

## Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Gajah Wong, Yogyakarta

JEAN JECK QUEEN DOZY BUSIRA<sup>1</sup>, GURUH PRIHATMO<sup>2</sup>, SUHENDRA PAKPAHAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta  
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5-25 Yogyakarta, Indonesia. 55224  
Email: jeanbusira@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta  
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5-25 Yogyakarta, Indonesia. 55224  
Email: guruh.pri@gmail.com

<sup>3</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta  
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5-25 Yogyakarta, Indonesia. 55224  
Email: suhendrapakpahan@staff.ukdw.ac.id

### ABSTRACT

Gajah Wong River is one of the rivers that cross-community settlements in the eastern part of the city of Yogyakarta. Increased population and community activities around the Gajah Wong river basin have resulted in increased river pollution, one of which is heavy metal compounds. Therefore, this study aims to determine the content of the heavy metal lead (Pb) in water, sediment, and tilapia (*Oreochromis niloticus*) which is divided into 3 parts of the organs, namely the muscles, os, and viscera. The sample was extracted using the aqua regia digestible method, namely HCl:HNO<sub>3</sub> (3:1 v/v) solution. To determine the lead content in the sample, a heavy metal analysis was carried out using Atomic Absorption Spectrophotometry (ASS). The results showed that the average Pb concentration in water was 0.228 mg/L and sediment was 2.090 mg/kg. In the Tilapia organ, namely musculus, os, and viscera, the highest concentrations were obtained, respectively, of 0.7976 mg/kg, 1.9626 mg/kg, and 1.1706 mg/kg. Based on the value of the bioconcentration factor, tilapia is classified in the low accumulative category. The value of lead content in the musculus, os, and viscera samples of Tilapia has exceeded the quality standard according to SNI No. 7387 of 2009 which is equal to 0.3 mg/kg.

Keywords: Gajah Wong river; heavy metal; lead; pollution; tilapia fish

### INTISARI

Sungai Gajah Wong merupakan salah satu sungai yang melintasi permukiman masyarakat di bagian timur Kota Yogyakarta. Peningkatan populasi dan aktivitas masyarakat di sekitar daerah aliran Sungai Gajah Wong mengakibatkan peningkatan bahan pencemaran di badan sungai, salah satunya adalah senyawa logam berat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) pada air, sedimen dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terbagi menjadi 3 bagian organ yaitu *musculus*, *os* dan *viscera*. Sampel diekstraksi menggunakan metode *aqua regiae digestible* yaitu larutan HCl:HNO<sub>3</sub> (3:1 v/v). Untuk mengetahui kandungan timbal pada sampel, dilakukan analisis kadar logam berat menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (ASS). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi Pb rata-rata pada air 0,228 mg/L dan sedimen 2,090 mg/kg. Pada organ ikan Nila yaitu *musculus*, *os* dan *viscera* didapatkan konsentrasi tertinggi berturut-turut sebesar 0,7976 mg/kg, 1,9626 mg/kg dan 1,1706 mg/kg. Berdasarkan nilai faktor biokonsentrasi, ikan nila digolongkan dalam kategori akumulatif rendah. Nilai kadar timbal pada sampel *musculus*, *os* dan *viscera* telah melebihi standar baku mutu menurut SNI No. 7387 tahun 2009 yaitu sebesar 0,3 mg/kg.

Kata kunci: ikan nila; logam berat; pencemaran; Sungai Gajah Wong; timbal

### PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan jenis ikan yang persebarannya masih sangat merata di Sungai Gajah Wong. Sebagian besar masyarakat di sekitar sungai masih memanfaatkan ikan nila untuk kebutuhan konsumsi sehari-hari. Sungai Gajah Wong merupakan salah satu sungai yang terletak di bagian timur Kota Yogyakarta, di mana aliran

sungainya melintasi permukiman penduduk di wilayah tersebut. Peningkatan penduduk dan aktivitas industri yang semakin bertambah di daerah Kota Yogyakarta menyebabkan terjadinya peningkatan beban pencemar yang berasal dari limbah organik dan anorganik di Sungai Gajah Wong (Sarengat *et al.*, 2015). Penambahan beban pencemar menyebabkan beberapa parameter kimia (COD, BOD, residu

