

**KONTAMINASI Pb DAN Cd PADA IKAN BANDENG *Chanos chanos* YANG
DIBUDIDAYA DI KEPULAUAN SERIBU, JAKARTA**

***CONTAMINATION OF Cd AND Pb ON MILKFISH *Chanos chanos* CULTURED IN
SERIBU ISLANDS, JAKARTA***

Etty Riani^{*}, Harry Sudrajat Johari², dan Muhammad Reza Cordova³

¹Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK-IPB, Bogor

*Email: etty_riani_harsono@yahoo.com

²Badan Penanggulangan Bencana Daerah DKI Jakarta, Jakarta

³Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta

ABSTRACT

*Seribu Islands located in the north of Jakarta Bay; it is potentially polluted by heavy metal such as Cd and Pb. The aims of this study is to prove contamination presumption, by analyzing and determine correlation Cd and Pb concentration in the sediment, in the water and on milkfish *Chanos chanos* cultured in this area. On this study, we collected water quality data (pH, temperature, dissolve oxygen and salinity) and heavy metals contamination (Cd and Pb) in the sediment, in the water and on milkfish. We compare collected data with quality standar and correlate heavy metal concentration between in the water and in the sediment; in the water and on milkfish organ; and, in the sediment and on milkfish organ. In general, water quality is sufficient enough to support the life of farmed milkfish. Cd and Pb contamination level in the water lied below the quality standard of Ministry of Environment decree No. 51/2004 in the last April and July. However, the contamination exceeds the standard in the last October. The contamination in sediment lied below RNO (1981), EPA (1999) and IACD/CEDA (1997). Gills, viscera and the meat of the milkfish are contaminated with Cd and Pb, yet, still lied below the quality standard of Ministry of Environment Decree No. 51/2004. The results showed that farmed milkfish in Thousand Islands are safe to eat. We also found that the correlation of Cd and Pb contamination between water and sediment is positive. The correlation of Cd is much higher than Pb. The correlation of Cd between water and viscera as well as between sediment and viscera are the most closely related than any other organ.*

Keywords: *contamination, Cd, farming, milkfish, Pb, Seribu Islands*

ABSTRAK

Kepulauan Seribu berada satu hamparan dengan Teluk Jakarta yang tercemar logam berat, sehingga berpotensi untuk tercemar logam berat seperti Cd dan Pb. Tujuan penelitian untuk membuktikan dugaan pencemaran tersebut, dengan cara menganalisis kualitas air, kontaminasi logam berat Cd dan Pb pada ikan bandeng *Chanos chanos* budidaya, dan melihat hubungannya dengan sedimen dan air. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kualitas air (pH, suhu, oksigen terlarut/DO, salinitas), serta kontaminasi logam berat (Cd dan Pb) pada air, sedimen dan pada ikan bandeng budidaya di perairan Kepulauan Seribu. Data yang diperoleh dibandingkan dengan baku mutu dan dibuat korelasi antara logam berat pada air dan sedimen, air dan organ tubuh serta antara sedimen dan organ tubuh. Kualitas air laut Kepulauan Seribu cukup mendukung kehidupan bandeng. Kontaminasi Cd dan Pb pada air pada April dan Juli, berada di bawah baku mutu Kepmen LH No.51 th 2004, namun pada Oktober melebihi baku mutu yg ditetapkan. Kontaminasi Cd dan Pb pada sedimen dibawah baku mutu RNO (1981), EPA (1999) dan ANZECC (2000). Insang, isi perut (jeroan) dan daging ikan bandeng sudah terkontaminasi Cd dan Pb, namun masih berada di bawah baku mutu Dirjen POM RI No 03725 (1989), sehingga masih aman dikonsumsi. Korelasi Cd dan Pb antara air dan sedimen hubungannya positif. Korelasi Cd jauh lebih tinggi dibanding Pb. Korelasi Cd antara air laut dan jeroan ikan serta antara sedimen dan jeroan, paling erat dibanding organ lainnya.

Kata kunci: kontaminasi, Cd, budidaya, bandeng, Pb, Kepulauan Seribu

I. PENDAHULUAN

Perairan Kepulauan Seribu, Kabupaten Administratif, Provinsi DKI Jakarta menyatu dengan Teluk Jakarta (satu hamparan) yang mendapatkan dari masukan 13 sungai, tiga diantaranya adalah sungai besar (Citarum, Bekasi, dan Ciliwung) dan 10 sungai kecil (Kamal, Kanal Cengkareng, Angke, Karang, Ancol, Sunter, Cakung, Blencong, Grogol, dan Sungai Pesanggrahan). Rahardjo (2005) menunjukkan bahwa pencemaran Teluk Jakarta telah meningkat beberapa kali lipat dan bahan-bahan pencemar tersebut telah menyebar hingga radius 60 km, dan diperkirakan telah mencapai perairan laut di Kepulauan Seribu. Bahan pencemar Teluk Jakarta yang sudah mengkhawatirkan adalah logam berat, terutama logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) (Riani, 2004).

Logam berat yang merupakan bahan berbahaya dan beracun di Teluk Jakarta dapat berasal dari kegiatan antropogenik di daratan seperti dari kegiatan industri, penambangan minyak, pertanian, transportasi, rumah sakit, perbengkelan, kegiatan domestik, dan sebagainya, di samping dari proses alami. Buangan limbah mengandung logam berat tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu, dapat berdampak buruk bagi ekosistem perairan (Riani, 2012). Logam berat akan mengkontaminasi air laut dan sedimen, dan selanjutnya dapat masuk ke dalam rantai/jala makanan, sehingga akan terakumulasi pada tubuh makhluk hidup.

