

Kandungan logam berat (Cd, Hg, dan Pb) pada ikan sapu-sapu, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) di Sungai Ciliwung

[Concentration of heavy metals (Cd, Hg, and Pb) of amazon sailfin catfish, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) in Ciliwung River West Java]

Yuang Dinni Aksari^{1,✉}, Dyah Perwitasari², Nurlisa A. Butet³

¹Program Studi Biosains Hewan Sekolah Pascasarjana IPB

²Departemen Biologi FMIPA IPB

³Departemen. Manajemen Sumber daya Perairan FPIK IPB
Jln. Agatis Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

Diterima: 12 Juni 2015; Disetujui: 29 September 2015

Abstrak

Ikan sapu-sapu (Loricariidae) melimpah di Sungai Ciliwung dan dimanfaatkan sebagai salah satu sumber protein hewani. Kondisi perairan Sungai Ciliwung ditengarai tercemar logam berat dan jika dikonsumsi ikan sapu-sapu dari sungai ini akan beresiko bagi kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi logam berat (Cd, Hg, dan Pb) pada beberapa organ ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung. Sampel ikan dan air sungai diambil pada musim penghujan dan kemarau di tiga lokasi sepanjang Sungai Ciliwung, yaitu Bogor (hulu), Depok (tengah), dan Jakarta (hilir). Konsentrasi logam berat diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA), dianalisis menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Tuckey* dengan bantuan program R.i7386 3.0.0. Rata-rata konsentrasi Cd pada insang, hati, dan otot ikan berturut-turut 0,000146 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0,000828 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0,000075 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Rata-rata konsentrasi Hg pada insang, hati, dan otot ikan berturut-turut 0,002826 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0,004333 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0,003960 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Rata-rata konsentrasi Pb pada insang, hati, dan otot ikan berturut-turut 0,002571 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0,005467 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0,001609 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Konsentrasi ketiga logam berat pada organ ikan maupun air sungai berada di bawah nilai ambang batas menurut Standar Nasional Indonesia, FAO, maupun Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Uji ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat pada organ tubuh ikan berdasarkan lokasi dan musim tidak berbeda nyata, namun konsentrasi logam berat antar organ target dan jenis logam berbeda nyata. Perlu kehati-hatian dalam mengonsumsi ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung karena beberapa logam berat telah terdeteksi pada organ ikan tersebut.

Kata penting: Cd, Hg, Pb, *P. pardalis*, Sungai Ciliwung

Abstract

Amazon armored catfish (Loricariidae) *Pterygoplichthys pardalis* is abundant in the Ciliwung River and consumed by local people. The present status of the Ciliwung River is polluted by heavy metals and fishes from this river may have the potential hazardous effect on human health. The aim of this study was to analyze the concentration of heavy metals (Cd, Hg, and Pb) in Amazon armored catfish organs from the Ciliwung River. Fish collection and water sampling were conducted in the rainy and dry seasons in three parts of the Ciliwung River, i.e. Bogor (upstream), Depok (middle), and Jakarta (downstream). Heavy metal concentrations were measured by atomic absorption spectrophotometer (AAS). One-way analysis of variance (ANOVA) and Tuckey's test using R.i386 3.0.0 were performed to access whether heavy metal concentrations varied significantly between location, season, organ and heavy metal. The average of Cd concentrations in the gills, liver, and muscle were 0.000146 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0.000828 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0.000075 $\mu\text{g.g}^{-1}$, respectively. The average of Hg concentrations in the gills, liver, and muscle were 0.002826 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0.004333 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0.003960 $\mu\text{g.g}^{-1}$ respectively. The average of Pb concentrations in the gills, liver, and muscle were 0.002571 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0.005467 $\mu\text{g.g}^{-1}$; 0.001609 $\mu\text{g.g}^{-1}$ respectively. The concentration of heavy metals in fish organs were below the permissible limits of the environmental standard of Indonesia and FAO. Heavy metal concentrations in the water were below the baseline of the Indonesia Government Regulation. ANOVA clearly revealed that there was no significant variation of the heavy metal concentrations among the sites and seasons, however the significant difference was found among the organs and type of heavy metal. Local people should be aware because some heavy metals have the tendency to accumulate in various organs of Amazon armored catfish in the Ciliwung River.

Keywords: Cd, Hg, Pb, *P. pardalis*, Ciliwung River

Pendahuluan

Pterygoplichthys pardalis dikenal dengan nama ikan sapu-sapu, merupakan salah satu spe-

sies Loricariidae berasal dari Amerika Selatan dan Amerika Tengah (Armbruster 2004). Ikan ini memiliki karakteristik bentuk tubuh pipih dorso-ventral tertutup oleh kulit keras (Kottelat *et al.*

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: yuangdinni@gmail.com

1993), kepala dengan pola garis gelap terang geometris, letak mulut subterminal bertipe penyangking-penghisap, habitat air tawar, serta mempunyai kemampuan bertahan hidup pada lingkungan ekstrim (Armbruster & Page 2006 dan Hossain *et al.* 2008). Spesies dewasa mempunyai bintik-bintik hitam berukuran besar di bagian ventral tubuh (Armbruster & Page 2006). Ikan sapu-sapu mempunyai area persebaran luas, salah satunya adalah Sungai Ciliwung Jawa Barat (Wowor 2010). Dua genus Loricariidae diintroduksi di sekitar Jakarta, salah satu yang teridentifikasi adalah *P. pardalis* (Kottelat *et al.* 1993).