terlarut, dan residu tersuspensi) mengalami peningkatan. Hal ini dapat terjadi karena aliran Sungai Gajah Wong yang terletak di Kecamatan Kotagede yang melewati kawasan industri susu, perak, elektroplating, kulit serta buangan limbah kebun binatang (Sarengat *et al.*, 2015). Salah satu zat berbahaya yang kemungkinan mencemari lingkungan perairan ini adalah logam berat timbal (Pb). Pemaparan logam berat dalam sungai tentunya akan mengganggu kestabilan ekosistem di daerah tersebut, seperti perubahan lingkungan fisik dan kimia serta keberagaman biota air karena adanya proses bioakumulasi (Ashraj, 2005; Vosyliene dan Jankaite, 2006).

Timbal (Pb) merupakan unsur logam yang dikategorikan sebagai senyawa toksik terhadap organisme hidup karena bersifat karsinogenik dan sulit terdegradasi di lingkungan (Brass & Steauss, 1981). Selain dari buangan limbah cair, Pb juga dapat berasal dari emisi gas kendaraan bermotor yang mengandung senyawa *Tetra Ethyl Lead* (TEL) dan *Tetra Methyl Lead* (TML), di mana digunakan dalam bensin (zat aditif) untuk meningkatkan bilangan oktan. Proses pembakaran dalam mesin motor menghasilkan berbagai macam senyawa Pb seperti PbBrCl, PbBrCl<sub>2</sub>, 2PbO, pBoHBr yang akan terdispersi ke udara (Marbun, 2010). Pb yang masuk ke badan sungai akan menumpuk pada dasar perairan karena adanya proses sedimentasi, kemudian akan terakumulasi pada organisme yang ada di permukaan maupun dasar sungai (Soegianto & Supriyanto, 2008). Logam berat yang terikat oleh partikel-partikel yang berada di dasar perairan disebut spesiasi. Spesiasi Pb dalam proses sedimentasi akan menentukan ketersediaannya (*Bioavailabilitas*) terhadap organisme yang akan melakukan penyerapan (Davidson *et al.*, 2004).

Paparan timbal (Pb) pada ikan disebabkan oleh adanya bioakumulasi dari siklus rantai makanan, di mana senyawa yang terakumulasi pada trofik terendah akan berpindah ke trofik yang lebih tinggi (Nugroho, 2010). Insang dan kulit ikan juga menjadi faktor penting terjadinya akumulasi logam berat, karena adanya kontak langsung dengan air (Elisabeth, 2000). Akumulasi logam berat pada

ikan juga dipengaruhi oleh lingkungan fisik-kimia seperti suhu, pH, salinitas. Suhu perairan yang tinggi akan meningkatkan kelarutan logam berat. Lingkungan perairan yang memiliki pH dan salinitas rendah akan menyebabkan peningkatan pada kelarutan logam, sehingga lebih mudah terabsorpsi pada tubuh organisme air (Kumar & Hader, 1999).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 Tahun 2001, kadar maksimal Pb pada air adalah 0,01 mg/L. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council Tahun 2000, kadar Pb maksimal pada sedimen yang diperbolehkan adalah  $\leq 50$  mg/kg. Standar Nasional Indonesia Nomor 7387 Tahun 2009, konsentrasi maksimal Pb pada ikan adalah 0,3 mg/kg. Timbal (Pb) berpotensi membahayakan kesehatan manusia. Pb akan terdistribusi ke tubuh manusia melalui kebiasaan mengonsumsi ikan yang berasal dari daerah perairan yang kemungkinan telah tercemar. Akumulasi jangka panjang senyawa Pb pada manusia dapat menyebabkan beberapa masalah seperti mual-mual, sakit perut, anemia dan bahkan mengalami kelumpuhan (Hamida, 1980). Pb dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf (neurotoksik) dan merusak fungsi hati dan ginjal (Skervfving & Bergdahl, 2007).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Sungai Gajah Wong Yogyakarta yang terbagi menjadi 3 stasiun, stasiun 1 yang terletak di bawah Jembatan Pringgolayan yaitu di Jl. Selokan Mataram, Condongcatur ( $-7^{\circ}46'04.1''S$   $110^{\circ}23'56.0''E$ ). Stasiun 2 terletak di area Gembira Loka Zoo yaitu di Jl. Umbul III, Warungboto ( $7^{\circ}48'33.8''S$   $110^{\circ}23'40.9''E$ ) dan stasiun 3 terletak di *ring road* selatan yaitu di bawah jembatan Giwangan RT.26/RW.09 ( $7^{\circ}50'12.5''S$   $110^{\circ}23'43.0''$ ). Sampel yang dikumpulkan dari Sungai Gajah Wong adalah 75 sampel yang terdiri dari 45 sampel organ ikan nila, 15 sampel air dan 15 sampel sedimen. Sampel ikan yang digunakan untuk analisis logam berat Pb terbagi menjadi 3 bagian yaitu daging (*musculus*), tulang (*os*) dan *viscera*. Ikan yang diperoleh berukuran antara 17-24 cm dengan berat 99-230 gram. Parameter fisik-