Menurut Riani *et al.* (2014) logam berat juga terakumulasi pada berbagai organ tubuh organisme perairan. Namun demikian, kontaminasi logam berat pada ikan menurut Asante *et al.* (2014) dipengaruhi oleh berbagai hal seperti umur ikan, kadar lemak pada jaringan dan cara makan. Di samping itu, daya kontaminasi juga dipengaruhi oleh bioavailabilitas (Riani, 2012).

Perairan laut Kepulauan Seribu telah berkembang budidaya ikan bandeng yang terletak di tengah-tengah antara Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya. Ikan bandeng budidaya juga umumnya mempunyai jumlah lemak tinggi, dan menurut Gupta dan Singh (2011), Guzman-Garcia *et al.* (2009) dan Torres *et al.* (2012) tubuh yang kaya akan lipid memiliki afinitas tinggi terhadap logam berat, sehingga ikan bandeng berpotensi mengakumulasi logam berat lebih tinggi, sehingga ikan terkontaminasi Cd dan Pb akan membahayakan manusia yang mengkonsumsinya (Authman *et al.*, 2015, Riani *et al.*, 2014 dan Riani *et al.*, 2015). Hal ini Cd dapat berpotensi untuk mengakibatkan terjadinya *itai-itai disease* dan Pb berpotensi mengakibatkan *plumbism*.

Kajian kontaminasi dari Cd dan Pb baik pada ikan bandeng budidaya, maupun pada air dan sedimen di lokasi budidaya ikan bandeng belum pernah dilakukan, sehingga muncul pertanyaan penelitian bagaimana kondisi kualitas air di lokasi budidaya bandeng ?, apakah air dan sedimen di perairan Kepulauan Seribu, khususnya di lokasi budidaya bandeng telah terkontaminasi logam berat Cd dan Pb ?, apakah ikan bandeng yang dibudidaya di Kepulauan Seribu terkontaminasi logam berat Cd dan Pb ?, bagaimana hubungan logam berat Cd dan Pb dalam air dan dalam sedimen di lokasi budidaya ikan bandeng ?, bagaimana hubungan antara logam berat Cd dan Pb dalam air dengan dalam organ tubuh (insang, isi perut dan daging) ikan bandeng budidaya ?, bagaimana hubungan antara logam berat Cd dan Pb dalam sedimen dengan dalam organ tubuh (insang, isi perut dan daging) ikan bandeng budidaya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas air, kontaminasi logam berat Cd dan Pb pada air, sedimen dan ikan bandeng budidaya, serta untuk melihat pada hubungannya antar komponen - komponen tersebut.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada lokasi budidaya ikan bandeng Kelurahan Pulau Panggang. Wilayah budidaya tersebut terletak kurang lebih pada tengah-tengah perairan antara Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu. Penelitian dilakukan pada bulan-bulan yang mewakili musim peralihan (awal April), musim kemarau (pertengahan Juli) dan musim hujan (akhir Oktober, awal musim hujan).

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan diantaranya adalah ikan bandeng *Chanos chanos* hasil kegiatan budidaya PT Nusa Ayu Karamba; sampel air laut, dan sampel sedimen laut. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis yaitu aquades, aquabides dan bahan-bahan kimia (HCl, HNO₃, Na-EDTA, larutan pH 7, larutan standar logam (Cd dan Pb), larutan buffer (NH₄Cl dan NH₄OH). Alat yang digunakan yaitu peralatan gelas untuk analisa kualitas air, *pH meter* (OrionTM), *dissolved oxygen (DO) meter* (omega HHWT-SD1 Series), *salinorefrakto meter* (Omega CLH-1740), AAS (*atomic absorption spectrophotometry*-Shimadzu's AA-7000), Eikman grab serta *kemmerer water sampler*.

2.3. Pengumpulan dan Analisis Data

Pada penelitian ini sampel air diambil pada kedalaman 2 – 4 meter di sekitar lokasi budidaya, dengan ulangan tiga kali. Ikan bandeng diambil dari ikan budidaya. Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap kualitas air dan kandungan logam beratnya.

Selain itu juga dilakukan analisis terhadap logam berat (Cd dan Pb) pada sedimen dan pada ikan bandeng budidaya. Khusus analisa logam berat pada ikan, ikan terlebih dahulu dibedah, selanjutnya diambil dan dipisahkan daging, insang dan isi perutnya, dan dianalisis kandungan logam

berat pada daging, insang dan isi perut ikan tersebut.

Adapun kualitas air laut yang diukur di sini dibagi menjadi dua, yakni kualitas air yang langsung diukur di lapangan yakni pH, suhu, oksigen terlarut / DO, BOD dan Salinitas, sedangkan yang diukur di laboratorium adalah logam berat (Cd dan Pb) pada air, sedimen dan pada ikan. Pengukuran logam berat menggunakan prosedur APHA (*America Public Health Association* 2012). Pengukuran parameter kualitas air dan sedimen tersebut dilakukan dengan tiga kali ulangan (pada setiap pengambilan sampel, diambil tiga titik yang dianggap mewakili).

Penelitian ini pengukuran konsentrasi logam berat adalah sebagai berikut: pengukuran logam berat yang terlarut pada sampel air, dilakukan dengan cara langsung; pengukuran logam berat pada sampel ikan dilakukan dengan cara pengabuan; dan pengukuran logam berat pada sampel sedimen dilakukan dengan cara pengabuan.

Alat yang digunakan untuk mengukur logam berat adalah AAS, dan selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus Standar Nasional Indonesia (1996), yakni:

$$Mg/kg = \frac{[(Ac - Ab) - a] \times 100}{b \times W (g) \times 1000} \dots\dots\dots (1)$$

keterangan: Ac = Absorban contoh; Ab = Absorban blanko; a : Intercep dari persamaan regresi standar; b : Slope dari persamaan; regresi standar; W : Berat sampel.