Ikan sapu-sapu, menurut Wowor (2010) dan penduduk setempat, diketahui telah mendominasi komunitas ikan di Sungai Ciliwung, khususnya segmen tengah dan hilir (Hadiaty 2011). Tingginya populasi ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) di Sungai Ciliwung menjadikan ikan tersebut digunakan sebagai salah satu sumber protein penduduk setempat (Putri 2001, Tarigan 2004, Instanti 2005, Nurjanah 2005, Trisnawati 2007, dan Tunjungsari 2007).

Sungai Ciliwung juga dimanfaatkan sebagai sumber air minum, irigasi, mandi-cuci, sekaligus tempat buangan limbah. Sungai ini telah menerima bahan pencemar dari berbagai kegiatan pertanian, peternakan, industri, serta perumahan (Hendrawan 2008 dan Soewandita & Sudiana 2010). Tingginya konsentrasi bahan pencemar di Sungai Ciliwung menyebabkan sumber daya perairan tersebut berbahaya. Salah satu bahan pencemar berbahaya adalah logam berat.

Logam berat merupakan logam yang mempunyai massa jenis 5 g.cm^{-3} atau lebih (Forstner & Whitmann 1983). Logam berat sulit terdegradasi, dapat memasuki lingkungan bahkan teradsorpsi dalam tubuh organisme. Logam berat umumnya bersifat racun (Forstner & Whitmann 1983), jika teradsorpsi akan dikeluarkan tubuh

melalui mekanisme detoksifikasi. Jumlah logam berat yang melebihi ambang batas dan tidak mampu didetoksifikasi akan terakumulasi di berbagai organ. Logam berat memengaruhi aktivitas metalloenzim dan organel subselular melalui pengusutan kofaktor logam yang penting dari enzim maupun mengacaukan struktur organel subselular (Lu 2006). Logam berat dapat menimbulkan berbagai gangguan dan penyakit pada sistem imun, pernapasan, ekskresi, koordinasi sistem saraf pusat, reproduksi, dan pertumbuhan (Lu 2006, Ebrahimi & Taherianfard 2011, Ahmed *et al.* 2012, Nirmala *et al.* 2012, dan Hopkins *et al.* 2013). Logam berat yang bersifat toksik diantaranya arsenik (As), Berilium (Be), kadmium (Cd), kromium (Cr), merkuri (Hg), nikel (Ni), dan timbal (Pb).

Cd dan Hg tergolong logam berat dengan toksisitas tinggi meskipun jumlahnya sangat kecil (Riani 2012). Akumulasi Cd, Hg, Pb, dan As pada *Cyprinus carpio* menyebabkan gangguan sekresi hormon reproduksi dan kerusakan patologi beberapa organ (Ebrahimi dan Taherianfard 2011). Paparan Hg menyebabkan penurunan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup, serta kerusakan hati dan ginjal *Oreochromis niloticus* (Nirmala *et al.* 2012). Hg juga menyebabkan ketidakfertilan serta kematian embrionik telur *Chelydra serpentina* (Hopkins *et al.* 2013). Konsumsi pelet mengandung Cd dan Pb dosis rendah menyebabkan penurunan pertumbuhan juvenil ikan koan, *Ctenopharyngodon idella* (Ahmed *et al.* 2012). Akumulasi Cd diketahui menjadi prekursor penyakit itai-itai yang terjadi di Jepang (Baba *et al.* 2013). Tragedi Minamata yang juga terjadi di Jepang disebabkan penduduk mengonsumsi ikan tercemar Hg (Hachiya 2006).

Logam berat telah terdeteksi di Sungai Ciliwung (Lestari & Edward 2004, Muhajir *et al.* 2004, Yudo 2006, Yasuda *et al.* 2011, Alfisyah-

rin 2013, Dhika 2013, Hardi 2013). Dhika (2013) dan Hardi (2013) menyatakan konsentrasi Cd dan Hg pada sedimen maupun daging ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) tergolong rendah ($<0,005 \text{ mg.kg}^{-1}$ dan $<0,001 \text{ mg.kg}^{-1}$) serta masih berada di bawah nilai ambang batas (NAB) menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk konsumsi. Tetapi Alfisyahrin (2013) menemukan cukup tingginya konsentrasi Pb pada sedimen dan ikan sapu-sapu, masing-masing berkisar antara 7,23-8,60 mg.kg^{-1} dan 2,42-3,45 mg.kg^{-1} . Konsentrasi tersebut telah melebihi NAB menurut SNI sehingga tidak layak konsumsi. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan guna memantau konsentrasi logam berat di Sungai Ciliwung secara kontinuu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi Cd, Hg, dan Pb pada insang, hati, dan otot ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) di Sungai Ciliwung baik secara spasial maupun temporal.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan November 2013 hingga Januari 2014. Pengambilan sampel dilakukan selama empat kali, yaitu sekali pada musim penghujan (Desember 2013) dan tiga kali pada musim kemarau (Mei hingga Juni 2014). Pengambilan sampel dilakukan pada tiga lokasi yaitu Bogor (Jawa Barat), Depok (Jawa Barat), dan Jakarta (DKI Jakarta). Koordinat titik pengambilan sampel diukur menggunakan *Global Positioning System* (GPS).

