diterima: 10 Mei 2012; Disetujui: 4 Desember 2012

### Abstrak

Merkuri merupakan logam berat yang sangat berbahaya bagi kehidupan ikan, bahkan dapat membahayakan kesehatan bagi yang mengkonsumsi ikan yang telah terkontaminasi logam berat tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh merkuri terhadap kondisi fisiologis ikan bandeng yang dipelihara pada berbagai tingkat salinitas. Percobaan terdiri atas empat perlakuan yakni: A (0‰ + 0 mg Hg L<sup>-1</sup>), B (0‰ + 0,012 mg Hg L<sup>-1</sup>), C (10‰ + 0,012 mg Hg L<sup>-1</sup>), dan D (20‰ + 0,012 mg Hg L<sup>-1</sup>). Masing-masing perlakuan memiliki tiga ulangan. Ikan bandeng yang berukuran 7-8 cm dipelihara dalam akuarium berukuran 60 x 40 x 40 cm<sup>3</sup> dengan volume air 40 L. Masing-masing akuarium diisi dengan 20 ekor ikan bandeng dan dipelihara selama 30 hari. Pakan buatan berbentuk pellet diberikan tiga kali per hari sebanyak 5% dari bobot biomassa. Parameter yang diukur meliputi beban osmotik, tingkat konsumsi oksigen, dan kadar glukosa darah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ikan bandeng yang dipelihara di media air tawar, keberadaan merkuri menyebabkan naiknya beban osmotik dan kadar glukosa darah serta menurunkan tingkat konsumsi oksigen. Kondisi fisiologis ikan bandeng yang dipelihara pada salinitas 10‰ lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai beban osmotik 0,237±0,088 Osm kg<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>O, tingkat konsumsi oksigen 0,257±0,037 mgO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> jam<sup>-1</sup> dan kadar glukosa darah 11,7±1,30 mg mL<sup>-1</sup>. Dampak toksisitas merkuri terhadap kondisi fisiologis ikan bandeng berkurang ketika dipelihara pada media dengan salinitas 10‰.

Kata penting: beban osmotik, glukosa darah, merkuri, salinitas, tingkat konsumsi oksigen.

### Abstract

Mercury is a dangerous heavy metal to fish and human who consumed that contaminated fish. The objective of the research was to analysis the effect of mercury to physiological condition of milkfish which reared in various level of salinity. Experiment was divided into four treatments: A (0‰ + 0 mg Hg L<sup>-1</sup>); B (0‰ + 0.012 mg Hg L<sup>-1</sup>); C (10‰ + 0.012 mg Hg L<sup>-1</sup>); and D (20‰ + 0.012 mg Hg L<sup>-1</sup>), each with three replications. Milkfish of 7-8 cm in length was reared in aquarium of 60 x 40 x 40 cm<sup>3</sup> in size, filled with 40 L of water. Twenty milkfish were added into each aquarium, fed by artificial food up to 5% biomass, 3 times per day during 30 day of experiment. Physiological parameters were observed by measuring osmotic gradient, oxygen consumption and blood glucose. Within freshwater conditions, the results showed that osmotic gradient and blood glucose increased, while oxygen consumption decreased in response to the present of mercury. Milkfish that reared in 10‰ salinity showed better physiological conditions than other treatment, i.e. osmotic gradient 0.237±0.088 Osm kg<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>O, oxygen consumption 0.257±0.037 mgO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> hour<sup>-1</sup>, and blood glucose 11.77±1.30 mg mL<sup>-1</sup>. It was shown that the toxicity level of mercury were the lowest at 10‰ salinity.

Keywords: osmotic gradien, blood glucose, mercury, salinity, oxygen consumption.

### Pendahuluan

Logam berat merkuri (Hg) merupakan bahan pencemar yang paling berbahaya dibandingkan dengan logam berat lainnya seperti Pb, Cd, Cu, Zn, dan Co. Meskipun demikian, merkuri secara luas tetap digunakan untuk berbagai keperluan seperti militer, kesehatan, maupun in-

dustri (Boening, 2000). Seiring dengan perkembangan zaman, kadar merkuri di perairan terus meningkat. Merkuri yang masuk ke perairan bersumber dari deposisi atmosfer, erosi, buangan limbah pertambangan, industri, dan pertanian (Navarro *et al.*, 2012). Connel & Miller (1995) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat ter-

masuk merkuri akan meningkat seiring dengan menurunnya salinitas.