Data kualitas air yang diperoleh pada penelitian ini dibandingkan dengan baku mutu untuk air laut (Kepmen LH No. 51 tahun 2004) tentang “Penetapan Baku Mutu Air Laut”, data logam berat pada ikan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7387 (2009) mengenai batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Khusus untuk logam berat pada sedimen, karena Indonesia belum memiliki baku mutu sedimen, pembandingnya adalah baku mutu

sedimen dari negara lain, yakni menggunakan RNO (1981), EPA (1999) dan ANZECC (2000). Selanjutnya untuk mengetahui ke-eratan hubungan antara konsentrasi logam berat Cd dan Pb dalam air laut, sedimen dan ikan, menggunakan regresi korelasi/hubungan (Sudjana, 2001).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kualitas Air

Nilai pH dan suhu perairan yang diukur baik pada bulan April, Juli dan Oktober memperlihatkan nilai yang ada pada kisaran baku mutu untuk budidaya Kepmen LH No. 51 tahun 2004 (Tabel 1). Walaupun konsentrasi oksigen terlarut (DO) dan salinitas, tidak memenuhi kualitas air yang disarankan oleh Kepmen LH No. 51 tahun 2004.

Konsentrasi oksigen yang relative rendah pada lokasi budidaya diduga tidak terlalu mengganggu ikan bandeng, mengingat ikan bandeng toleran terhadap kondisi lingkungan buruk. Hal yang sama juga untuk salinitas yang relative rendah tidak mengganggu kehidupan ikan bandeng yang dibudidayakan, mengingat ikan bandeng dapat hidup di perairan payau. Kualitas air utama untuk kegiatan budidaya, yang dicerminkan oleh suhu, pH, salinitas dan DO di lokasi kajian cukup mendukung kehidupan ikan bandeng yang dibudidayakan.

Tabel 1 terlihat bahwa meskipun nilai pH perairan masih memenuhi baku mutu, namun masuk pada kategori kurang normal untuk perairan pulau kecil. Menurut Riani (2016, belum dipublikasikan) hal tersebut terjadi karena deposisi kering dan deposisi basah gas rumah kaca di Teluk Jakarta yang berasal dari kegiatan industri, transportasi, PLTU dsb, sehingga mengakibatkan terjadinya asidifikasi di lokasi penelitian.

3.1. Logam Berat dalam Air

Cd dan Pb terlarut dalam perairan di lokasi budidaya pada bulan April dan Juli

berada di bawah baku mutu yang ditetapkan untuk kegiatan budidaya. Namun pada bulan Oktober terjadi kenaikan yang sangat signifikan, jauh melebihi baku mutu yang telah ditetapkan (Tabel 2).

Kondisi ini diduga karena adanya masukan dari kegiatan antropogenik di darat yang sangat signifikan, bahkan hasil wawancara dengan nelayan-nelayan yang berada di Kecamatan Cilincing menyatakan bahwa diduga masih ada "oknum" di daratan yang menggelontorkan limbah yang mengandung Cd dan Pb pada saat awal musim penghujan. Selain hal tersebut juga diduga terkait dengan nilai pH perairan yang mendekati normal (Tabel 1), sehingga Cd dan Pb lebih mudah larut dalam air.

Kondisi meningkatnya logam berat Cd dan Pb pada awal musim penghujan perlu diwaspadai karena menurut Mohamed (2008), Jaslen (2012) dan Riani (2012) logam berat yang masuk ke dalam perairan akan menyebar dan terakumulasi pada sedimen, selanjutnya akan terakumulasi dalam tubuh organisme perairan. Selain hal tersebut Pb dan Cd merupakan logam berat yang bersifat persisten, sehingga apabila mengkontaminasi makhluk hidup akan membahayakan tubuhnya.

Hal ini sejalan dengan pernyataan Riani (2012) bahwa pada konsentrasi logam berat yang tidak sampai mematikan (kronis-bukan lethal dosis) akan dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan organ tubuh, terutama organ tubuh yang berkaitan dengan imunitas.

Selain mengakibatkan kerusakan pada berbagai organ tubuh juga akan mengakibatkan terganggunya proses fisiologi dalam tubuh biota tersebut (Riani *et al.*, 2014; Authman *et al.*, 2015; Qin Dongli *et al.*, 2015; Riani *et al.*, 2015), bahkan dapat mengakibatkan gangguan pada repro-duksi (Riani, 2011) serta dapat mengakibatkan cacat bawaan pada embrio (Riani *et al.*, 2014).

Tabel 1. Rata-rata kualitas air di lokasi kajian dan baku mutunya.

No	Parameter	Kualitas air pada bulan			Baku mutu*
		April	Juli	Oktober	
1	pH	7,3	7,4	7,2	7,0 - 8,5
2	Suhu (°C)	29	29	30	28-31
3	DO (mg/l)	4,3	3,2	3,2	5
4	Salinitas (psu)	25	28	25	34

Keterangan: * Kepmen LH No. 51 tahun (2004).

Tabel 2. Kandungan logam berat Cd dan Pb yang terlarut dalam air pada bulan yang berbeda, beserta baku mutunya.

No	Logam berat	Bulan pengamatan			Baku mutu*
		April	Juli	Oktober	
1	Cd (ppm)	0,0008	0,0009	0,004	0,001
2	Pb (ppm)	0,0035	0,0020	0,017	0,008

Keterangan: *Baku mutu logam berat pada air berdasarkan Kepmen LH No. 51 tahun 2004.