kimia yang diukur yaitu suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan kecepatan arus.

Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode *aqua regia digestible*, di mana digunakan larutan aqua regia (HCl pekat:HNO<sub>3</sub> pekat 3:1 v/v) dengan perbandingan 3 banding 1 yaitu HCl sebanyak 12 mL dan HNO<sub>3</sub> pekat sebanyak 4 mL. Analisis konsentrasi Pb menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

Analisis data terbagi beberapa beberapa bagian yaitu analisis perbandingan kadar Pb pada air dan sedimen. Perbandingan konsentrasi Pb pada bagian-bagian tubuh ikan yaitu *musculus*, *os* dan *viscera* menggunakan *Complete Randomized Design* (CRD). Analisis dilakukan menggunakan program SPSS 25 untuk Windows 10. Kemudian lakukan analisis *bioconcentration factor* (BCF), rumus Perhitungan nilai BCF mengikuti rumus Lamai *et al.* (2005), yaitu:

$$\text{Nilai BCF} = \frac{\text{Konsentrasi Pb pada tubuh ikan (mg/kg)}}{\text{Konsentrasi Pb di air (mg/L)}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kualitas Air di Sungai Gajah Wong Yogyakarta

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu air di Sungai Gajah Wong terlihat konstan yaitu 27°C. Suhu ini masih dalam keadaan normal untuk kehidupan ikan nila antara 27-32 °C berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KMNLH) No. 51 tahun 2004. Nilai pH di Sungai Gajah Wong cenderung dalam kondisi asam yaitu antara 6,62-6,8. Berdasarkan KMNLH No. 51 tahun

2004, pH yang baik untuk lingkungan perairan berkisar 7-8,5. Menurut Iswanto *et al.* (2007), pH yang tergolong asam menandakan tingkat pencemaran yang lebih tinggi, sehingga mikroorganisme akan melakukan penguraian dan menghasilkan karbon dioksida dalam jumlah besar yang menyebabkan pH menurun. Martuti *et al.* (2016), menjelaskan bahwa daya toksitas logam berat akan meningkat ketika pH air dalam kondisi asam, karena terjadi peningkatan kelarutan logam berat.

Tabel 1. Kualitas air di Sungai Gajah Wong Yogyakarta

Stasiun	Suhu (°C)	pH	Oksigen Terlarut (ppm)	Kecepatan Arus (m/s)
1	27	6,75	1,25	0,18
2	27	6,62	0,91	0,38
3	27	6,8	1,08	0,14

Konsentrasi oksigen terlarut (DO) yang diperoleh dari ketiga stasiun tergolong rendah antara 0,91-1,25 ppm. Konsentrasi oksigen terlarut yang normal untuk kehidupan organisme akuatik adalah di atas 5 (Syafriadiman, 2009). Kadar DO yang rendah dapat dihubungkan dengan nilai pH yang cenderung asam, di mana DO yang lebih tinggi memungkinkan mikroorganisme untuk mengurai bahan organik maupun anorganik. Selain itu, rendahnya kandungan DO tidak hanya dipengaruhi oleh banyaknya beban pencemar yang masuk ke dalam perairan, tetapi juga disebabkan oleh beberapa faktor seperti kepadatan plankton, cuaca yang mendung, pergantian siang dan malam serta dinamika

kehidupan makhluk hidup yang ada di lingkungan perairan (Syafriadiman, 2009). Kecepatan arus tertinggi di Sungai Gajah Wong terletak di stasiun II yaitu 0,39 m/s, sedangkan stasiun III memiliki kecepatan arus terendah yaitu 0,14 m/s. Menurut Effendi (2003), semakin tinggi kecepatan arus pada suatu perairan maka kandungan zat pencemar (antropogenik) akan mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan bahan pencemar akan terdistribusi ke daerah yang perairannya lebih tenang, zat yang mengendap di dasar perairan dapat terbawa oleh arus air sehingga penimbunan zat dalam sedimen berkurang.