Merkuri yang masuk ke perairan baik dalam bentuk organik (terutama metil merkuri) maupun anorganik bersifat toksik. Merkuri dapat masuk kedalam tubuh organisme air melalui beberapa jalan yakni organ pernafasan, saluran pencernaan (melalui makanan yang dikonsumsi), dan melalui penetrasi kulit (Darmono, 2001; Palar, 2004), dan dapat menumpuk (bioakumulasi) dalam tubuh organisme yang hidup di perairan. Lebih jauh dalam rangkaian mata rantai makanan, terutama rantai makanan akuatik, merkuri dapat berlipat (biomagnifikasi) dari suatu spesies pada satu jenjang trofik ke spesies yang berada pada jenjang trofik di atasnya, demikian seterusnya. Ikan predator puncak yang berumur panjang mempunyai kandungan merkuri tertinggi. Hasil penelitian Burger & Gochfeld (2011) terkait dengan kandungan merkuri pada 19 spesies ikan laut di pantai New Jersey menguatkan fenomena tersebut. Kandungan merkuri pada ikan *menhaden* (*Brevoortia tyrannus*) yang planktivora, menunjukkan angka terendah (0,01 ppm), sedangkan *shorfin mako shark* (*Isurus oxyrinchus*) yang predator puncak, mempunyai kandungan merkuri tertinggi yakni 1,83 ppm.

Ikan cenderung mengakumulasi logam berat dalam jaringan tubuhnya. Besarnya akumulasi tersebut bergantung kepada konsentrasi merkuri, lama paparan, kondisi lingkungan (suhu, pH, kesadahan, salinitas), dan faktor internal ikan (umur, makanan). Pengamatan pada pelbagai ikan laut maupun air tawar menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri dalam jaringan tubuh meningkat dengan bertambahnya umur ikan (Boening, 2000). Sebagian besar logam berakumulasi pada ginjal, hati, dan insang. Otot ikan, dibandingkan dengan jaringan lainnya, biasanya mengandung logam terendah. Akumulasi logam

pada berbagai organ ikan dapat menimbulkan luka struktural dan gangguan fungsional (Jeziarska & Witeska, 2006). Toksisitas subakut logam berat terhadap organisme air diantaranya dapat menghambat aktivitas enzim (Darmono, 1995) dan menyebabkan kerusakan sel (Lu, 1995). Pada konsentrasi Hg yang masih dapat ditoleransi, ikan akan melakukan adaptasi terhadap logam berat tersebut, sedangkan pada konsentrasi di luar batas toleransi, Hg akan menyebabkan kerusakan organ terutama insang (Mallat, 1985 in Ranken & Jensen, 1993), ginjal, hati, dan otak (Castro-Gonzalez & Mendez-Armenta, 2008).

Salah satu jenis ikan yang berpeluang terkontaminasi merkuri adalah ikan bandeng yang banyak dibudidayakan di tambak air payau terutama di kawasan Asia Tenggara. Ikan bandeng bersifat eurihalin yang mampu hidup pada kisaran salinitas yang luas (0-50‰). Walaupun bersifat eurihalin, ikan ini akan hidup dan tumbuh dengan baik pada salinitas 10-20 ppt. Akhir-akhir ini ikan bandeng banyak dibudidayakan di kolam air tawar dan di keramba jaring apung (KJA) yang ditempatkan di perairan waduk. Tahun 2008 ikan ini telah ditebar di Waduk Djuanda, Jawa Barat dengan tujuan untuk meningkatkan pemanfaatan plankton yang melimpah di waduk tersebut (Triyanto, 2010).

Perairan waduk dan juga perairan pantai, mendapat masukan air tawar dari sungai-sungai yang sebagian besar melintasi daerah permukiman, kawasan industri, dan pertanian. Kondisi sungai-sungai tersebut banyak yang telah tercemar oleh logam berat. Salah satu sungai yang memasok air ke Waduk Cirata dan Waduk Djuanda adalah Sungai Citarum. Kegiatan industri di wilayah bagian atas waduk saat ini menyebabkan sungai tersebut telah tercemar oleh logam merkuri. Saputra (2009) mengungkapkan bahwa kadar merkuri di badan air waduk Cirata mencapai



0,002 mg.L<sup>-1</sup>, di sedimen mencapai nilai 26,83 mg.kg<sup>-1</sup> dan dalam daging ikan patin mencapai nilai 0,0001 mg.kg<sup>-1</sup>

Terjadinya penurunan kualitas air di banyak ekosistem air tawar akibat terkontaminasi logam berat merkuri di satu sisi, dan mulai maraknya budi daya bandeng di perairan tawar di sisi lain, maka di pandang perlu untuk mengkaji toksisitas merkuri terhadap ikan bandeng tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji kondisi fisiologis ikan bandeng yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri dan menganalisis peran salinitas terhadap toksisitas merkuri pada ikan bandeng.

#### Bahan dan metode

Penelitian berlangsung selama 30 hari (Februari-Maret 2012), yang dilaksanakan di laboratorium dengan menggunakan akuarium berukuran 60 cm x 40 cm x 40 cm sebagai wadah percobaan. Masing-masing akuarium diisi air sebanyak 40 liter dan dilengkapi dengan aerasi. Media yang digunakan adalah air tawar dan air bersalinitas. Air bersalinitas diperoleh dengan cara mencampurkan air tawar dan air laut. Bahan pencemar yang digunakan adalah merkuri Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dengan konsentrasi 10% dari nilai LC<sub>50</sub>-96 jam (0,012 mg Hg L<sup>-1</sup>) yang diperoleh dari uji pendahuluan. Ikan bandeng yang digunakan pada percobaan ini berukuran 7-8 cm dengan bobot 3-5 gram. Padat tebar yang digunakan adalah 20 ekor per akuarium.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan mengaplikasikan empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- A. Salinitas 0 ppt tanpa penambahan Hg
- B. Salinitas 0 ppt + 0,012 mg Hg L<sup>-1</sup>