3.2. Logam Berat dalam Sedimen

Pada bulan Oktober terjadi kenaikan konsentrasi logam berat Cd dan Pb yang sangat signifikan (Tabel 3). Berdasarkan hasil pengamatan di lapang, kondisi tersebut diduga terkait dengan buangan Cd dan Pb dari kegiatan industri yang jumlahnya cukup banyak, terutama di wilayah pesisir Jakarta Utara, sehingga mengakibatkan konsentrasi Cd dan Pb dalam perairan yang juga meningkat (Tabel 2).

Pb dan Cd sulit larut dalam air, sehingga potensi terjadinya pengendapan kedua logam berat ini dalam perairan juga menjadi tinggi. Kondisi tersebut pada akhirnya berpotensi untuk meningkatkan konsentrasi logam berat dalam sedimen di lokasi kajian. Mudah mengendapnya Cd dan Pb dalam

sedimen, disebabkan Cd dan Pb mudah mengikat bahan organik, sehingga konsentrasinya lebih tinggi dibanding dalam perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Waldichuk (1974) bahwa logam berat dalam perairan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik dan selanjutnya akan mengendap dalam sedimen. Apabila dibandingkan dengan baku mutu perairan, konsentrasi Cd dan Pb pada sedimen baik pada bulan April, Juni maupun Oktober, berada dibawah baku mutu RNO (1981), EPA (1999), maupun ANZECC (2000).

Peningkatan yang telah terjadi dari waktu ke waktu ini perlu diwaspadai mengingat Cd dan Pb merupakan logam berat yang bersifat persisten dan akumulatif.

Tabel 3. Kandungan logam berat Cd dan Pb dalam sedimen pada bulan yang berbeda, beserta baku mutunya.

No	Logam berat	Bulan Pengamatan			Baku Mutu		
		April	Juli	Oktober	RNO 1981	EPA 1999	ANZECC 2000
1	Cd (ppm)	0,4	0,3	0,7	2,0	1,0	1,5
2	Pb (ppm)	0,50	0,4	1,6	10,0	5,0	50

3.3. Logam Berat dalam Ikan Bandeng

Penelitian ini dilakukan pengukuran konsentrasi Cd dan Pb pada isi perut (kumpulan dari alat pencernaan/lambung dan usus, hati, serta limpa). Adapun konsentrasi logam berat Cd pada isi perut, daging dan insang dapat dilihat pada Gambar 1, dan konsentrasi logam berat Pb pada isi perut, daging dan insang dapat dilihat pada Gambar 2. Terakumulasinya logam berat pada organ tubuh ikan bandeng tersebut, diduga karena logam berat yang terlarut dalam perairan dan diserap (absorpsi) masuk ke dalam tubuh ikan secara langsung (melalui insang dan kulit), maupun secara tidak langsung (melalui saluran pencernaan dan proses makan memakan).

Logam berat yang masuk ke dalam tubuh tersebut ada yang dikeluarkan kembali melalui sistem ekskresi baik melalui insang maupun melalui ginjal, dan ada pula yang dikeluarkan melalui system pencernaan (Riani, 2012). Selanjutnya dikatakan, apabila biota air (ikan) tidak mampu mengeliminasi logam berat tersebut dari tubuhnya, maka logam berat akan terakumulasi pada berbagai organ tubuh, seperti pada hati, limpa, ginjal, insang, dan daging.

Penelitian ini memperlihatkan ada perbedaan konsentrasi baik Pb dan Cd antara pada air, pada sedimen dan pada tubuh ikan. Cd dan Pb pada tubuh ikan jauh lebih tinggi dibanding konsentrasinya pada air, namun lebih rendah dibanding pada sedimen. Hal ini diduga karena pada air yang tercemar logam berat, maka logam berat yang sudah terlarut dalam air tersebut menjadi lebih lebih *bioavailable*, sehingga akan lebih mudah masuk ke dalam tubuh hewan air (Riani, 2012). Selanjutnya logam berat akan masuk ke dalam tubuh melalui insang dan kulit, atau melalui makanannya. Pada dasarnya karena dalam tubuh biota air terdapat homeostasis, maka tubuh akan berupaya mengeliminir logam berat tersebut melalui proses ekskresi (Riani, 2012), yakni melalui ginjal (urine) dan insang, serta juga melalui alat pencernaan (tinja/feces).

Kemampuan yang terbatas dari tubuh untuk mengeliminasi logam berat Cd dan Pb tersebut mengakibatkan terjadi akumulasi Cd dan Pb dari waktu ke waktu, sehingga konsentrasinya dalam tubuh jauh lebih tinggi dibanding dalam perairan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Frazier (1979), Gregory *et al.* (1995), Feraro *et al.* (2006), Weber (2006), Riani (2009), Arnot (2006), Guzman-Garcia *et al.* (2009), Riani (2010); Gupta dan Singh (2011), Cordova (2011), Torres *et al.* (2012), Takarina *et al.* (2013), Authman *et al.* (2015) dan Qin Dongli *et al.* (2015), bahwa biota laut mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya, sehingga konsentrasinya jauh lebih tinggi dari konsentrasinya dalam air.

Konsentrasi logam berat Cd dan Pb pada sedimen jauh lebih tinggi dibanding dengan pada air dan organ tubuh ikan. Hal ini disebabkan logam berat cenderung mengendap ke dalam sedimen. Di lain pihak saat dilakukan penelitian fraksi dasar sedimen tidak didominasi oleh fraksi organik, sehingga Cd dan Pb menjadi relative sulit dilepas dari sedimen ke dalam perairan.