Metode pengambilan sampel ikan

Ikan dikoleksi menggunakan jala tebar berukuran mata jaring 2 inci. Selanjutnya dilakukan identifikasi ikan berdasarkan Kottelat *et al.* (1993) dan Armbruster & Page (2006) untuk memastikan ikan yang dikoleksi adalah ikan sapu-sapu (*P. pardalis*). Panjang total dan berat ikan

untuk keseragaman sampel. Panjang total ikan diukur menggunakan papan pengukur panjang dengan ketelitian 1 mm. Berat ikan ditimbang menggunakan neraca digital dengan ketelitian 1 gram.

Koleksi sampel organ ikan

Tiga ekor ikan sapu-sapu dengan ukuran seragam pada setiap pengambilan sampel dari masing-masing lokasi dibedah, kemudian dikoleksi insang, hati, dan ototnya. Ketiga sampel organ tersebut disimpan dalam wadah *polystyrene* bersih dan tertutup rapat.

Pengukuran konsentrasi logam berat organ ikan

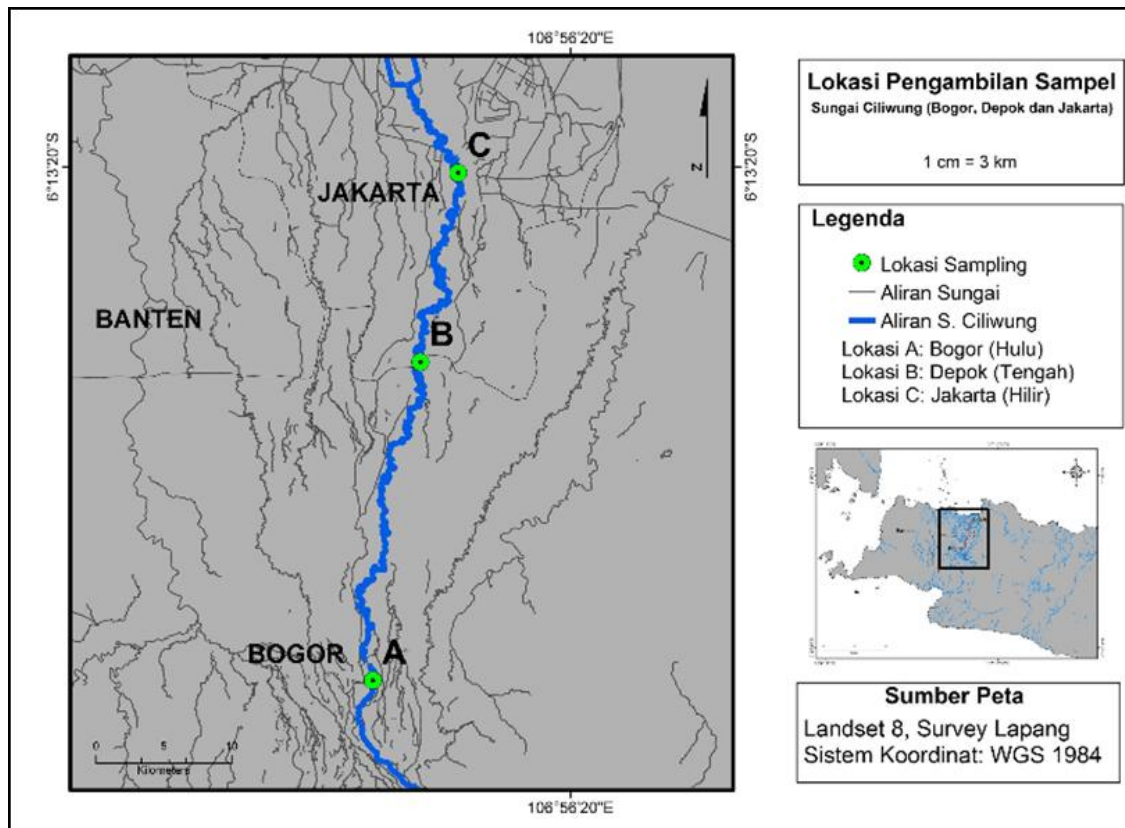
Insang dan otot ikan masing-masing ± 1 gram dan hati $\pm 0,5$ gram ditimbang menggunakan neraca digital dengan ketelitian 1 mg kemudian didestruksi melalui cara pengabuan basah (*wet ashing*) menggunakan asam-asam kuat yaitu $\text{HNO}_{3(p)}$, $\text{H}_2\text{SO}_{4(p)}$, larutan campuran HClO_4 : HNO_3 (2:1), dan $\text{HCl}_{(p)}$. Larutan akhir hasil destruksi disimpan dalam botol *polystyrene* bersih dan tertutup rapat pada suhu ruang untuk selanjutnya diukur konsentrasi logam beratnya. Pengukuran konsentrasi Cd, Hg, dan Pb dilakukan berdasarkan metode *atomic absorption spectrophotometry* (AAS). Konsentrasi logam berat aktual dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Konsentrasi logam (x)} = ((D-E) \times F_p \times V)/W$$

Keterangan: D= konsentrasi contoh hasil pembacaan AAS ($\mu\text{g.L}^{-1}$), E= konsentrasi blanko contoh dari hasil pembacaan AAS ($\mu\text{g.L}^{-1}$), F_p = faktor pengenceran, V= volume akhir larutan contoh yang disiapkan (L), dan W= berat sampel (g) (SNI 2011).