## Konsentrasi Timbal (Pb) Pada Air dan Sedimen

Kadar Pb pada air yang diambil dari ketiga stasiun adalah 0,234-0,254 mg/L sedangkan untuk sedimen, kadar Pb berkisar 1,936-2,2444 mg/kg. Hasil Uji Tukey HSD<sup>a,b</sup> pada sampel air dan sedimen, menyatakan bahwa tidak ada perbedaan konsentrasi Pb yang

signifikan dari ketiga stasiun tersebut. Kadar Pb pada air telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 82 tahun 2001 yaitu sebesar 0,01 mg/L, sedangkan untuk sedimen belum melewati batas maksimum yaitu 50 mg/kg (ANZECC, 2000).

Tabel 2. Konsentrasi rata-rata logam berat timbal (Pb) pada air dan sedimen

Jenis Sampel	Satuan	Konsentrasi Pb			Baku Mutu
		Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	
Air	(mg/L)	0,234a ± 0,017	0,225a ± 0,013	0,254a ± 0,034	0,01 mg/L (PPRI No. 82 tahun 2001)
Sedimen	(mg/kg)	2,244a ± 0,806	1,936a ± 0,223	2,090a ± 0,585	50 mg/kg (ANZECC, 2000)

Kandungan Pb dalam air dan sedimen dipengaruhi oleh buangan limbah yang berasal dari permukiman dan industri di Kota Yogyakarta. Menurut Sarengat *et al.* (2015), Sungai Gajah Wong terletak di Kota Yogyakarta telah mengalami peningkatan beban pencemar dikarenakan terjadi peningkatan jumlah penduduk dan tingginya penggunaan kendaraan bermotor sehingga polusi udara terus meningkat. Selain itu daerah pinggiran sungai, khususnya di Kecamatan Kotagede terdapat banyak aktivitas masyarakat seperti kawasan industri susu, perak, elektroplating, kulit, buangan limbah kebun binatang (Gembira Loka Zoo) serta kepadatan penduduk di pinggiran sungai sehingga potensi terjadinya pencemaran berupa limbah domestik dan bahan organik-anorganik (Sarengat *et al.*, 2015). Kemudian salah satu sarana di Gembira Loka Zoo untuk tujuan pariwisata adalah perahu bermotor (*motorboat*) yang menggunakan bensin yang diketahui mengandung senyawa timbal organik Tetra Ethyl Lead (TEL) dan Tetra Methyl Lead (TML) untuk menaikkan nilai oktan bensin, sehingga buangan limbahnya akan meningkatkan kadar Pb di lingkungan.

Kadar Pb pada sedimen jauh lebih besar dibandingkan di air, hal ini disebabkan oleh proses sedimentasi, di mana logam berat memiliki sifat mudah terikat dengan partikel-partikel di dasar perairan (Harahap, 1991). Menurut Davidson *et al.* (1994), sedimen