- C. Salinitas 10 ppt + 0,012 mg Hg L<sup>-1</sup>
- D. Salinitas 20 ppt + 0,012 mg Hg L<sup>-1</sup>

Sebelum digunakan pada percobaan, ikan diaklimasikan terhadap air bersalinitas 0 ppt, 10 ppt, dan 20 ppt secara bertahap selama lima hari. Sebelum dimasukkan ke dalam wadah percobaan, ikan ditimbang bobotnya. Selama percobaan, ikan diberi pakan buatan berupa pellet sebanyak 5% dari bobot biomassa dan diberikan pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00. Untuk mempertahankan agar kualitas air media pemeliharaan tetap baik maka setiap hari dilakukan penyiponan untuk membuang sisa pakan dan feses yang dihasilkan. Air yang terbuang pada waktu penyiponan diganti dengan air stok sesuai dengan perlakuan hingga volume air dalam akuarium tetap terjaga jumlahnya.

Parameter fisiologis yang diukur meliputi beban osmotik, tingkat konsumsi oksigen, dan glukosa darah.

Beban osmotik diukur pada awal dan akhir percobaan. Beban osmotik dihitung dengan menggunakan formula Lignot *et al.* (2000).

BO = [osmotik cairan tubuh – osmotik media]  
Keterangan: BO = beban osmotik (Osm kg<sup>-1</sup>H<sub>2</sub>O)

Tingkat konsumsi oksigen diukur pada hari ke 0, 10, 20, dan 30 dengan menggunakan respirometer dengan sistem tertutup. Konsumsi oksigen ikan bandeng dihitung dengan menggunakan formula Liao & Huang (1975).

$$OC = \frac{V (DO_{to} - DO_{tt})}{W \times T}$$

Keterangan: OC= tingkat konsumsi oksigen (mgO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> jam<sup>-1</sup>); V= volume air dalam wadah (L); DO<sub>to</sub>= konsentrasi oksigen pada awal pengamatan (mgO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>); DO<sub>tt</sub>= konsentrasi oksigen pada akhir pengamatan (mgO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>); W= bobot ikan (gram); T= periode waktu pengamatan (jam).

Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan pada hari ke 0, 15 dan 30, dengan menggunakan formula Wedemeyer & Yasutake (1977).

$$[GD] = \frac{AbsSp}{AbsSt} \times [G_{st}]$$

Keterangan: GD= kadar glukosa darah ( $\text{mg.mL}^{-1}$ ); Abs SP= absorbansi contoh; Abs St= absorbansi standar; GST= kadar glukosa standar ( $\text{mg.mL}^{-1}$ ).

Parameter fisik-kimiawi air yang diukur meliputi: suhu, salinitas, oksigen terlarut, pH, alkalinitas, kesadahan, dan total ammonia nitrogen (TAN). Pengukuran dilakukan setiap tujuh hari sekali selama masa percobaan.

Data parameter pengamatan pada perlakuan A dan B diuji dengan menggunakan uji t, sedangkan data pengaruh perlakuan salinitas dan toksisitas merkuri terhadap beban osmotik, tingkat konsumsi oksigen, dan kadar glukosa darah ikan bandeng dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) menggunakan SPSS 17. Apabila terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji Tukey. Data tersebut dianalisis secara deskriptif.

## Hasil

Data hasil pengukuran beban osmotik ikan bandeng pada awal dan akhir percobaan pada perlakuan A (ikan bandeng yang dipelihara pada media air tawar yang tidak terpapar Hg) dan B (ikan bandeng yang dipelihara pada media yang terpapar Hg) disajikan pada Gambar 1. Pada gambar tersebut tampak bahwa pada akhir percobaan beban osmotik ikan bandeng yang dipelihara di media air tawar yang terpapar merkuri lebih tinggi dibandingkan dengan yang dipelihara pada media tanpa merkuri. Hal ini berarti bahwa adanya merkuri pada media meningkatkan beban osmotik pada tubuh ikan bandeng.

Data hasil pengukuran beban osmotik ikan bandeng pada awal dan akhir percobaan, yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri dengan perlakuan salinitas berbeda dapat dilihat pada Gambar 2. Pada gambar tersebut tampak bahwa beban osmotik pada ikan yang dipelihara

