

Biomonitoring Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air, Sedimen dan Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) Serta Analisis Angka Keamanan Konsumsi yang diambil dari Perairan Tambak Lorok, Kota Semarang

Eduard Meirenno Tielman*, Jusup Suprijanto, Ita Widowati

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl.Prof.H.Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

*Corresponding author, e-mail: tielmannino@gmail.com

ABSTRAK : Logam berat Timbal (Pb) yang diduga berasal dari aktivitas industri di sekitar perairan Tambak Lorok akan mempengaruhi kualitas perairan dan biota yang ada di dalamnya, yaitu Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam air, sedimen dan Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) serta angka keamanan konsumsi. Sampel uji diperoleh dari Perairan Tambak Lorok, Semarang dan diujikan di Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri. Metode penelitian adalah metode survey. Pengambilan berdasarkan periode waktu, yaitu bulan September 2015 (pendahuluan dan hanya kerang saja yang diambil), Desember 2015 dan Februari 2016. Analisis logam berat Timbal (Pb) dilakukan dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Analisis Angka Keamanan Konsumsi menggunakan rumus perhitungan MWI (*Maximal Weekly Intake*) and MTI (*Maximal Tolerable Intake*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam air, sedimen dan Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) belum melewati baku mutu. Kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam air pada bulan Desember 2015 dan Februari 2016 menunjukkan angka < 0,003 mg/l, dalam sedimen sebesar 0.197 mg/Kg dan 0.124 mg/Kg, dalam Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) sebesar 0.18 mg/kg dan < 0.1 mg/kg. Angka Keamanan Konsumsi Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) yang terpapar logam berat Timbal (Pb) pada Desember 2015 dan Februari 2016 dengan nilai MWI logam berat Pb 1,125 mg/orang (berat badan 45 kg), yaitu 6.25 dan 11.25 kg/minggu/orang kemudian untuk berat badan 60 kg, yaitu 8.34, 15 kg/minggu/orang dengan nilai MWI 1,5 mg/orang.

Kata Kunci : Tambak Lorok, Timbal (Pb), Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.), MWI, MTI

Biomonitoring of Heavy Metal in Water, Sediments and Ceplos Shells (*Macridiscus* sp.) as Analysis of Consumption Safety Figures taken from Tambak Lorok Waters, Semarang City

ABSTRACT : Heavy metal Lead (Pb) which suppose sourced from industry activity around Tambak Lorok Water Area, can impact to those waters area, also organisms Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.). This study was to analyze heavy metal concentration Lead (Pb) in the waters, sediment and Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) and safety Number of total Intake of Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.). Research sample was taken from Tambak Lorok Water Area. Research method was Survey Method. Analysis method of heavy metal Lead (Pb) used AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) method. safety number of total intake by using MWI (*Maximal Weekly Intake*) and MTI (*Maximal Tolerable Intake*). The result of this research showed that heavy metal concentrate in waters, sedimen and Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) was not exceed of quality standard yet. The number of heavy metal concentrataion Lead (Pb) in Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) for 2 (two) different months were 0.18 mg/Kg for December 2015 and < 0.1 mg/Kg for February 2016. The numbers of the water were < 0.003 mg/L in December 2015 and February 2016. for the sediment were 0.197 mg/Kg in December 2015 and 0.124 mg/Kg in February 2016. The number of MTI for Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) in two differents month were 6.25 and 11.25 kg/week/person for body weight of 45 kg with MWI number of heavy metal Pb (1.125

mg/Kg). Then 8.34, 15 kg/week/person for body weight of 60 kg with MWI number of heavy metal Pb (1.5 mg/Kg).

Keywords: Tambak Lorok, lead (Pb), Kerang Ceplos (*Macridiscus sp.*), MWI, MTI.

PENDAHULUAN

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang terjadi secara alami yang tersedia dalam bentuk biji logam, dan juga dalam percikan gunung berapi, dan bisa juga di peroleh di alam (WHO HECA *undated*). Timbal (Pb) bisa masuk dalam lingkungan dan tubuh manusia dari berbagai macam sumber seperti bensin (petrol), daur ulang atau pembuangan baterai mobil, mainan, cat, pipa, tanah, beberapa jenis kosmetik dan obat tradisional dan berbagai sumber lainnya (WHO 2007).