dikenal sebagai *sink* atau penyerap terhadap zat atau senyawa berbahaya yang masuk ke badan air. Perbedaan konsentrasi Pb yang tinggi pada sampel air dan sedimen juga dapat disebabkan oleh tingginya partikel tersuspensi yang terkandung pada kolom air, sehingga mengakibatkan terjadinya proses adsorpsi logam berat terlarut oleh partikel tersuspensi yang disebut *Surface Hydrophobic Adsorption*. Proses ini menyebabkan kandungan logam berat partikulat meningkat dan logam berat terlarut menurun. Kadar logam partikulat ini yang akan mengendap pada sedimen, sehingga konsentrasi Pb di air menjadi menurun dan sebaliknya (Kontas, 2012). Sungai Gajah Wong memiliki 2 bendungan besar yang terletak antara stasiun I dan stasiun II, stasiun II dan III. Keberadaan bendungan memengaruhi proses transpor dan distribusi logam berat dari stasiun awal ke stasiun berikutnya. Hal ini dikarenakan terjadi penurunan arus air dan berkurangnya volume air yang masuk ke badan air setelah melewati bendungan (Chester, 1990). Sedimen yang berada di dasar perairan tidak dapat melewati area bendungan sehingga tertahan dan mengendap di daerah tersebut. Hal ini menjadi salah satu faktor yang memungkinkan terjadi penurunan kadar Pb pada sedimen di stasiun II (Tabel 2). Sebaliknya pada stasiun I dan III terdapat bendungan mini yang jaraknya hanya 3-5 meter dari lokasi sampling. Hal inilah yang menyebabkan konsentrasi Pb lebih tinggi di kedua stasiun tersebut.

## Konsentrasi Timbal (Pb) pada Bagian Ikan Nila

Konsentrasi Pb pada *musculus* antara 0,7092-0,7976 mg/kg; *os* 1,7302-1,9626 mg/kg dan *viscera* 0,7036-1,1706 mg/kg. Kandungan Pb pada ikan nila jika ditotal maka telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh SNI: 7378 tahun 2009 yaitu sebesar 0,3 mg/kg. Paparan logam berat pada ikan disebabkan oleh

adanya bioakumulasi dari siklus rantai makanan, dimana senyawa yang terakumulasi pada trofik terendah akan berpindah ke trofik yang lebih tinggi (Nugroho, 2010). Ikan nila termasuk dalam golongan omnivora atau pemakan segalanya sehingga berpotensi mengakumulasi logam berat lebih banyak dibandingkan jenis ikan lainnya (Kordi, 1997).

Tabel 3. Konsentrasi timbal (Pb) pada bagian tubuh ikan nila

Jenis Sampel	Satuan	Konsentrasi Pb			Baku Mutu
		Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	
Daging ( <i>Musculus</i> )	(mg/kg)	0,7976a ± 1,4641	0,7354a ± 0,9592	0,7092a ± 0,6073	0,3 mg/kg (SNI No. 7387 tahun 2009)
Tulang ( <i>Os</i> )		1,8840a ± 0,2020	1,9626a ± 0,1719	1,7302a ± 0,2518	
Jeroan ( <i>Viscera</i> )		1,1706b ± 0,4105	1,0136ab ± 0,2558	0,7036a ± 0,0920	

Kadar Pb tertinggi pada ikan nila terdapat pada *os*. Hal ini disebabkan karena *os* memiliki matrik yang dapat mengikat Pb, di mana matrik *os* memiliki kemiripan dengan unsur kalsium (Ca) sedangkan timbal dalam bentuk ion  $Pb^{2+}$  memiliki kesamaan (mirip) dengan ion  $Ca^{+}$  sehingga mampu mengganti keberadaan ion tersebut untuk metabolisme pembentukan *os* (Depkes RI, 2001). Depkes RI (2001), menyatakan bahwa Pb pada *os* ikan berpotensi mengalami kenaikan hingga 95% dari konsentrasi total yang terakumulasi dalam tubuh ikan. Kemudian kadar tertinggi kedua terdapat pada *viscera*. Organ *viscera* yang paling sering mengakumulasi logam berat adalah hati dan lambung (Darmono, 2001). Hati mempunyai protein metallothioneins yang mampu menangkap senyawa-senyawa logam berat, sehingga akan masuk pada sistem eliminasi yang terbagi atas proses detoksifikasi dan ekskresi. Proses degradasi belum maksimal dan intensitas adsorpsi logam berat yang tinggi, menyebabkan logam berat akan menumpuk pada jaringan hati. Ginjal menjadi organ utama yang memiliki sistem ekskresi yang berfungsi untuk menyaring senyawa beracun maupun sisa-sisa zat hasil metabolisme yang tidak dibutuhkan tubuh ikan (Darmono, 2001). Penumpukan logam berat di dalam jaringan hati dan ginjal juga dapat merusak kinerjanya sebagai sistem eliminasi dan ekskresi senyawa

berbahaya yang berada pada tubuh ikan (Elisabeth, 2000). Selain itu usus juga berperan dalam penyerapan di mana senyawa logam yang masuk melalui jalur pencernaan akan teradsorpsi pada jaringan epitel usus halus dan kemudian akan didistribusikan ke hati melalui pembuluh darah vena porta yang berhubungan langsung dengan organ pankreas, limpa, esofagus dan lambung sehingga logam berat akan terakumulasi pada setiap organ tersebut (Frank, 2010).