Metode pengambilan sampel air

Pengambilan sampel air dilakukan dengan mempergunakan botol kemudian dilakukan analisis kualitas air berdasarkan parameter fisika-kimia air sungai (Tabel 1). Pengambilan sampel air



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel di Sungai Ciliwung

Tabel 1. Parameter uji kualitas air, metode/alat, dan tempat analisis

Parameter (Satuan)	Metode/Alat analisis	Tempat analisis
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	termometer	Lapangan
pH	pHmeter	Lapangan
Osigen terlarut (mg.L^{-1})	DOmeter	Laboratorium
Alkalinitas (mg.L^{-1})	indikator BCG/MR dan HCl	Laboratorium
Konduktivitas ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	<i>conductivity meter</i>	Laboratorium
Padatan terlarut total (mg.L^{-1})	kertas saring dan neraca	Laboratorium
Nitrat (mg.L^{-1})	spektrofotometri	Laboratorium
Sulfat (mg.L^{-1})	spektrofotometri	Laboratorium
Fosfat total (mg.L^{-1})	spektrofotometri	Laboratorium
Kebutuhan oksigen biologi (mg.L^{-1})	DOmeter	Laboratorium
Total bahan organik (mg.L^{-1})	titrasi	Laboratorium
Curah hujan (mm)*	-	Lapangan
Logam Cd (mg.L^{-1})	AAS	Laboratorium
Logam Hg (mg.L^{-1})	AAS	Laboratorium
Logam Pb (mg.L^{-1})	AAS	Laboratorium

(*) Data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (2015)

ditentukan melalui metode *purposive sampling* (Susanto *et al.* 2009). Preservasi sampel air dilakukan sesuai SNI (1991). Metode analisis ma-

sing-masing parameter air dilakukan sesuai dengan Clesceri *et al.* (1999).

Prosedur analisis data

Signifikansi konsentrasi tiga logam pada tiga organ ikan dari tiga lokasi selama dua musim pengambilan sampel dianalisis menggunakan uji Anova, selanjutnya diuji lanjut menggunakan uji Tukey ($p=0,05$). Analisis konsentrasi logam dibantu menggunakan program R.i386 3.0.0.

Hasil

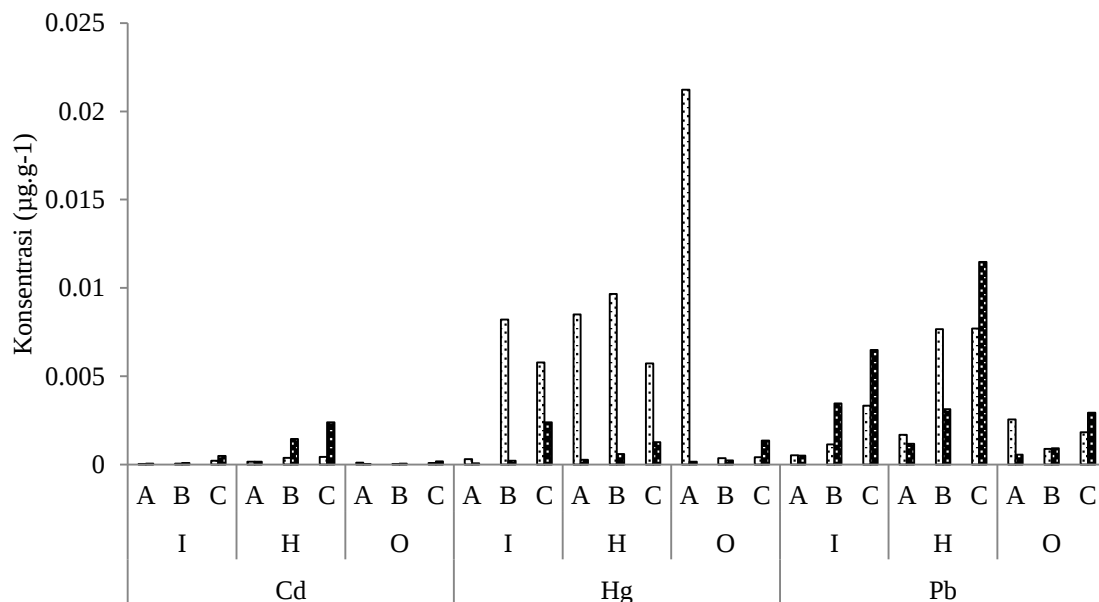
Konsentrasi logam berat organ ikan

Konsentrasi logam berat Cd, Hg, dan Pb pada ketiga organ ikan sapu-sapu disajikan pada Gambar 1. Konsentrasi total logam berbeda signifikan antara ketiga organ ikan dengan urutan tertinggi hingga terendah adalah hati, insang, dan otot ($p=0,0378$). Konsentrasi antar ketiga logam juga menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan urutan tertinggi hingga terendah adalah Pb, Hg, dan Cd ($p=5,12 \times 10^{-7}$).