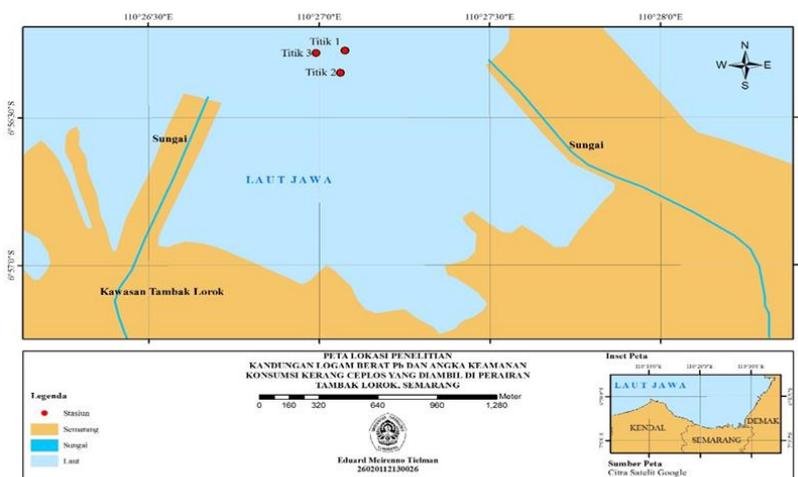
Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh biota-biota perairan misalnya pada bivalvia yang memiliki sifat *filter/deposit feeder* dan mempunyai sifat hidup yang menetap dan dapat mengakumulasi logam berat dalam jumlah besar dibandingkan dengan biota air lain (Prasetya, 2007). Kerang Ceplos (*Macridiscus sp.*) merupakan salah satu kerang yang terdapat di perairan Tambak Lorok dan sering dijual untuk konsumsi. Kerang tersebut diduga akan terkontaminasi logam berat Timbal (Pb) yang masuk ke perairan Tambak Lorok akibat dari aktivitas industri yang ada sekitar wilayah tersebut. Maka dari itu perlu dilakukan biomonitoring di perairan tersebut serta mencari tahu angka keamanan konsumsi kerang Ceplos (*Maridiscus sp.*)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam air, sedimen dan Kerang Ceplos (*Macridiscus sp.*) serta angka keamanan konsumsi Kerang Ceplos (*Macridiscus sp.*)

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah sampel Kerang Ceplos (*Macridiscus sp.*). Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 periode pengambilan berdasarkan waktu dengan jumlah 540 ekor, yang terdiri dari 296 ekor yang diambil pada bulan Desember 2015 (Pengambilan 1) dan 244 ekor pada bulan Februari 2016 (Pengambilan 2). Selain itu materi dalam penelitian ini adalah sampel air serta sedimen yang diambil dari perairan Tambak Lorok, Kota Semarang (Gambar 1)

Kegiatan analisis dilakukan di Laboratorium Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Semarang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Studi Kasus, yaitu metode dengan memusatkan perhatian pada suatu masalah secara intensif dan seksama sehingga didapatkan gambaran yang menyeluruh dalam jangka waktu tertentu dan terbatas pada daerah tertentu (Hadi, 1979). Penentuan titik sampling berdasarkan



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode Survey, yaitu berdasarkan kelimpahan/keberadaan Kerang Ceplos (*Macrsidiscus* sp.) di suatu perairan (Hadi, 1979). Penelitian Pendahuluan bertujuan untuk memastikan ada atau tidaknya logam berat Timbal (Pb) pada Kerang Ceplos (*Macrsidiscus* sp.) yang diambil dari perairan tersebut. Pengambilan sampel dilanjutkan pada bulan Desember 2015 dan Februari 2016 masing-masing di 3 (tiga) titik di perairan Tambak Lorok, Semarang.

Penggambaran perubahan nilai parameter fisika-kimia, serta faktor lingkungan yang mempengaruhi kandungan logam berat di dalam perairan, di sedimen dan di dalam tubuh Kerang Ceplos yang diperoleh selama pengamatan berlangsung. Analisis kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam air berdasarkan metode dari APHA-AWWA-WEF (1992). Sampel air sebanyak 250 ml yang telah diawetkan kemudian diambil dan dimasukkan ke dalam corong pemisah (*Separatory Funnel*), lalu diekstraksi dengan APDC 4% dan MIBK. Kemudian terjadi fase organik dan anorganik, selanjutnya fase organik diekstraksi kembali dengan HNO₃ dan hasil ekstraksi dalam fase air digunakan untuk dianalisis dengan AAS.