Konsentrasi Pb yang rendah pada *musculus* disebabkan oleh perannya yang bukan sebagai jaringan aktif, di mana tidak termasuk jalur utama pada pola distribusi logam. Jaringan darah pada *musculus* akan mengabsorpsi logam berat yang kemudian terikat dengan protein darah lalu mendistribusikannya ke seluruh jaringan tubuh (Darmono, 2008). Berdasarkan Uji Tukey HSD<sup>a,b</sup> yang dilakukan, kadar Pb pada sampel *musculus* dan *os* dari ketiga stasiun tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Pada sampel *viscera*, stasiun I dan III memiliki perbedaan kadar Pb yang signifikan. Jika dibandingkan dengan konsentrasi total (*musculus*, *os* dan *viscera*), akumulasi tertinggi terdapat di stasiun I. Hal ini berbanding lurus dengan kadar Pb yang tinggi pada sampel air dan sedimen di stasiun I. Sampel ikan yang digunakan dalam penelitian ini, memiliki

ukuran antara 17-24 cm dan berat 99-230 gram, di mana mempresentasikan usia ikan yang berbeda-beda di Sungai Gajah Wong. Sampel ikan dari setiap stasiun (I, II, dan III) memiliki panjang dan ukuran yang berbeda-beda, hal inilah yang menyebabkan adanya perbedaan kadar Pb pada organ ikan (*musculus*, *os* dan *viscera*) di setiap stasiun. Menurut Nurrachmi & Amin (2014), sistem metabolisme dan ekskresi pada ikan yang berukuran lebih kecil masih belum optimal, sehingga menyebabkan tingkat eliminasi logam berat yang rendah di dalam tubuh ikan. Hal ini berbeda dengan ikan yang lebih besar, di mana kecepatan metabolisme yang dimiliki jauh lebih cepat. Selain itu sensitivitas ikan terhadap logam berat lebih kecil, karena sudah beradaptasi dalam jangka waktu yang lebih lama. Menurut Al-

Yousuf *et al.* (2000), kadar logam berat pada tubuh ikan akan mengalami penurunan seiring bertambahnya ukuran.

### Nilai *Bioconcentration Factor* (BCF) pada Ikan Nila

*Bioconcentration factor* (BCF) bertujuan untuk mengukur potensi suatu organisme dalam mengakumulasi logam berat (Lamai *et al.*, 2005). Berdasarkan hasil perhitungan, akumulasi Pb yang terjadi pada ikan nila di Sungai Gajah Wong masih tergolong akumulasi rendah. Sesuai dengan teori Amriani dan Hardiyanto (2011), kategori akumulatif untuk BCF terbagi menjadi 3 yaitu BCF>1000 akumulatif tinggi, BCF>100-1000 akumulatif sedang dan BCF<100 akumulatif rendah.

Tabel 4. Nilai *bioconcentration factor* (BCF) ikan nila terhadap timbal (Pb)

Stasiun	Nilai BCF			Kategori Akumulatif
	<i>Musculus</i>	<i>Os</i>	<i>Viscera</i>	
1	3,40	8,05	5	Rendah
2	3,26	8,72	4,5	Rendah
3	2,79	6,81	2,77	Rendah

Nilai *Bioconcentration factor* (BCF) yang tergolong rendah pada Sungai Gajah Wong disebabkan oleh *bioavailabilitas* dari logam Pb. *Bioavailabilitas* logam merupakan ketersediaan logam berat dalam lingkungan yang mampu diserap oleh organisme, sehingga menyebabkan efek toksik pada tubuhnya sendiri. Logam *bioavailable* adalah ketersediaan logam yang bisa diserap oleh organisme, sedangkan *nonbioavailable* adalah ketersediaan logam yang terbatas atau penyerapan dalam jumlah kecil oleh organisme (Gaw, 2009). Hal ini disebabkan karena Pb bukan logam esensial sehingga tidak dibutuhkan dalam metabolisme ikan, namun dapat terserap melalui mekanisme rantai makanan, pernapasan dan lain-lain. Menurut Gaw, (2009), *bioavailabilitas* logam berat memengaruhi seberapa banyak logam yang terserap pada tubuh organisme. Oleh sebab itu konsentrasi logam pada air, belum tentu akan berbanding lurus dengan konsentrasinya pada ikan. Nilai BCF yang rendah dipengaruhi oleh