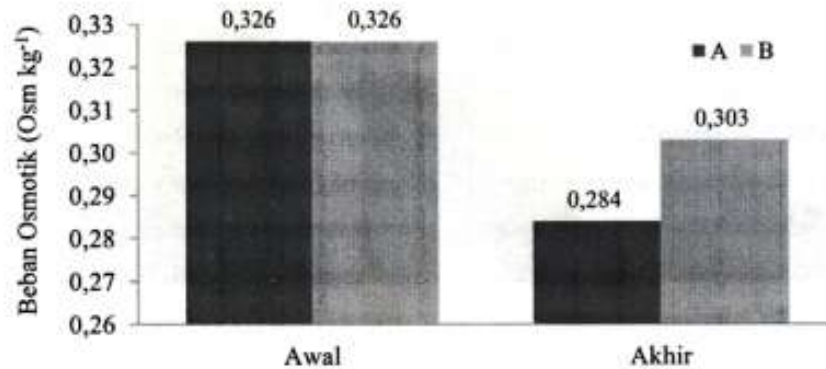
dalam salinitas 10 ppt lebih rendah dibandingkan dengan 0 ppt dan 20 ppt baik pada awal maupun pada akhir percobaan. Peningkatan beban osmotik akibat adanya merkuri di media lebih besar pada salinitas 20 ppt dibanding perlakuan lain.

Data tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng yang dipelihara di media air tawar pada perlakuan tidak dan terpapar merkuri disajikan pada Gambar 3. Pada akhir percobaan tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng pada media air tawar tanpa terpapar merkuri adalah  $0,843 \pm 0,060 \text{ mgO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$  sedangkan pada media air tawar yang terpapar merkuri sebesar  $0,191 \pm 0,014 \text{ mgO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$ . Berdasarkan data tersebut tampak bahwa adanya merkuri pada media pemeliharaan menurunkan laju respirasi. Selain itu laju konsumsi oksigen menurun dengan bertambahnya masa pemeliharaan. Terjadinya penurunan tingkat konsumsi oksigen ini diduga akibat semakin meningkatnya kerusakan organ respirasi.

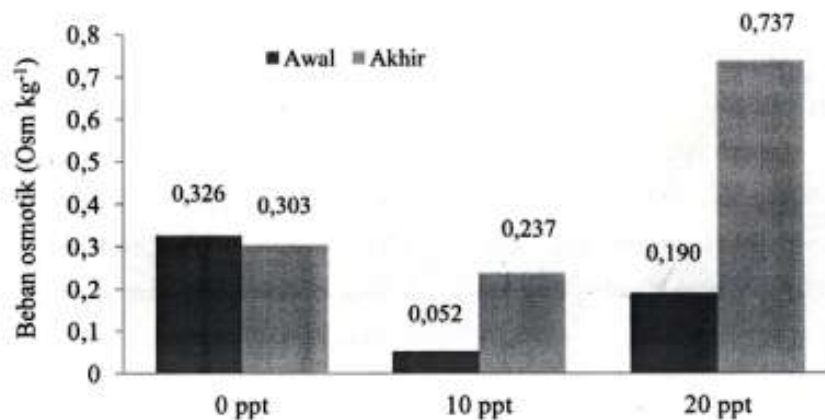
Data tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri dengan perlakuan salinitas berbeda selama percobaan dapat dilihat pada Gambar 4. Pada gambar tersebut terlihat bahwa selama percobaan terjadi penurunan tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng pada semua perlakuan. Pada awal percobaan tingkat konsumsi oksigen terendah terdapat pada salinitas 10 ppt. Namun pada akhir percobaan pada salinitas 10 ppt, tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng menunjukkan nilai yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada awal percobaan sebelum ada pengaruh Hg, organ insang masih normal, salinitas berpengaruh terhadap tingkat konsumsi oksigen. Data tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan energi untuk osmoregulasi terkecil terjadi pada salinitas 10 ppt artinya beban osmotik terkecil terjadi pada 10 ppt. Namun ketika keberadaan Hg telah memengaruhi struktur insang maka tingkat konsumsi oksigen

tertinggi pada 10 ppt karena pada 10 ppt tingkat kerusakan organ insang diperkirakan adalah yang

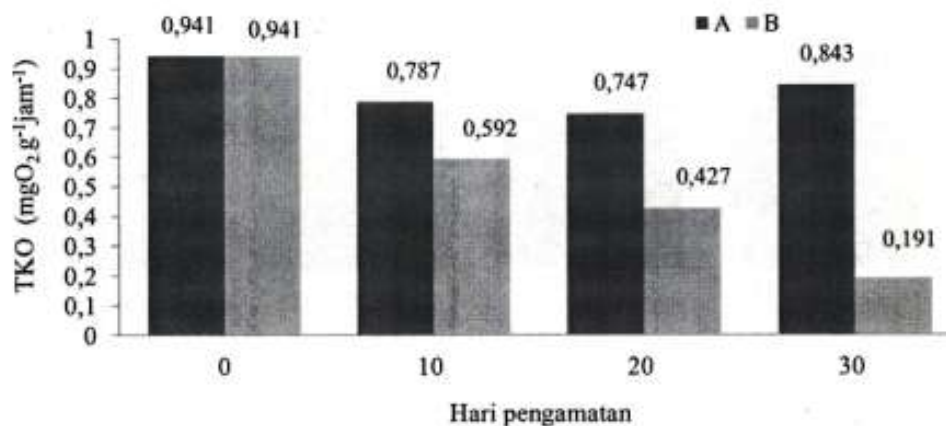
terendah sehingga laju pengambilan oksigen berjalan normal.