Analisis kandungan logam berat Timbal (Pb) pada sedimen berdasarkan metode dari APHA-AWWA-WEF (1992). Sampel sedimen yang telah diambil sebanyak 500 gr dimasukkan ke dalam *beaker teflon* dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 8 jam. Lalu sampel dioven kembali hingga berat tidak lebih dari 5% berat awal ketika ditimbang. Kemudian ditambahkan larutan HNO₃ dengan aquades 1:1 sebanyak 10 ml. Selanjutnya dioven lagi dengan suhu 100°C selama ±2 jam kemudian didinginkan. Lalu sampel diambil sebanyak 5 gram dan ditambahkan HNO₃ 5 ml dalam *beaker teflon*. Kemudian sampel didestruksi dengan menggunakan *soxhlet* hingga uap tidak berwarna coklat selama ± 4 jam. Setelah itu, sampel didinginkan. Setelah dingin, sampel dipindahkan ke dalam labu ukur dan disaring menggunakan kertas Whatman 41. Tambahkan aquades hingga 100 ml lalu sampel dianalisis dengan AAS.

Analisis butir sedimen dilakukan dengan cara : (1) pengayakan yaitu penyaringan sedimen berbutir kasar (tertahan oleh saringan 0,074 mm), bertujuan untuk mengetahui jenis sedimen berdasarkan ukuran butirnya dan (2) Analisis *hydrometer* bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah berbutir halus yaitu lanau dan lempung.

Sampel jaringan Kerang Ceplos sebanyak 250 gram diletakkan dalam cawan penguap dan dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 12 jam. Kemudian digerus hingga homogen. Lalu panaskan hingga menjadi abu menggunakan Tanur dengan suhu 550°C ± 8 jam. Kemudian didinginkan. Selanjutnya sebanyak 4 gram sampel berat kering didestruksi dalam *beaker glass*. Saring sampel dengan kertas whatman no. 40. Pindahkan sampel ke dalam Labu Ukur 50 ml didiamkan semalam untuk selanjutnya dianalisis dengan AAS.

Menurut Gosling (2004) cangkang kerang diukur panjang total cangkang dengan menggunakan jangka sorong dari ujung anterior sampai ujung posterior dan lebar cangkang dari dorsal ke ventral pada cangkang kerang menggunakan penggaris. Analisis angka batas maksimum dari bahan pangan yang mengandung logam berat Timbal (Pb) yang boleh dikonsumsi per minggu (*Maksimum Weekly Intake*) dan berat maksimal dalam mengonsumsi Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) setiap minggunya (*Maximum Tolerable Intake*), menggunakan angka ambang batas yang diterbitkan oleh organisasi dan lembaga pangan internasional *World Health Organisation* (WHO) dan *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive* (JEFCA). Perhitungan MWI menggunakan rumus : $MWI = \text{Berat badan}^a \times PTWI^b$. Keterangan : a) Untuk asumsi berat badan sebesar 45 kg dan 60 kg; b) PTWI *Provisional Tolerable Weekly Intake* (angka toleransi batas konsumsi maksimum per minggu) yang dikeluarkan JEFCA dalam FAO/WHO (2011) yaitu sebesar 0.025 mg/Kg. Setelah mengetahui nilai MWI dan mengetahui konsentrasi logam berat pada masing-masing biota konsumsi, maka dapat dihitung berat maksimal dalam mengonsumsi kerang setiap minggunya (MTI) dengan perumusan (Turkmen *et al.*, 2008) :

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) yang diperoleh dari perairan Tambak Lorok di dua periode pengambilan berdasarkan waktu adalah sejumlah 540 ekor, (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Jumlah Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) yang diperoleh berdasarkan pembagian ukuran kecil dan besar di bulan Desember 2015

Pengambilan Desember 2015		
Lokasi	Jumlah Kerang	
	Ukuran Kecil (Panjang : < 4 cm; Lebar : < 3,5 cm) (Gosling, 2004)	Ukuran Besar (Panjang : \geq 4 cm; Lebar \geq 3,5 cm) (Gosling, 2004)
Titik 1	31	63
Titik 2	61	81
Titik 3	27	33
Jumlah	119	177

Tabel 2. Jumlah Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) yang diperoleh berdasarkan pembagian ukuran kecil dan besar di bulan Februari 2016

Pengambilan Februari 2016		
Lokasi	Jumlah Kerang	
	Ukuran Kecil (Panjang : < 4 cm; Lebar : < 3,5 cm) (Gosling, 2004)	Ukuran Besar (Panjang : \geq 4 cm; Lebar \geq 3,5 cm) (Gosling, 2004)
Titik 1	22	59
Titik 2	56	72
Titik 3	16	19
Jumlah	94	150

Parameter Kualitas Perairan

Nilai parameter fisika-kimia di Perairan Tambak Lorok Semarang tidak menunjukkan nilai yang berbeda jauh dan tidak menunjukkan nilai yang melewati standar baku mutu yang telah ditetapkan Kep. Men. LH No. 51, tahun 2004. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel.