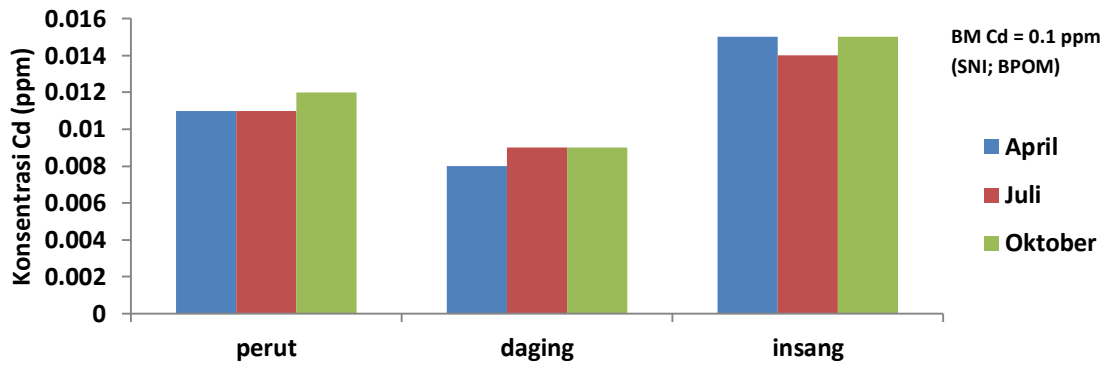
Gambar 1 dan 2 terlihat bahwa baik logam berat Cd maupun logam Pb dalam daging ikan bandeng masih dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah, salah satunya misalnya yang tercantum pada SNI 7387 (2009), yang mensyaratkan agar konsentrasi kadmium pada bahan makanan <0,1 mg/kg dan konsentrasi timbal <0,3 mg/kg. Mengingat sifat logam berat Cd dan Pb akumulatif didalam tubuh, maka kuantitas ikan bandeng yang dimakan harus diperhatikan dengan seksama.

3.4. Korelasi Logam Berat pada Air, Sedimen dan Ikan Bandeng

Umumnya logam berat cenderung mengendap ke dasar perairan. Namun demikian logam berat yang sudah mengendap di dasar perairan dalam kondisi lingkungan seperti pada pH yang lebih rendah, suhu perairan yang lebih tinggi, kondisi bahan organik dan bahan anorganik yang rendah

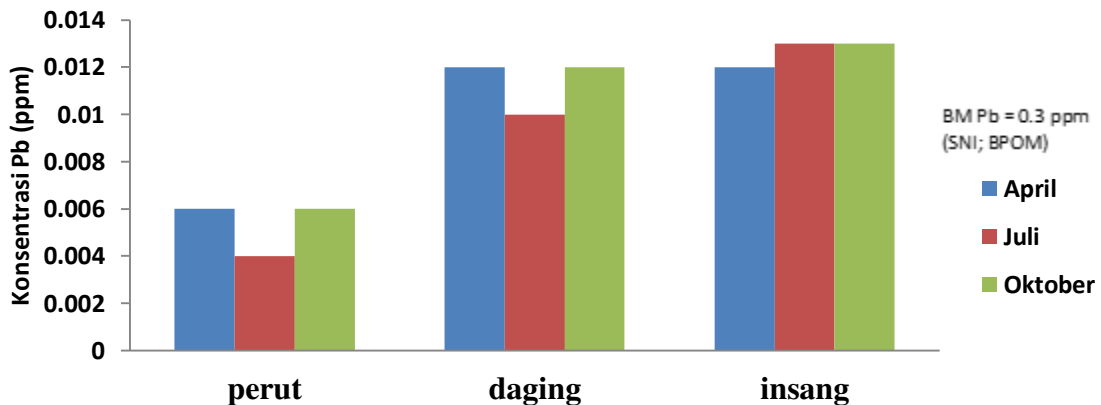
dalam perairan akan meningkatkan kelarutan logam berat dalam perairan. Oleh karena itu maka korelasi logam berat antara air dan sedimen pada umumnya tergantung pada kondisi lingkungan perairan tersebut. Pada

penelitian ini dilakukan analisis terhadap hubungan antara konsentrasi logam berat Cd dan Pb antara air dan sedimen dengan hasil seperti terlihat pada Tabel 4.



Sample Organ Tubuh Ikan Bandeng Pada Bulan

Baku mutu Cd: SNI 0,1 ppm; BPOM 0,1 ppm, Uni Eropa 0,05 ppm dan WHO 0,05-0,15mg/day
 Gambar 1. Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Organ Tubuh Ikan Bandeng.pada bulan yang berbeda.



Sample organ tubuh ikan bandeng pada bulan

Baku mutu Pb: SNI 0,3 ppm; BPOM 0,3 ppm, Uni Eropa 0,2 ppm dan WHO 0,2-0,3mg/day
 Gambar 2. Konsentrasi Timbal (Pb) pada Organ Tubuh Ikan Bandeng.pada bulan yang berbeda.

Tabel 4. Hasil analisa regresi dan korelasi antara logam berat di air dan di sedimen.

No	Jenis Logam berat	Analisis Regresi		
		Persamaan	R (%)	r
1	Kadmium (Cd)	$y = 269,7989x + 0,0530$	97,25	0,9862
2	Timbal (Pb)	$y = 73,6988x + 0,3256$	99,89	0,9994

Keterangan: x = logam berat di air; Y = logam berat di sedimen; R= koefisien determinasi; dan r = koefisien korelasi.

Penelitian ini terlihat bahwa antara konsentrasi kadmium dalam air laut dan sedimen memiliki nilai korelasi yang tinggi dan memiliki korelasi yang positif, yakni mencapai 0,9862. Khusus untuk timbal nilai korelasinya bahkan mencapai 0,9994 (Tabel 4). Hal ini memperlihatkan baik pada logam Cd maupun logam Pb memperlihatkan adanya hubungan antara logam berat di air dan di sedimen sangat erat, dengan nilai korelasi positif. Oleh karena itu maka apabila konsentrasi dalam air meningkat, maka konsentrasinya dalam sedimen juga ikut meningkat.