Rata-rata konsentrasi Cd pada insang, hati, dan otot ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung berturut-turut $0,000146 \mu\text{g.g}^{-1}$; $0,00828 \mu\text{g.g}^{-1}$; dan $0,000075 \mu\text{g.g}^{-1}$; dengan konsentrasi rata-rata

pada ketiga organ $0,000350 \mu\text{g.g}^{-1}$. Konsentrasi Cd antarlokasi maupun antarmusim tidak signifikan ($p>0,05$), tetapi signifikan antarorgan ($p=0,0056$). Rata-rata konsentrasi Hg pada insang, hati, dan otot ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung berturut-turut $0,002826 \mu\text{g.g}^{-1}$; $0,004333 \mu\text{g.g}^{-1}$; dan $0,003960 \mu\text{g.g}^{-1}$; dengan konsentrasi rata-rata pada ketiga organ $0,003707 \mu\text{g.g}^{-1}$. Konsentrasi Hg antarorgan maupun antarlokasi tidak signifikan ($p>0,05$), tetapi signifikan antar musim ($p=0,0093$). Rata-rata konsentrasi Pb pada insang, hati, dan otot ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung berturut-turut $0,002571 \mu\text{g.g}^{-1}$; $0,005467 \mu\text{g.g}^{-1}$; dan $0,001609 \mu\text{g.g}^{-1}$; dengan konsentrasi rata-rata pada ketiga organ $0,003216 \mu\text{g.g}^{-1}$. Konsentrasi Pb tidak signifikan antarorgan maupun antarmusim ($p>0,05$), tetapi signifikan antarlokasi ($p=0,0090$) (Gambar 1).

Kondisi lingkungan Sungai Ciliwung ditinjau berdasarkan pengujian kualitas air disajikan pada Tabel 2.



Gambar 1. Konsentrasi logam berat beberapa organ ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) di Sungai Ciliwung. Keterangan: I, H, O= insang, hati, otot; lokasi A, B, C= Bogor, Depok, Jakarta; ▨ = musim penghujan, ▩ = musim kemarau.

Tabel 2. Kualitas air Sungai Ciliwung

Parameter (satuan)	Penghujan			Kemarau		
	A	B	C	A	B	C
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	26,00	25,00	27,00	25,67	27,83	27,83
pH	7,48	7,00	6,80	7,25	7,25	6,17
Oksigen terlarut (mg.L^{-1})	2,95	1,65	1,15	2,23	3,15	1,23
Alkalinitas (mg.L^{-1})	48,55	48,55	64,10	86,19	66,66	117,83
Konduktivitas ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	124,50	123,50	181,00	146,50	157,00	191,33
Padatan terlarut total (mg.L^{-1})	375,50	376,50	573,50	565,67	282,33	300,67
Nitrat (mg.L^{-1})	0,80	0,81	0,85	0,89	0,86	0,90
Sulfat (mg.L^{-1})	0,14	0,13	0,12	0,10	0,07	0,09
Fosfat total (mg.L^{-1})	0,09	0,11	0,11	0,27	0,21	0,39
BOD (mg.L^{-1})	3,50	2,60	3,85	2,10	1,32	0,73
Total Bahan Organik (mg.L^{-1})	5,00	6,94	8,80	22,75	16,64	20,01
Curah hujan* (mm)	405,0	394,0	512,0	225,5	299,5	145,5
Logam Cd (mg.L^{-1})	t.t **	t.t**	0,001350	t.t**	t.t**	t.t**
Logam Hg (mg.L^{-1})	0,000054	0,000039	0,000014	0,000143	0,000175	0,000211
Logam Pb (mg.L^{-1})	t.t**	0,016750	0,007350	t.t**	t.t**	t.t**

Keterangan: Lokasi A, B, C = mengacu pada Tabel 1; (*) Data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (2015); t.t** adalah tidak terdeteksi.

Pembahasan

Cd secara alami terdapat bersama bijih Zn, Cu, dan Pb. Senyawa Cd digunakan sebagai stabilisator dalam produk PVC, pigmen warna, aloi, baterai, dan anti korosi. Cd juga merupakan limbah dari pupuk fosfat. Sumber dari alam dan antropogenik termasuk emisi industri dan penggunaan pupuk fosfat menyebabkan kontaminasi dan peningkatan kadar Cd pada lingkungan (Jarup 2003).

Cd dalam air Sungai Ciliwung hanya terdeteksi di segmen hilir (Jakarta) pada musim penghujan (Tabel 2). Konsentrasi Cd dalam air Sungai Ciliwung masih berada di bawah NAB menurut PP RI No.20 Tahun 1990, sehingga air dari Sungai Ciliwung masih aman digunakan untuk bahan baku air minum dan keperluan perikanan dan peternakan.

Konsentrasi Cd pada organ ikan sapu-sapu tertinggi hingga terendah berturut-turut ditemukan di hati, insang, dan otot. Perbedaan konsen-

trasi Cd antarorgan dipengaruhi oleh karakter fisiologi organ (Eneji *et al.* 2011). Tingginya Cd di hati disebabkan absorpsi terhadap logam tinggi. Hal ini berkaitan dengan fungsi hati sebagai organ detoksifikasi tubuh. Periode depurasi yang lama menurut Jezierska & Witeska (2006) menjadi salah satu penyebab konsentrasi logam di hati lebih tinggi dibandingkan organ lain.