Tabel 3. Parameter Kualitas Perairan Pengambilan Sampel

Parameter	Desember 2015	Februari 2016	BM*
Suhu (°C)	30 – 32	28 – 30	26 – 32
Salinitas (‰)	25 - 27	24 – 25	27 - 35
pH	6,7	5,9	6,5 – 8,5
Kedalaman (m)	1,5 – 1,8	1,5 – 1,8	-
Cuaca	Berawan	Mendung	-
Jenis Substrat	Lanau, Pasir Halus	Lanau, Pasir Halus	-

*) Baku Mutu syarat perairan untuk biota (Kep. Men. LH no. 51 tahun 2004)

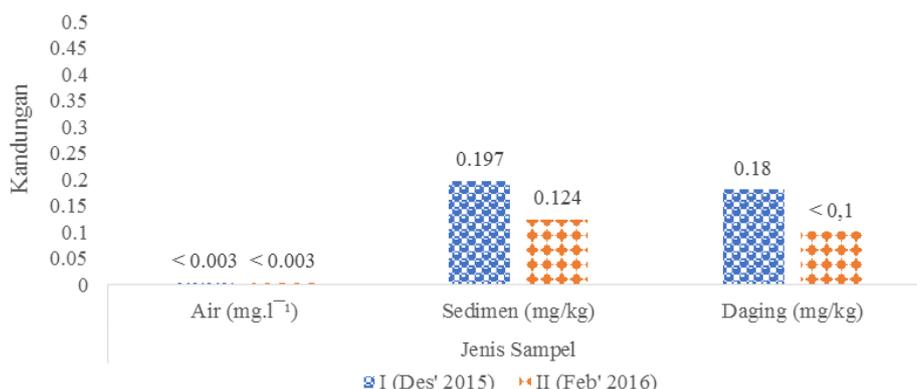
Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air dan Sedimen

Berdasarkan hasil analisis, nilai kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam air dan sedimen (Tabel 4 dan Gambar 1)

Tabel 4. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air dan Sedimen

No	Sampling	Konsentrasi Logam Berat Pb		Baku Mutu	
		Air (mg/l)	Sedimen (mg/Kg)	Air	Sedimen
1	I (Des' 2015)	<0.003	0.197	0.008 mg/l (logam berat dalam air laut untuk biota);	Low : 50,0 mg/Kg** High : 220,0 mg/Kg**
2	II (Feb' 2016)	<0.003	0.124	0.05 mg/Kg (wisata bahari)*	Low : 30.2 mg/Kg*** High : 112.0 mg/Kg***

*)KEPMEN No. 51 tahun 2004; **)ANZECC/ARMCANZ (2000); ***)CCME (2002)



Gambar 1. Grafik Perbandingan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam daging, air dan sedimen.

Hasil penelitian menunjukkan, nilai kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam air menunjukkan rata-rata nilai yang sama, yaitu < 0,003 mg/l atau di bawah batas minimum nilai yang terdeteksi oleh metode AAS dan masih tergolong di bawah baku mutu yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup terkait baku mutu air laut bagi biota untuk logam berat Pb sebesar 0,008 mg/l. Kandungan logam berat yang rendah dalam perairan diduga dipengaruhi oleh curah hujan di bulan Desember 2015-Februari 2016. Curah hujan yang dihitung pada rentang kedua bulan tersebut diduga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan tidak terdeteksinya logam berat dalam air laut dan penurunan konsentrasi logam berat (Sagala *et al.*, 2012). Selain itu Kinghorn *et al.*, (2007) juga menyebutkan bahwa pada musim hujan, kandungan logam berat dalam air cenderung lebih kecil yang disebabkan karena adanya pelarutan.

Kandungan Timbal (Pb) dalam sedimen pada pengambilan bulan Desember 2016 sebesar 0,197 mg/Kg dan pada Februari 2016 sebesar 0,124 mg/Kg. Namun kandungan logam berat Pb pada 2 (dua) kali pengambilan tersebut masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan pedoman mutu sedimen yang dikeluarkan oleh ANZECC/ARMCANZ (2000) dari Australia dan Selandia Baru, yaitu sebesar 50,0 mg/Kg (minimum) dan 220,0 mg/Kg (maksimum), serta pedoman dari Canadian Council of Ministry of Environment (2002) dari Kanada, yaitu sebesar 30,2 mg/Kg (*interim sediment quality guidelines*) dan 112,0 mg/Kg (*Probable Effect Levels*).