Penelitian ini juga terlihat bahwa korelasi logam berat kadmium antara air dengan ikan bandeng, khususnya dengan konsentrasi kadmium pada isi perut, daging, dan insang berturut-turut 0,9996, 0,5236, dan 0,4760, dengan koefisien determinasi masing - masing 99,92 %, 27,42 % dan 22,66 % (Tabel 5). Hal ini memperlihatkan bahwa hubungan logam berat kadmium antara air dan isi perut ikan sangat erat dengan nilai korelasi positif, sedangkan hubungan antara logam berat kadmium antara air dan daging serta antara air dan insang tidak signifikan (secara statistik). Oleh karena itu maka apabila konsentrasi kadmium dalam air meningkat, maka konsentrasinya dalam isi perut (jeroan) juga ikut meningkat. Pada penelitian ini juga terlihat bahwa nilai korelasi logam berat timbal antara air dengan ikan bandeng pada isi perut, daging, dan insang berturut-turut 0,5377, 0,5377, dan 0,4613, dengan nilai koefisien determinasi dibawah 30% (Tabel 6). Hal ini memperlihatkan bahwa ada hubungan antara logam berat timbal antara air dan organ tubuh ikan dengan nilai korelasi positif, namun hubungan tersebut tidak signifikan.

Hubungan konsentrasi logam berat kadmium antara air laut dengan ikan bandeng, pada bagian perut ikan memiliki hubungan yang paling tinggi dibanding pada daging dan insang. Hal ini menunjukkan bahwa logam berat kadmium di dalam tubuh

ikan paling banyak terakumulasi pada bagian perut.

Hal ini dapat dimaklumi, mengingat pada isi perut ikan terdapat saluran pencernaan yang berperan untuk mengeliminasi logam berat melalui system pencernaan dan sebagai tempat terjadinya depurasi logam berat sebelum terakumulasi dalam tubuh, terdapat hati yang berperan untuk detoksifikasi dan limpa yang berperan dalam imunitas. Besarnya korelasi logam berat antara air dan ikan pada bagian perut isi ikan terkait dengan bagian tersebut sebagai tempat penampung sementara berbagai makanan yang masuk ke dalam tubuh ikan termasuk zat pencemar (logam berat). Pada kondisi ini logam berat Cd tersebut terbuang/tercuci pada saat ikan mengeluarkan fesusnya. Berbeda dengan kadmium, hubungan konsentrasi logam berat Pb antara air laut dengan ikan bandeng memiliki nilai yang hampir sama pada setiap organ tubuhnya, dengan nilai yang cukup rendah. Hal ini diduga ada kaitannya dengan daya larut Pb yang sangat kecil.

Korelasi logam berat kadmium dalam sedimen dengan ikan bandeng pada isi perut, daging, dan insang berturut - turut 0,9904, 0,3752, dan 0,6151, dengan koefisien determinasi masing - masing 99,04 %, 14,08 % dan 37,84 %. Seperti halnya pada korelasi antara logam berat kadmium dalam air dengan organ tubuh ikan, terlihat pada pada korelasi antara logam berat kadmium di dalam sedimen dengan isi perut ikan (jeroan) hubungannya sangat erat, sedangkan hubungan antara logam berat kadmium antara sedimen dengan daging serta antara sedimen dengan insang tidak signifikan. Kondisi ini juga memperlihatkan bahwa kadmium yang berasal dari sedimen paling banyak terakumulasi pada bagian perut. Hal ini diduga karena reseptor kadmium paling banyak pada organ-organ tubuh yang terdapat pada isi perut terutama hati, limpa dan saluran pencernaan. Selain hal tersebut pada isi perut juga diduga terdapat banyak protein yang dapat mengikat logam berat (Riani, 2012),

dan salah satu diantaranya adalah protein amino cys, sehingga MT juga kaya akan methilothionin (MT) yang kaya akan asam gugus *sulphydryl* (-SH).

Tabel 5. Hasil analisa regresi dan korelasi antara logam berat kadmium pada air dan ikan.

Organ Tubuh	Analisis Regresi		
	Persamaan	R (%)	r
Isi perut	$y = 0,3172x + 0,0107$	99,92	0,9996
Daging	$y = 0,1662x + 0,0084$	27,42	0,5236
Insang	$y = 0,1511x + 0,0144$	22,66	0,4760
Rata-rata		50,00	0,6664

Keterangan: x = Nilai logam berat di air; y= Nilai logam berat di ikan; R= koefisien determinasi; r= koefisien korelasi.

Tabel 6. Hasil analisa regresi dan korelasi antara logam berat timbal pada air dan ikan.

Stasiun	Analisis Regresi		
	Persamaan	R (%)	r
Isi perut	$y = 0,0684x + 0,0049$	28,91	0,5377
Daging	$y = 0,0684x + 0,0109$	28,91	0,5377
Insang	$y = 0,0294x + 0,0125$	21,28	0,4613
Rata-rata		26,37	0,5122

Keterangan: x= Nilai logam berat di sedimen; y= Nilai logam berat di ikan; R= koefisien determinasi; r= koefisien korelasi.

Tabel 7. Hasil analisa regresi dan korelasi antara logam berat kadmium pada sedimen dan ikan.

Stasiun	Analisis Regresi		
	Persamaan	R (%)	r
Isi perut	$y = 0,0011x + 0,0107$	98,08	0,9904
Daging	$y = 0,0004x + 0,0084$	14,08	0,3752
Insang	$y = 0,0007x + 0,0143$	37,84	0,6151
Rata-rata		50,00	0,6602

Keterangan: y= Nilai logam berat di sedimen; x= Nilai logam berat di ikan; R= koefisien determinasi; r= koefisien korelasi.