Gambar 1. Rata-rata nilai beban osmotik ikan bandeng yang dipelihara pada media air tawar yang tidak terpapar (A) dan terpapar merkuri (B) selama percobaan



Gambar 2. Rata-rata nilai beban osmotik ikan bandeng yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri dengan tingkat salinitas berbeda selama percobaan



Gambar 3. Rata-rata nilai tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng yang dipelihara pada media air tawar yang tidak terpapar (A) dan terpapar merkuri (B) selama percobaan

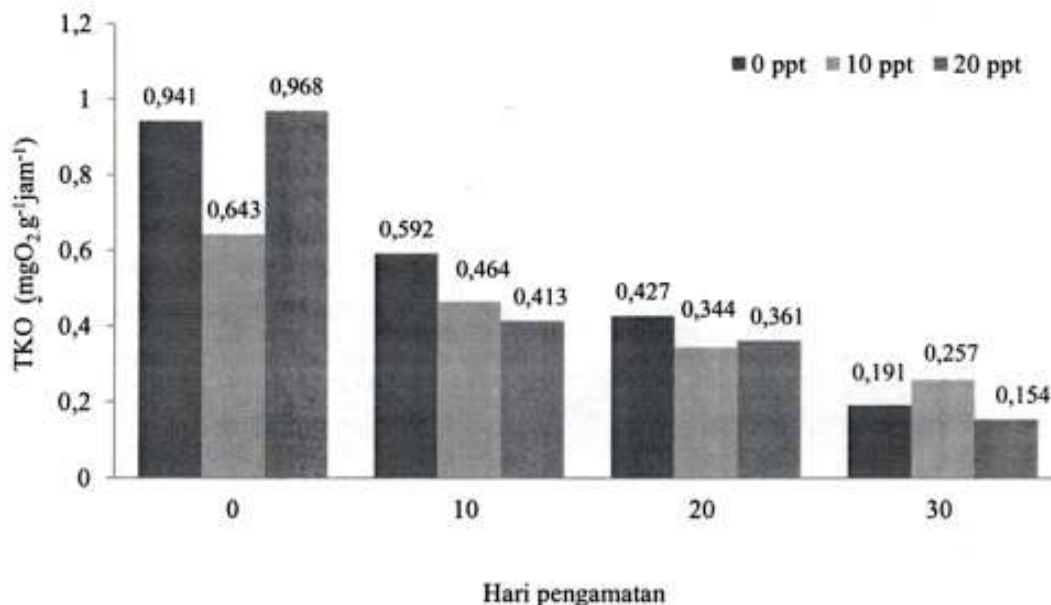


Data tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri dengan perlakuan salinitas berbeda selama percobaan dapat dilihat pada Gambar 4. Pada gambar tersebut terlihat bahwa selama percobaan terjadi penurunan tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng pada semua perlakuan. Pada awal percobaan tingkat konsumsi oksigen terendah terdapat pada salinitas 10 ppt. Namun pada akhir percobaan pada salinitas 10 ppt, tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng menunjukkan nilai yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada awal percobaan sebelum ada pengaruh Hg, organ insang masih normal, salinitas berpengaruh terhadap tingkat konsumsi oksigen. Data tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan energi untuk osmoregulasi terkecil terjadi pada salinitas 10 ppt artinya beban osmotik terkecil terjadi pada 10 ppt. Namun ketika keberadaan Hg telah memengaruhi struktur insang maka tingkat konsumsi oksigen tertinggi pada 10 ppt karena pada 10 ppt tingkat kerusakan organ insang diperkirakan ada-

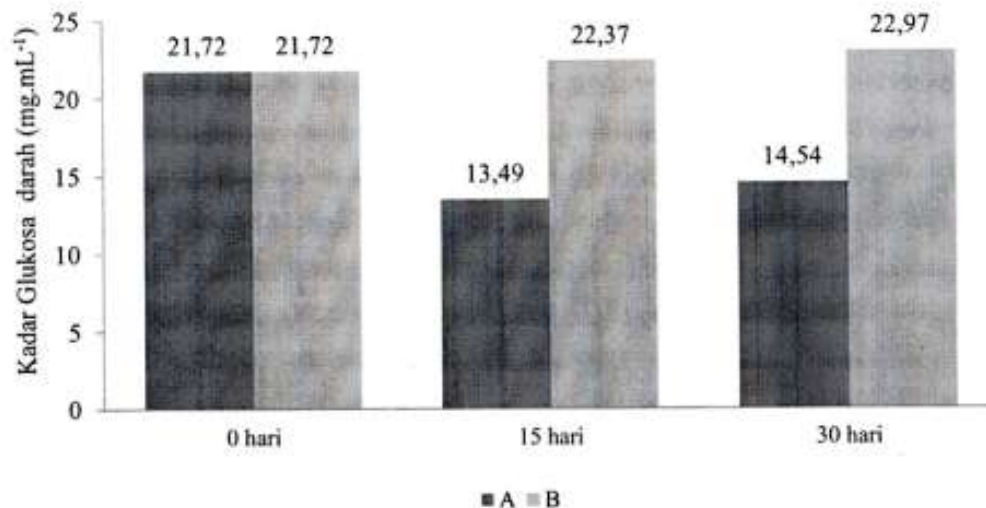
lah yang terendah sehingga laju pengambilan oksigen berjalan normal.