Menurut Amin *et al.* (2011), kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam sedimen disebabkan oleh arus perairan. Pola arus yang berbeda dapat mempengaruhi kandungan logam berat yang berada dalam sedimen. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Hutagalung (1981) dalam Handayani (2006), menunjukkan bahwa tumbuhan mangrove yang tumbuh di muara sungai dan tepi pantai merupakan tempat penumpukan sedimen yang berasal dari sungai dan berpotensi untuk menyerap dan memanfaatkan logam berat yang terbawa di dalam sedimen sebagai sumber hara yang dibutuhkan untuk melakukan proses-proses metabolisme.

Jenis butiran sedimen menurut hasil analisis butir yang terlampir dalam naskah asli penelitian ini didominasi oleh jenis pasir halus dan lanau dengan persentase kedua jenis tersebut masing-masing > 30%

Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Kerang Ceplos (*Macridiscus sp.*)

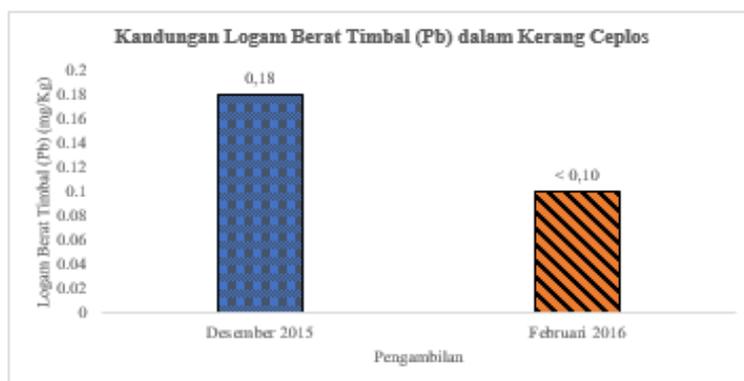
Berdasarkan hasil uji logam berat yang telah dilakukan, kandungan logam berat Pb dalam Kerang Ceplos (Table 5 dan Gambar 2). Kerang Ceplos yang berada di perairan Tambak Lorok pada saat pengambilan didominasi oleh Kerang berukuran besar dengan panjang dan lebar masing-masing ≥ 4 cm dan $\geq 3,5$ cm. Hasil pengujian kandungan Timbal (Pb) dalam Kerang Ceplos yang diambil dari perairan Tambak Lorok pada bulan Desember 2015 dan Februari 2016 masing-masing adalah 0,18 mg/Kg dan < 0,10 mg/kg dengan menggunakan metode uji AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Hasil tersebut menunjukkan adanya penurunan logam berat Timbal (Pb) dalam Kerang Ceplos (*Macridiscus sp.*) yang diambil dari perairan tersebut

Adanya penurunan kandungan logam berat antara bulan Desember 2015 dan Februari 2016 diduga dipengaruhi oleh curah hujan yang berdampak pada bioakumulasi Kerang Ceplos (*Macridiscus sp.*) terhadap logam berat Timbal (Pb). Selain itu, arus juga mempengaruhi dinamika logam berat di perairan (Amin *et al.*, 20110).

Namun dalam penelitian ini, kandungan logam berat Timbal (Pb) yang ada dalam Kerang Ceplos masih berada di bawah standard kandungan logam berat dalam biota kekerangan (*bivalve*) yang dianjurkan oleh Badan Standardisasi Nasional (2009), yaitu 1,5 mg. Menurut Darmono (2001), akumulasi dalam tubuh organisme air dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pencemar dalam air, kemampuan akumulasi, sifat organisme (jenis, umur dan ukuran) dan lamanya pernapasan.