Pb *bioavailable* yang rendah dalam air. Hal ini disebabkan karena keberadaan senyawa pengikat yang berasal dari bahan pencemar yang masuk ke badan sungai seperti bahan organik, senyawa sulfida (anorganik), mangan (Mn) dan besi (Fe). Menurut Reichman (2002), beberapa komponen yaitu bahan organik, sulfida, Mn dan Fe mampu mengikat logam Pb yang berada di badan air sehingga dalam proses spesiasi Pb akan mengendap di sedimen. Inilah yang menyebabkan *bioavailabilitas* logam Pb menurun pada air. Berdasarkan teori Gasparatos *et al.* (2005), proses spesiasi atau pengikat logam berat yang optimal membantu penurunan *bioavailabilitas* logam yang terbagi menjadi beberapa fase antara lain fase ionik, karbonat, sulfida, Fe atau Mn hidroksida, Fe atau Mn oksida, organik, dan fase silikat.

### KESIMPULAN

Kadar timbal (Pb) tertinggi pada penelitian ini terdapat pada *os* sebesar 1,9626 mg/kg, sedangkan Pb terendah terdapat pada

*viscera* sebesar 0,7036 mg/kg. Kadar timbal pada sampel air yang diambil dari Sungai Gajah Wong telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001 yaitu 0,01 mg/L. Sedangkan sampel sedimen masih di bawah standar baku mutu *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council* tahun 2000,  $\leq 50$  mg/kg sedangkan kadar Pb pada ketiga bagian ikan nila (*musculus*, *os* dan *viscera*) telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia No. 7387 tahun 2009 yaitu 0,3 mg/kg.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Yousuf, M., El-Shahawi, M., and Al-Ghais, S. 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of lehrinus lentjan fish species in relation to body length and sex. *Science of The Total Environment*. vol 256 (2-3): 87-94. doi: 10.1016/S0048-9697(99)00363-0.
- Amriani, BH dan Hadiyanto, A. 2011. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada kerang darah (*Anadara granosa* L.) dan kerang bakau (*Polymesoda bengalensis* L.) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. vol 9(2): 45-50. doi: 10.14710/jil.9.2.45-50.
- Ashraj, W. 2005. Accumulation of heavy metals in kidney and heart tissues of *Epinephelus micodon* fish from the arabian gulf. *Environmental Monitoring Assessment*. vol 13(103): 311- 316. doi: 10.1007/s10661-005-0298-4.
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. 2000. ANZECC Interim Sedimen Quality Guidelines. Sidney, Australia: ANZECC.
- Badan Standardisasi Nasional Nomor 7387 Tahun 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Makanan. Hal 4, 13, dan 20.
- Brass, G and Stauss, W. 1981. Air Pollution Control. New York: Jhon Willey dan Sons.
- Darmono. 2001. Pengaruh Lingkungan Hidup dan Pencemaran terhadap Toksikologi Senyawa Logam. Jakarta: UI Press.
- Darmono. 2008. Farmasi Forensik dan Toksikologi. Jakarta: UI Press.
- Davidson, CM., Thomas, RP., McVey, SE., Perala, R., Littlejohn, D., and Ure, AM. 1994. Evaluation of a sequential extraction procedure for the speciation of heavy metals in sediments. *Analytica Chemica Acta*. vol 291(3): 277-286. doi: 10.1016/0003-2670(94)80023-5.
- Departemen Kesehatan RI. 2001. Kerangka Acuan Uji Petik Kadar Timbal (Pb) pada Spesimen Darah terhadap Kelompok Masyarakat Beresiko Tinggi Pencemaran Timbal. Jakarta: Ditjen PPM PL Depkes RI.
- Elisabeth. 2000. Kandungan Logam Berat Air Raksa (Hg) dalam Air, Sedimen dan Jaringan Tubuh Ikan di Muara Way Kambas dan Way Sekampung, Lampung. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Frank, CL. 2010. Toksikologi Dasar: Asas, Organ, Sasaran dan Penilaian Resiko, Second Edition, Terj. E. Nugroho. Jakarta: UI Press.