Konsentrasi Cd pada organ ikan sapu-sapu juga masih berada di bawah NAB menurut SNI 2009 dan FAO (Tabel 3), sehingga menurut peraturan tersebut ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung aman untuk dikonsumsi. Badan Kesehatan Dunia (WHO) dan FAO menetapkan batas aman pemasukan Cd per minggu (*Provisional Tolerable Weekly Intake*) adalah 400-500 μg per 70 kg berat badan. Berdasarkan batas tersebut dapat diperkirakan berat basah otot ikan yang dapat dikonsumsi per minggu adalah:

$$\frac{400 \mu\text{g.minggu}^{-1}}{0,000075 \mu\text{g.g}^{-1}} = 5365732 \text{ g (untuk } P. pardalis \text{)}$$

Tabel 3. Nilai ambang batas (NAB) logam berat

Logam	Nilai ambang batas (ppm)				
	SNI 2009 untuk produk perikanan	FAO	PP RI No.20 Tahun 1990 Gol.A*	PP RI No.20 Tahun 1990 Gol.B*	PP RI No.20 Tahun 1990 Gol.C*
Cd	0,1	1	0,005	0,018	0,017
Hg	0,5	1	0,001	0,001	0,002
Pb	0,3	2	0,05	0,1	0,03

Keterangan: (*) adalah nilai ambang batas logam berat dalam air untuk masing-masing golongan: Gol.A untuk keperluan air minum tanpa pengolahan; Gol.B untuk air minum dengan pengolahan; Gol.C untuk keperluan perikanan dan peternakan.

$$\frac{500 \mu\text{g.minggu}^{-1}}{0,000075 \mu\text{g.g}^{-1}} = 6707165 \text{ g (untuk } P. pardalis \text{)}$$

Berat basah otot ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung yang dapat dikonsumsi per minggu adalah 5366 kg atau 6707 kg.

Hg digunakan dalam pembuatan termometer, barometer, dan alat pengukur tekanan darah. Selain itu penggunaan utama Hg dalam industri adalah sebagai elektroda dalam manufaktur klorin. Paparan Hg akut dapat menimbulkan kerusakan paru-paru. Keracunan kronis ditandai dengan gejala neurologis dan psikologis, seperti tremor, perubahan kepribadian, gelisah, cemas, gangguan tidur, dan depresi. Hg juga dapat merusak ginjal (Jarup 2003).

Hg terdeteksi di semua segmen Sungai Ciliwung. Konsentrasi Hg air sungai tersebut masih berada di bawah NAB menurut PP RI No. 20 Tahun 1990, sehingga aman untuk bahan baku air minum dan kehidupan biota maupun peternakan.

Konsentrasi Hg organ ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung ditemukan lebih tinggi pada musim penghujan dibandingkan musim kemarau (Gambar 1). Perbedaan konsentrasi antara kedua musim tersebut diduga dipengaruhi oleh jumlah logam yang memasuki badan perairan (Eneji et al. 2011). Jumlah Hg dari berbagai kegiatan industri diduga lebih banyak masuk perairan Sungai Ciliwung pada musim penghujan dibandingkan musim kemarau. Hal ini dipengaruhi oleh periode pembuangan limbah masing-masing in-

dustri yang menyumbang cemaran Hg di Sungai Ciliwung.

Konsentrasi Hg pada ketiga organ ikan sapu-sapu juga masih berada di bawah NAB menurut SNI 2009 dan FAO (Tabel 3), sehingga menurut peraturan tersebut ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung aman untuk dikonsumsi. Badan Kesehatan Dunia (WHO) dan FAO menetapkan batas aman pemasukan Hg per minggu adalah sebanyak 200 µg per 70 kg berat badan. Berdasarkan batas tersebut dapat diperkirakan berat basah otot ikan yang dapat dikonsumsi per minggu adalah:

$$\frac{200 \mu\text{g.minggu}^{-1}}{0,003960 \mu\text{g.g}^{-1}} = 50499,99 \text{ g (untuk } P. pardalis \text{)}$$

Berat basah otot ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung yang dapat dikonsumsi per minggu adalah 50,5 kg.

Pajanan Pb terdapat di daerah tambang dan pengelasan timah, cat, dan baterai. Paparan rendah dan moderat terdapat pada industri kaca. Gejala akut keracunan timbal adalah sakit kepala, lekas marah, sakit perut, dan berbagai gejala berkaitan dengan sistem saraf. Pb juga menyebabkan ensefalopati ditandai dengan sulit tidur dan gelisah. Pada anak-anak Pb menyebabkan gangguan perilaku, pembelajaran, dan kesulitan konsentrasi. Orang yang telah terpapar Pb dalam waktu panjang menderita kerusakan memori, reaksi lama, dan gangguan dalam memahami sesuatu (Jarup 2003).

Pb air hanya terdeteksi pada segmen tengah dan hilir Sungai Ciliwung. Konsentrasi Pb dalam air sungai tersebut masih berada di bawah NAB menurut PP RI No. 20 Tahun 1990, sehingga berdasarkan peraturan tersebut air Sungai Ciliwung dapat digunakan sebagai bahan baku air minum dan kehidupan biota maupun peternakan.

Konsentrasi Pb pada ketiga organ ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung tertinggi hingga terendah berturut-turut ditemukan di Jakarta, Depok, dan Bogor. Jakarta dan Depok merupakan kawasan padat penduduk dan kawasan berbagai industri berupa tekstil, mineral logam dan non logam, penyamakan kulit, dan pencelupan batik (Hendrawan 2008). Hal ini diduga menyumbang cemaran Pb lebih banyak dibandingkan daerah Bogor.