Kadar glukosa darah ikan bandeng yang dipelihara di media air tawar dengan dan tanpa merkuri disajikan pada Gambar 5. Pada media air tawar tanpa merkuri kadar glukosa darah menurun selama percobaan yaitu dari  $21,72 \pm 1,66 \text{ mg.mL}^{-1}$  menjadi  $14,54 \pm 0,91 \text{ mg.mL}^{-1}$  sedangkan pada media yang terpapar merkuri kadar glukosa darah meningkat dari  $21,72 \pm 1,66 \text{ mg.mL}^{-1}$  menjadi  $22,97 \pm 1,33 \text{ mg.mL}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan merkuri pada media pemeliharaan menyebabkan naiknya glukosa darah ikan bandeng.

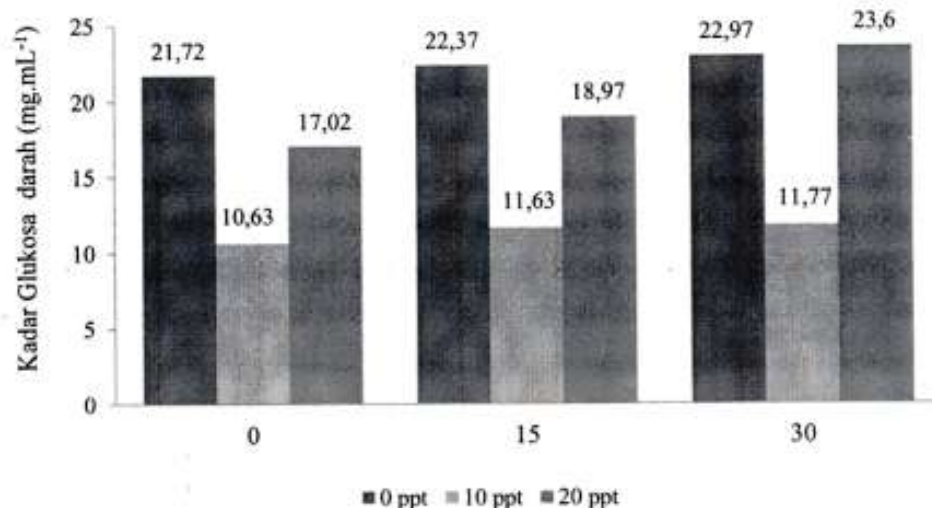
Kadar glukosa darah ikan bandeng yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri dengan salinitas berbeda selama percobaan meningkat (Gambar 6). Peningkatan tertinggi terjadi pada salinitas 20 ppt. Secara keseluruhan kadar glukosa terendah pada akhir percobaan terdapat pada perlakuan 10 ppt. Sementara data parameter fisik-kimiawi air selama percobaan disajikan pada Tabel 1.



Gambar 4. Rata-rata nilai tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri dengan tingkat salinitas berbeda selama percobaan



Gambar 5. Rata-rata nilai kadar glukosa darah ikan bandeng yang dipelihara pada media air tawar yang tidak terpapar (A) dan terpapar merkuri (B) selama percobaan



Gambar 6. Rata-rata nilai kadar glukosa darah ikan bandeng yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri dengan tingkat salinitas berbeda selama percobaan

Tabel 1. Nilai parameter fisik-kimiawi air media selama percobaan

| Parameter                              | Perlakuan   |             |             |             |
|----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                        | A (kontrol) | B (0 ppt)   | C (10 ppt)  | D (20 ppt)  |
| Salinitas (ppt)                        | 0           | 0           | 10          | 20          |
| Suhu (°C)                              | 28±1        | 28±1        | 28±1        | 28±1        |
| pH                                     | 6,9-7,03    | 6,9-7,02    | 6,8-7,53    | 6,9-7,71    |
| Oksigen terlarut (mg.L <sup>-1</sup> ) | 4,31-5,09   | 4,14-5,09   | 4,88-5,06   | 4,64-5,08   |
| Alkalinitas (mg.L <sup>-1</sup> )      | 72-84       | 52-84       | 88-100      | 68-112      |
| Kesadahan (mg.L <sup>-1</sup> )        | 68-116      | 48-116      | 148,5-176,1 | 224,2-340,3 |
| TAN (ppm)                              | 0,011-0,178 | 0,011-0,131 | 0,011-0,032 | 0,014-0,015 |



## Pembahasan

Kondisi lingkungan (fisik-kimiawi air) pada media percobaan berada pada kisaran yang dapat ditoleransi oleh ikan bandeng. Suhu, oksigen terlarut, pH, dan alkalinitas mempunyai nilai relatif sama antar perlakuan dan stabil selama berlangsungnya percobaan (Tabel 1). Suhu optimum ikan bandeng adalah 27-32 °C (Huet, 1971) atau 20-33 °C (Pillay, 2005), pH optimumnya berkisar antara 6,5-7,5 (Huet, 1971) atau 7,1-7,9 (Bardach *et al.*, 1972), dan salinitas optimumnya berkisar antara 10-35 ppt (Huet, 1971). Nilai kesadahan berbeda antar perlakuan, nilainya berubah mengikuti tingkat salinitas perlakuan, namun nilainya masih berada pada kisaran yang dapat ditoleransi. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa perubahan nilai parameter fisiologis ikan bandeng yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri hanya dipengaruhi oleh salinitas.