Tabel 8. Hasil analisa regresi dan korelasi antara logam berat timbal pada sedimen dan ikan.

Stasiun	Analisis Regresi		
	Persamaan	R (%)	r
Isi perut	$y = 0,0010x + 0,0045$	31,89	0,5647
Daging	$y = 0,0010x + 0,0105$	31,89	0,5647
Insang	$y = 0,0004x + 0,0124$	18,69	0,4323
Rata-rata		27,49	0,5206

Keterangan: y= Nilai logam berat di sedimen; x= Nilai logam berat di ikan; R= koefisien determinasi; r= koefisien korelasi.

Korelasi logam berat timbal antara sedimen dengan ikan bandeng pada isi perut, daging, dan insang berturut-turut 0,5647, 0,5647, dan 0,4323, dengan koefisien determinasi dibawah 31,89% dan 27,49 % (Tabel 8). Pada penelitian ini terlihat bahwa hubungan logam berat timbal antara sedimen dengan ikan bandeng, menunjukkan bahwa logam berat timbal terakumulasi sama besarnya antara di dalam isi perut dan daging, namun hubungan tersebut tidak signifikan. Hal tersebut diduga terjadi karena timbal merupakan unsur yang sangat sulit larut, sehingga keberadaan timbal dalam sedimen belum tentu mengakibatkan kandungannya dalam tubuh juga menjadi tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Riani (2012) bahwa pada kondisi lingkungan yang mengakibatkan rendahnya bioavailabilitas logam berat tinggi, maka kemungkinan terjadinya akumulasi dalam tubuh makhluk hidup juga menjadi rendah atau bahkan sangat rendah.

Residu -SH ini selanjutnya mampu mengikat logam dengan ikatan kovalen (Baird *et al.*, 2006), sehingga ikatannya sangat kuat, namun demikian, mudah untuk bertukar dengan protein lain, karena ikatan antara MT dengan logam memiliki stabilitas termodinamika yang tinggi, namun stabilitas kinetiknya rendah (Kusakabe *et al.*, 2008). Oleh karena itu maka MT dapat berperan baik sebagai distributor, sekaligus juga menjadi mediator intraseluler dari logam-logam yang diikatnya (Shutkova *et al.*, 2012 dan Ryvolova *et al.*, 2011).

IV. KESIMPULAN

Kualitas air pada lokasi budidaya bandeng Kepulauan Seribu, cenderung memburuk pada musim hujan, dan mengindikasikan terjadinya asidifikasi pada perairan. Air dan sedimen di lokasi budidaya sudah terkontaminasi Cd dan Pb, namun masih berada di bawah baku mutu yang disarankan. Namun demikian, tetap harus diwaspadai dengan seksama.

Ikan bandeng yang dibudidaya di Kepulauan Seribu, insang, isi perut (jeroan) dan dagingnya sudah terkontaminasi logam berat Cd dan Pb, namun masih di bawah batas ambang Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan RI No. 03725 (1989), sehingga dagingnya masih aman untuk dikonsumsi.

Nilai korelasi logam berat Cd dan Pb antara konsentrasinya dalam air dan konsentrasinya dalam sedimen memiliki hubungan yang positif, namun korelasi pada logam berat kadmium memiliki nilai yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan timbal. Nilai korelasi kadmium baik antara air laut dan ikan maupun korelasi antara sedimen dan ikan bandeng, yang nilainya paling erat terjadi pada korelasi antara air dengan isi perut dan antara sedimen dengan isi perut.

DAFTAR PUSTAKA

- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC). 2000. ANZECC interim sediment quality guidelines. Report for the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist, Sydney, Australia. 314p.
- American Public Health Association (APHA). 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th edition. AHA, AWWA, WCF. Washington. 1193p.
- Arnot, J.A. and G. FAPC. 2006. A review of bioconcentration factor (BCF) and bioaccumulation factor (BAF) assessments for organic chemicals in aquatic organisms. *Environ. Rev.*, 14:257-297.
- Asante, F., E. Agbeko, G. Addae, and A.K. Quainoo. 2014. Bioaccumulation heavy metals in water, sediments and tissues of some selected fishes from the red volat, Nangodi in the Upper East Region of Ghana. *British J. of Applied Science and Technology*. 4(4):594-603.