- Gasparatos, D., Haidouti, C., Adrinopoulos, F and Areta, E. 2005. Chemical Speciation and Bioavailability of Cu, Zn, and Pb in Soils from The National Garden of Athens, Greece. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology*, Rhodes Island, Greece: 1-3 September 2005. pp. 438-444.
- Gaw, S. 2009. Option for assessing the bioavailability of metals to soil dwelling organisms. *Chemistry in New Zealand*: 150-155.
- Iswanto, B., Astono, W., dan Sunaryati, S. 2007. Pengaruh penguraian sampah terhadap kualitas air ditinjau dari perubahan senyawa organik dan nitrogen dalam reaktor kontinyu skala laboratorium. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*. vol 4(1): 24-29.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.
- Kordi. 1997. Budidaya Air Payau. Jakarta Barat: Penerbit Effhar dan Dahara Prize.
- Kumar, HD and Hader, DP. 1999. Global Aquatic and Atmospheric Environment. New York: Springer-Verlag.
- Lamai, C., Kruatracue, M., Pokethitiyooka, P., Upathame, ES., and Sounthomsarathoola, V. 2005. Toxicity and accumulation of lead and cadmium in the filamentous green alga *Cladophora fracta* (O.F. Muller ex Vahl) Kutzing: A laboratory study. *ScienceAsia*. vol 31: 121-127.
- Marbun, NB. 2010. Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Makanan Jajanan berdasarkan Lama Waktu Jajanan yang Dijual di Pinggir Jalan Pasar I Padang Bulan Medan Tahun 2009. Medan: Departemen Kesehatan Lingkungan FKM, USU Medan.
- Martuti, NKT., Widianarko, B., dan Yulianto, B. 2016. The pattern of Cu accumulation in milkfish (*Chanos chanos*) during growth period in fishpond in Dukuh Tapak Tugurejo Semarang, Indonesia. *AACL Bioflux*. vol 9(5): 1036-1043.
- Nugroho. 2010. Toksikologi Dasar: Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko. Jakarta: UI-Press.
- Nurrachmi, I., Amin, B., dan Habibi, N. 2014. Kandungan logam Cd, Cu, Pb dan Zn pada ikan gulama (*Sciaena russelli*) dari Perairan Dumai, Riau: Amankah untuk dikonsumsi? *Maspuri Journal*. vol 2: 1-10.

- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 82 Tahun 2001. Kadar Maksimal Timbal (Pb) dalam perairan.
- Reichman, SM. 2002. The Responses of Plants to Metal Toxicity: A Review Focusing on Copper, Manganese and Zinc. Melbourne, Australia: The Australian Minerals & Energy Environment Foundation.
- Sarengat, N., Yuniari, A., Setyorini, I., dan Suyatini. 2015. Kajian Potensi Pencemaran Industri pada Lingkungan Perairan Perairan di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik ke-4*, Yogyakarta: 28 Oktober 2015. Hal. 125-156.
- Skerfving, S and Bergdahl, IA. 2007. Lead in Nordberg GF, Fowler BA, Nordberg M, Friberg LT. (Ed). Handbook on the Toxicology of Metals, Third Edition. New York: Associated Press.
- Soegianto, A and Supriyanto, A. 2008. Concentration of Pathogenic Bacteria and Trace Metals in Bivalve Mollusc *Anadara granosa* (Bivalva: Arcidae) Harvested from East Java Coast, Indonesia *Cahiers de Biologie Marine*. vol 49(2): 201-207.
- Syakti, AD., Hidayati, NV., dan Siregar, AS. 2012. Agen Pencemaran Laut. Bogor: IPB Press.
- Vosyliene, MZ and Jankaite, A. 2006. Effect of heavy metal model mixture on rainbow trout biological parameters *Environmental Science and Pollution Research*. vol 4: 12-17.