Ikan bandeng yang dipelihara di air tawar memperlihatkan bahwa keberadaan merkuri pada media pemeliharaan meningkatkan beban osmotik (gradien osmotik) dan kadar glukosa darah serta menurunkan tingkat konsumsi oksigen. Lebih tingginya beban osmotik ikan bandeng yang dipelihara pada media yang terpapar merkuri dibandingkan dengan kontrol (tanpa merkuri) (Gambar 1) diakibatkan oleh terganggunya sistem membran sel (Lu, 1995) sehingga struktur sel terutama sel epitel insang tidak mampu mempertahankan kondisi osmotik yang ideal (Mallatte, 1985 *in* Rankey & Jensen, 1993). Terganggunya struktur jaringan insang juga akan menghambat proses pertukaran gas (respirasi), yang berakibat tingkat konsumsi oksigen ikan bandeng menurun (Gambar 3). Selain itu penurunan kemampuan respirasi ini terkait pula dengan terhambatnya sistem enzim adenosin tri fosfatase (ATPase) pada insang akibat keberadaan logam berat. Semakin la-

ma ikan bandeng berada pada media yang terpapar merkuri semakin menurun tingkat konsumsi oksigennya, hal ini diduga bahwa kerusakan sel epitel insang semakin berat, dan aktivitas enzim-enzim yang terkait dengan pernapasan (respirasi) seperti ATPase dan karbonik anhidrase juga menurun (Wedemeyer, 1996).

Keberadaan logam berat merkuri pada media pemeliharaan ikan bandeng juga menyebabkan stress. Hal ini dapat dilihat dari kadar glukosa darah ikan bandeng yang lebih tinggi dibandingkan dengan glukosa kontrol (tanpa merkuri) (Gambar 5). Affandi & Tang (2002) mengungkapkan bahwa pada ikan yang mengalami stres, kadar glukosa darah akan meningkat. Peningkatan kadar glukosa darah ini akibat mobilisasi perubahan cadangan energi (glikogen) yang terdapat pada organ-organ tertentu (misalnya organ hati dan juga otot) menjadi glukosa untuk siap dikatabolisasi sehingga menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk melawan stress. Peningkatan kadar glukosa darah pada organisme akuatik yang mengalami stress juga terjadi pada ikan mas (Syawal *et al.*, 2012), udang vaname (Kaligis, 2010), dan kijing air tawar (Rahayu, 2011).

Ikan bandeng termasuk ikan eurihalin (hidup pada rentang salinitas yang luas), walaupun demikian salinitas media akan memengaruhi proses-proses fisiologis tubuhnya. Salinitas media akan memengaruhi tekanan osmotik tubuh ikan. Ketika ikan hidup pada lingkungan dengan salinitas optimum, salinitas lingkungan tidak banyak memengaruhi tekanan osmotik cairan tubuh, akibatnya beban osmotik yang dihadapi ikan menjadi minimal. Pada pemeliharaan ikan bandeng di media yang terpapar merkuri dengan rentang salinitas 0-20 ppt, salinitas media akan berpengaruh terhadap nilai parameter fisiologisnya. Idal & Wibowo (1996) menyatakan bahwa kisaran optimum salinitas bagi ikan bandeng adalah



10-18 ppt. Pada penelitian ini tampak bahwa tingkat salinitas media dengan kadar merkuri yang sama berpengaruh nyata terhadap parameter fisiologis. Pada akhir percobaan tampak bahwa gradien osmotik ikan bandeng yang dipelihara di 20 ppt lebih besar dibanding di media dengan salinitas 0 dan 10 ppt. Hal ini berarti bahwa ikan bandeng mendapat beban osmotik yang lebih besar, dan di sisi lain kemampuan mengambil oksigen dari lingkungannya sangat terbatas. Kondisi ini mengakibatkan ikan mengalami cekaman (stres) sebagaimana ditunjukkan oleh kadar glukosa darahnya yang paling tinggi dibanding perlakuan lain. Berdasarkan Gambar 2, 4, dan 6 dapat dinyatakan bahwa dampak negatif merkuri terhadap ikan bandeng, paling tinggi pada salinitas 20 ppt.