Konsentrasi Pb pada ketiga organ ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung masih berada di bawah NAB menurut SNI 2009 dan FAO (Tabel 3). Badan Kesehatan Dunia (WHO) dan FAO menetapkan batas aman pemasukan Pb per minggu adalah 700 µg per 70 kg berat badan. Berdasarkan batas tersebut dapat diperkirakan berat basah otot ikan yang dapat dikonsumsi per minggu adalah:

$$\frac{700 \mu\text{g.minggu}^{-1}}{0,001609 \mu\text{g.g}^{-1}} = 434931,9 \text{ g (untuk } P. pardalis \text{)}$$

Berat basah otot ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung yang dapat dikonsumsi per minggu adalah 43,5 kg.

Analisis beberapa parameter fisik-kimiawi menunjukkan kualitas air sungai yang menggambarkan kondisi lingkungan Sungai Ciliwung. Suhu air semakin ke hilir semakin tinggi. Suhu yang semakin tinggi menyebabkan laju metabolisme organisme meningkat. Hal ini memengaruhi absorpsi logam ke dalam tubuh organisme. Semakin ke hilir, alkalinitas semakin tinggi dan pH air semakin rendah. Kondisi perairan alkali dengan pH rendah meningkatkan daya larut lo-

gam sehingga absorpsi dan pengikatan logam oleh organ semakin tinggi pula (Jezierska & Witeska 2006 dan Eneji *et al.* 2011). Beberapa hal tersebut menjadi penyebab tingginya konsentrasi logam di Jakarta (hilir) dibandingkan di Bogor (hulu). Meningkatnya fosfat, nitrat, total bahan organik, dan konduktivitas mengindikasikan bahwa semakin ke hilir Sungai Ciliwung telah menerima beban cemaran semakin besar, baik dari kegiatan pertanian, industri, maupun domestik. Oksigen terlarut yang tergolong rendah menyebabkan pertumbuhan ikan terganggu meskipun ikan masih dapat bertahan hidup.

Meskipun rata-rata konsentrasi Cd, Hg, dan Pb dalam air maupun ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung masih berada di bawah NAB, tetapi konsumsi ikan, air, serta penggunaan sumber daya dari perairan tersebut perlu diwaspadai. Hal ini berkaitan dengan resiko logam berat terhadap kesehatan baik bagi manusia maupun organisme akuatik.

Simpulan

Konsentrasi total logam berat pada ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) di Sungai Ciliwung signifikan antar organ dengan urutan tertinggi hingga terendah adalah hati, insang, dan otot. Konsentrasi antar ketiga logam juga menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan urutan tertinggi hingga terendah adalah Pb, Hg, dan Cd. Rata-rata konsentrasi ketiga logam pada organ ikan dan air masih berada di bawah nilai ambang batas baik untuk produk perikanan dan olahannya, bahan baku air minum, maupun kehidupan biota dan keperluan peternakan. Meski demikian konsumsi air maupun ikan sapu-sapu dari Sungai Ciliwung perlu diwaspadai.

Daftar pustaka

Ahmed MS, Ahmed KS, Mehmood R, Ali H, Khan WA. 2012. Low dose effects of cad-

- mium and lead on growth in fingerlings of a vegetarian fish, grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(4): 902-907.
- Alfisyahrin NF. 2013. Distribusi logam berat timbal (Pb) dalam daging ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) di Sungai Ciliwung. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 20p.
- Armbruster JW. 2004. Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 141(1): 1-80.
- Armbruster JW, Page LM. 2006. Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). *Neotropical Ichthyology*, 4(4): 401-409.
- Baba H, Tsuneyama K, Yazaki M, Nagata K, Minamisaka T, Tsuda T, Nomoto K, Hayashi S, Miwa S, Nakajima T, Nakanishi Y, Aoshima K, Imura J. 2013. The liver in itai-itai disease (chronic cadmium poisoning): pathological features and metallothionein expression. *Modern Pathology*, 26(9): 1228-1234.
- BMKG [Badan Meterologi, Klimatologi, dan Geofisika]. 2015. Data Curah Hujan Agustus 2013 hingga Juli 2014. Badan Meterologi, Klimatologi, dan Geofisika Pusat.
- Clesceri LS, Greenberg AE, Eaton AD, Franson MAH (editor). 1999. *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association, Wa-ter Environment Federation, Washington. 541p.
- Dhika LR. 2013. Kandungan logam berat kadmi-um (Cd) dalam daging ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) di Sungai Ciliwung. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 16p.
- Ebrahimi M, Taherianfard M. 2011. The effects of heavy metals exposure on reproductive systems of cyprinid fish from Kor River. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(1): 13-24.
- Eneji IS, Ato RS, Annune PA. 2011. Bioaccumulation of heavy metals in fish (*Tilapia zilli* and *Clarias gariepinus*) organs from River Benue, North-Central Nigeria. *Pakistan Journal of Analytical and Environmental Chemistry*, 12(2): 25-31.
- Forstner U, Wittmann GTW. 1983. Toxic metal. In: Forstner U, Wittmann GTW (editor). *Metal Pollution in Aquatic Environment*. Springer Verlag, Jerman. pp 3-68.
- Hachiya N. 2006. The history and present of the Minamata disease: entering the second half a century. *Japan Medical Association Journal*, 49(3): 112-118.
- Hadiaty RK. 2011. Diversitas dan hilangnya jenis-jenis ikan di Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane. *Berita Biologi*. 10(4): 491-504.
- Hardi. 2013. Analisis kandungan logam berat merkuri (Hg) pada daging ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) di Sungai Ciliwung. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 18 hlm.
- Hendrawan D. 2008. Kualitas air Sungai Ciliwung ditinjau dari parameter minyak dan lemak. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 15(2):85-93.
- Hopkins BC, Willson JD, Hopkins WA. 2013. Mercury exposure is associated with negative effects on turtle reproduction. *Environmental Science Technology*, 47(5): 2416-2422.
- Hossain MY, Rahman MM, Ahmed ZF, Ohtomi J, Islam ABMS. 2008. First record of the South American sailfin catfish *Pterygoplichthys multiradiatus* in Bangladesh. *Journal of Applied Ichthyology*, 24(6): 718-720.
- Istanti I. 2005. Pengaruh lama penyimpanan terhadap karakteristik kerupuk ikan sapu-sapu (*Hyposarcus pardalis*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 92 hlm.
- Jarup L. 2003. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68(1): 167-182.
- Jeziarska B, Witeska M. 2006. The metal uptake and accumulation in fish living in polluted waters. In: Twardowska I, Allen HE, Haggblom MH (editor). *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection, and Remediation*. NATO Advanced Research Workshop; 2005 27 Jun-1 Jul; Krakow, Poland. pp 107-114.
- Kotellat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition, Hongkong. 344 p.
- Lestari, Edward. 2004. Dampak pencemaran logam berat terhadap kualitas air laut dan sumber daya perikanan (Studi kasus ke-