- Authman, M.M.N., M.S. Zaki, E.A. Khallaf, and H.H. Abbas. 2015. Use of fish as bio-indicator of the effects of heavy metals pollution. *J. Aquac Res. Development*. 6: 328-332.
- Baird, S.K., T. Kurz, and U.T. Brunk. 2006. Metallothionein protects against oxidative stress-induced lysosomal destabilization. *Biochem. J.*, 394: 275-283.
- Cordova, M.R. 2011. Heavy metals bioaccumulation and green mussels *Perna viridis* malformation in Jakarta Bay Waters. Thesis. Graduate School. Bogor Agricultural University. 138p.
- Du Reseau National 'D' Observation (RNO). 1981. Hydrobiologie. Du bassin de marennes-oleron. *Annales De La Societe Des Sciences Naturelles*. 20p.
- Feraro, M.V.M., A.S. Fenocchio, M.S. Mantovani, C.A. de O. Ribeiro, and M.M. Cestari. 2006. Mutagenic effect of tributyltin and inorganic lead (Pb II) on fish *H. nalabaricus* as evaluated using the comet assay and the piscine micronucleus and chromosome aberration test. *Genet Mol. Biol.*, 27(1): 103-107.
- Frazier, J.M. 1979. Bioaccumulation of cadmium in marine organisms. *Environ Health Perspect*, 28:75-79.
- Gregory, I.D., H. Pinochet, N. Gras, and L. Munoz. 1995. Variability of cadmium, copper and zinc level in molluscs and associated sediments from Chile. *Environ. Pollut.* 92(3): 359-368.
- Gupta, S.K. and J. Singh. 2011. Evaluation of mollusc as sensitive indicator of heavy metal pollution in aquatic system. *The IIOAB J. Review Article*, 2(1):49-57.
- Guzmán-García X., A.V. Botello, L. Martínez-Tabche, and H. González-Márquez. 2009. Effects of heavy metals on the oyster (*Crassostrea virginica*) at Mandinga Lagoon, Veracruz, Mexico. *Rev. Biol. Trop. Int. J. Trop. Biol.*, 57(4): 955-962.
- Jasleen. 2012. Food metals detector. The Food and Water Institute. 89p.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (Kepmen LH). 2004. Penetapan Baku Mutu Air Laut No. 51. Jakarta. 53p.
- Kusakabe, T., K. Nakajima, K. Suzuki, K. Nakazato, H. Takada, T. Satoh, M. Oikawa, K. Kobayashi, K. Arakawa, T. Nagamine. 2008. The Changes of heavy metal and metallothionein distribution in testis induced by cadmium exposure. *Biometals*, 21: 71-81.
- Mohamed, F.A.S. 2008. Bioaccumulation of selected metals and histopathological alterations in tissues of *Oreochromis niloticus* and *Lates niloticus* from Lake Nasser, Egypt. *Global Veterinaria*, 2(4):205-218.
- Qin, D., J. Haifeng, B. Shuyan, T. Shizhan, and M. Zhenbo. 2015. Determination of 28 trace elements in three farmed cyprinid fish species from Northeast China. *Food Control*, 50:1-8.
- Rahardjo. 2005. Hasil penelitian, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. 87p.
- Riani, E. 2004. Utilization of green mussel as a biofilter of a heavy metals on Jakarta Bay. Institute of Research and Community Services, Bogor Agricultural University and Government of DKI Jakarta Province. Jakarta. 96p.
- Riani, E. 2009. Small size green mussel (*Perna viridis*) as "vacuum cleaner" for liquid waste. *J. Alami, Air, Lahan, Lingkungan dan Mitigasi Bencana*, 14(3):24-30.
- Riani, E. 2010. Mercury (Hg) contamination in the body organ of common ponyfish (*Leiognathusequulus*) in Ancol Waters, Jakarta Bay. *J. Teknol. Lingkungan. Agency for the Assessment and Application of Technology*. 11 (2): 313-322.

- Riani, E. 2011. Reproductive disorder due to heavy metal contamination in green mussels (*Perna viridis*) cultured in Muara Kamal Waters, Jakarta Bay. *J. Moluska Indonesia*, 2 (2):67-74.
- Riani, E. 2012. Perubahan iklim dan kehidupan biota akuatik (bioakumulasi bahan berbahaya dan beracun dan reproduksi). IPB Press. 216p.
- Riani, E., Y. Sudarso, and M.R. Cordova. 2014. Heavy metals effect on unviable larvae of *Dicrotendipes simpsoni* (diptera: chironomidae), a case study from saguling dam, indonesia. *International J. AACL Bio-flux*, 7(2):76-84.
- Riani, E. 2015. The effect of heavy metals on tissue damage in different organs of goldfish cultivated in floating fish net in cirata reservoir, Indonesia. *Paripex-Indian J. of Research*, 4(2):54-58.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 7387. 2009. Mengenai batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. 29p.
- Rochyatun, E., M.T. Kaisupy, and A. Rozak. 2006. Distribusi logam berat dalam air dan sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Makara Sains*, 10(1):35-40
- Ryvolova, M.R., S. Krizkova, V. Adam, M. Beklova, L. Trnkova, J. Hubalek, R. Kizek. 2011. Analytical methods for metallothionein detection. *Current Analytical Chemistry*, 7:243-261.
- Sudjana. 2001. Teknik analisis regresi dan korelasi bagi para peneliti. Bandung. 308p.
- Takarina, N.D., D.G. Bengen, H.S. Sanusi, E. Riani. 2013. Geochemical fractionation of copper (Cu), lead (Pb), and zinc (Zn) in sediment and their correlations with concentrations in Bivalve Mollusc *Anadara indica* from coastal area of Banten Province, Indonesia. *Int. J. Mar. Sci.* 3(30):238-243.
- Torres, R.J., A. Cesar, C.D.S. Pereira, R.B. Choueri, D.M.S. Abessa, M.R.L. do Nascimento, P.S. Fadini, A.A. Mozeto. 2012. Bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons and mercury in oysters (*Crassostrea rhizophorae*) from two Brazilian Estuarine Zones. *International J. of Oceanography*, 12:1-8.
- Shutkova, H., P. Babula, M. Stiborova, T. Eckschlager, L. Irkova, I. Provaznik, J. Hubalek, R. Kizek, and V. Adam. 2012. Structure, polymorphisms and electrochemistry of mammalian metallothioneins. A Review. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 7:12415-12431.
- US Environmental Protection Agency (EPA). 1999. Sediment toxicity and fate of synthetic pyrethroids. Science Advisory Panel Final Report. Office of Pesticide Programs, US Environmental Protection Agency, Washington, DC. 64p.
- Waldichuk, M. 1974. Some biological concern in metal pollution. in Verberg F.J. (ed.). Pollution and physiology of marine organism. Academic Press. London. 15p.
- Weber, N. 2006. Dose dependent effect of developmental mercury exposure on C-start escape responses of larval zebrafish *Danio rerio*. *J. Fish Biol.*, 69(1):75-94.
- Diterima : 17 April 2017*
Direview : 10 Mei 2017
Disetujui : 20 Mei 2017