Pada penelitian ini terungkap bahwa ikan bandeng yang dipelihara pada media dengan salinitas 10 ppt mengalami beban osmotik terendah, mampu mengonsumsi oksigen lebih banyak dan mengalami stress lingkungan (laju berat dan salinitas) yang terendah. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa toksisitas merkuri akan minimal ketika ikan bandeng dipelihara pada media dengan salinitas media yang optimal. Pada salinitas optimal, tekanan osmotik cairan tubuh berada pada kondisi yang ideal untuk keberlangsungan proses-proses fisiologis termasuk biosintesis material yang terkait dengan sistem pertahanan tubuh (immunitas dan detoksikasi) dan daya adaptasi.

### Simpulan

Keberadaan merkuri pada media pemeliharaan ikan bandeng menurunkan kondisi fisiologisnya, kondisi ini pun turut dipengaruhi oleh salinitas. Dampak negatif merkuri terhadap kondisi fisiologis mencapai nilai terendah ketika ikan

bandeng dipelihara pada media dengan salinitas 10 ppt.

### Daftar pustaka

- Affandi R & Tang UM. 2002. *Fisiologi hewan air*. Unri Press. Pekanbaru. 153 hlm.
- Bardach JE, Ryther JH, McLarney WO. 1972. *Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater and marine culture organism*. John Wiley & Sons Inc. New York. 868 p.
- Boening DW. 2000. Ecological effects, transport, and fate of mercury: a general review. *Chemosphere*, 40(12):1335-1351.
- Castro-Gonzalez MI & Mendez-Armenta M. 2008. Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2(3):263-271.
- Connell DW & Miller GJ. 1995. *Kimia dan ekotoksikologi pencemaran*. UI Press, Jakarta. 520 hlm.
- Burger J & Gochfeld M. 2011. Mercury and selenium levels in 19 species of saltwater fish from New Jersey as a function of species, size, and season. *Science of the Total Environment*, 409:1418-1429.
- Darmono. 1995. *Logam dalam sistem biologi makhluk hidup*. UI Press. Jakarta. 140 hlm.
- Darmono. 2001. *Lingkungan hidup dan pencemaran*. UI Press. Jakarta. 179 hlm.
- Huet M. 1971. *Textbook of fish culture: Breeding and cultivation of fish*. Fishing News Books Ltd. London. 436 p.
- Idal A & Wibowo S. 1996. *Budidaya tambak bandeng modern*. Gramedia Press. Jakarta. 280 hlm.
- Jeziarska B & Witeska M. 2006. The metal uptake and accumulation in fish living in polluted waters. In: Irena Twardowska I, Herbert E. Allen HE, Max M. Häggblom MM, Sebastian SS (eds.). *Soil and water pollution monitoring, protection and remediation*. Springer, Dordrecht. pp. 107-114.
- Kaligis EY. 2010. Peningkatan sintasan dan kinerja pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di media bersalinitas rendah. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor. 130 hlm.
- Liao IC & Huang HJ. 1975. Studies on the respiration of economic prawns in Taiwan. I.

- oxygen consumption and lethal dissolved oxygen of egg up to young prawn of *Penaeus monodon* Fabricius. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan*, 4(1):33-50.
- Lignot JH, Spanning-Pierrot C, Charmantier G. 2000. Osmoregulatory capacity as a tool in monitoring the physiological condition and the effect of stress in crustaceans. *Aquaculture*, 191:209-245.
- Lu CF. 1995. *Toksikologi dasar*. UI Press. Jakarta. 429 hlm.
- Navarro P, Amouroux D, Nghi DT, Rochelle-Newall E, Ouillon S, Arfi R, Thuoc CV, Mari X, Torréton JP. 2012. Fate and tidal transport of butyltin and mercury compounds in the waters of the tropical Bach Dang Estuary (Haiphong, Vietnam). *Marine Pollution Bulletin*, 64(9):1789-1798.
- Palar H. 2004. *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Rineka Cipta. Jakarta. 152 hlm.
- Pillay TVR & Kutty MN. 2005. *Aquaculture: Principles and Practices*. Second edition. Blackwell Publishing Ltd. Oxford. 624 p.
- Ranken JC & Jensen FB. 1993. *Fish ecophysiology*. Chapman & Hall. London. 419 p.
- Rahayu SYS. 2011. Biomineralisasi pada proses pelapisan inti mutiara kijing air tawar, *Anodonta woodiana* (Unionidae). *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 139 hlm.
- Syawal H, Kusumorini N, Manalu W, Affandi R. 2012. Respons fisiologis dan hematologis ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada suhu media pemeliharaan yang berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 12(1):1-11.
- Saputra A. 2009. Bioakumulasi logam berat pada ikan patin yang dibudidayakan di Perairan Waduk Cirata dan Laboratorium. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 90 hlm.
- Triyanto. 2010. Implikasi penebaran ikan bandeng (*Chanos chanos*) dalam pemanfaatan plankton di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 109 hlm.
- Wedemeyer GA. 1996. *Physiology of fish in intensive culture systems*. Chapman & Hall. New York. 232 p.
- Wedemeyer GA & Yasutake WT. 1977. Clinical methods for the assessment of the effect environmental stress on fish health. *Technical Papers of The U.S Fish and Wildlife Service*. UD. Department of the Interior Fish and Wildlife Service. 89:1-17.