- matian massal ikan-ikan di Teluk Jakarta). *Makara Sains*, 8(2): 52-58.
- Lu FC. 2006. *Toksikologi Dasar: Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko*. Edisi ke dua. Terjemahan dari: Basic Toxicology: Fundamentals, Target Organs, and Risk Assesment oleh Edi Nugroho (penerjemah). UI Press, Jakarta. 412 p.
- Muhajir, Edward, Ahmad F. 2004. Akumulasi logam berat Pb, Cd, Cu, Zn, dan Cr dalam sedimen di muara Sungai Cisadane, Ciliwung, dan Citarum, Teluk Jakarta. *Jurnal Sorihi*, 3(1): 83-98.
- Nirmala K, Hastuti YP, Yuniar V. 2012. Toksisitas merkuri (Hg) dan tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan, gambaran darah, dan kerusakan organ pada ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1): 38-48.
- Nurjanah. 2005. Pengaruh penambahan bahan pengikat terhadap karakteristik fisik otak-otak ikan sapu-sapu (*Liposarcus pardalis*). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 8(1): 1-11.
- Putri DE. 2001. Pengaruh pemanasan pada penanganan ikan sapu-sapu (*Hypostomus* sp.) terhadap mutu fisik bakso ikan yang dihasilkan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 39 hlm.
- Riani E. 2012. *Perubahan Iklim dan Kehidupan Biota Akuatik (Dampak pada Bioakumulasi Bahan Berbahaya dan Beracun & Reproduksi)*. IPB Press, Bogor. 220 hlm.
- SNI [Standar Nasional Indonesia]. 1991. *Metode Pengambilan Contoh Kualitas Air*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta. 33 hlm.
- SNI [Standar Nasional Indonesia]. 2011. *Cara Uji Kimia-Bagian 5: Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta. 6 hlm.
- Soewandita H, Sudiana N. 2010. Studi dinamika kualitas air DAS Ciliwung. *Jurnal Air Indonesia*, 6(1): 24-33.
- Susanto B, Krisdianto, Nur HS. 2009. Kajian kualitas air sungai yang melewati Kecamatan Gambut dan Aluh Aluh Kalimantan Selatan. *Bioscientiae*, 6(1): 40-50.
- Tarigan SA. 2004. Pemanfaatan ikan sapu-sapu (*Hyposarcus pardalis*) sebagai usaha peningkatan nilai tambah produk simping Purwakarta. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 51 hlm.
- Trisnawati R. 2007. Pemanfaatan surimi ikan sapu-sapu (*Hyposarcus pardalis*) dalam pembuatan empek-empek. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 54 hlm.
- Tunjungsari RM. 2007. Pemanfaatan ikan sapu-sapu (*Hyposarcus pardalis*) dalam pembuatan keripik ikan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 82 hlm.
- Wowor D. 2010. Studi biota perairan dan herpetofauna di daerah aliran sungai (DAS) Ciliwung dan Cisadane: kajian hilangnya keanekaragaman hayati. *Laporan Penelitian*. Puslit Biologi LIPI, Bogor. 48 hlm.
- Yasuda M, Yustiawati, Syawal MS, Sikder MT, Hosokawa T, Saito T, Tanaka S, Kurasaki M. 2011. Metal concentration of river water and sediments in West Java, Indonesia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 87(6): 669-673.
- Yudo S. 2006. Kondisi pencemaran logam berat di perairan sungai DKI Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1): 1-15.