Tabel 5. Hasil uji Logam Berat Timbal (Pb) pada kerang Ceplos

Logam Berat	Satuan	Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Kerang Ceplos (<i>Macridiscus sp.</i>)		
		Hasil Uji		Metode Uji
		Desember 2015	Februari 2016	
Timbal (Pb)	mg/kg	0,18	< 0,10	SSA



Gambar 2. Grafik Kandungan Logam Berat Pb dalam Kerang Ceplos

Menurut Mrajita *et al* (2010) pada penelitian sebelumnya di Flores Timur menunjukkan bahwa terdapat keanekaragaman kerang yang hidup di perairan tersebut dan dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Penelitian berikutnya yang dilakukan oleh Mrajita (2010) menerangkan bahwa kondisi biota pada perairan tersebut sudah terkontaminasi logam berat. Tidak hanya kerang, logam berat juga ditemukan pada ikan dan manusia. Paparan logam berat Hg pada perairan Kabupaten Flores Timur sudah ditemukan pada manusia. Sumber logam berat pada perairan tersebut bukan berasal dari kegiatan industri karena tidak adanya aktivitas industri di daerah tersebut dan diduga kuat kandungan logam berat berasal dari alam atau gunung yang berada di sekitar perairan tersebut

Analisis Angka Keamanan Konsumsi (*Maximal Weekly Intake* dan *Maximal Tolerable Intake*) Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.)

Berdasarkan hasil penelitian, nilai MTI Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) pada bulan Desember 2015 dan 2016 masing-masing secara urut, yaitu 6,25 dan 11,25 kg/minggu/orang dengan nilai MWI logam berat Pb adalah 1,125 mg/orang dengan berat badan 45 kg. Lalu nilai MTI berikutnya, yaitu 8,34; 15 kg/minggu/orang dengan nilai MWI logam berat Pb adalah 1,5 mg/orang dengan berat badan 60 kg. Nilai MTI ini yang menentukan seberapa banyak kerang Ceplos yang dapat dikonsumsi seseorang dalam seminggu. Dari kedua bulan tersebut, kerang Ceplos masih aman dikonsumsi, namun lebih aman dikonsumsi pada bulan Februari 2016. Ini disebabkan karena nilai MTI pada bulan Februari lebih tinggi dari bulan Desember 2015, yaitu 11,25 kg/minggu/orang dengan berat badan 45 kg dan 15 kg/minggu/orang dengan berat 60 kg. Selain berat badan, keracunan logam Pb juga bisa terjadi pada manusia dari berbagai usia. Akan tetapi, anak usia muda, wanita hamil dan pekerja di industry tertentu lebih besar risikonya di bandingkan kelompok yang lain (Kessel dan O'Connor 1997).

KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Penelitian ini, kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam air, sedimen dan Kerang Ceplos (*Macridiscus* sp.) masih tergolong dibawah batas baku mutu yang telah ditetapkan. Angka Keamanan Konsumsi Kerang ceplos yang terpapar logam berat Timbal (Pb) untuk manusia dengan berat badan 45 Kg adalah berkisar 6,25-11.25 kg/minggu/orang (Februari 2016), sedangkan untuk manusia dengan berat badan 60 Kg masing masing adalah berkisar 8,34-15 kg/minggu/orang.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B., E. Afriyani, dan M.A. Saputra. 2011. Distribusi spasial logam Pb dan Cu pada sedimen dan air laut permukaan di perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *J. Teknobiologi*, 2(1):1-8.
- APHA. 1992. Standart Method for The Examination of Water and Wastewater. 18th edition. Washington, 2552 p.
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ARMCANZ). 2000. *National water quality management strategy. In: Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality*. Australia and New Zealand Environment Conservation Council, and Agriculture and Resource Management Council of Australian and New Zealand. Canberra. 29p.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Dalam Pangan. SNI 7387:2009. www.bsn.go.id (diakses pada bulan Juli 2016).
- Canadian Council of Ministers of the Environment. 2002. *Canadian environmental quality guidelines, national guidelines and standards office*. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment. 12p.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 179 halaman.

- FAO/WHO. 2011. Evaluation of Certain Food Additives And Contaminants. Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 237 p.
- FAO/WHO. 2011. *Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee On Contaminants In Food*. Fifth Session. Prepared by Japan and Netherlands. 90 p.
- Gosling, E. 2004. Bivalve molluscs: biology, ecology and culture. Wiley Library
- Hadi, S. 1979. Metodologi Research. Penulis Paper, Skripsi, Thesis dan Disertasi. Yayasan Penerbit Fakultas Psikologi UGM, Yogyakarta, 75 hal.
- Handayani, T. 2006. Bioakumulasi Logam Berat dalam Mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina* di Muara Angke Jakarta. Jakarta, 7(3):266-270.
- Harahap. S. 1991. Tingkat Pencemaran Air Kali Cakung Ditinjau dari Sifat Fisika-Kimia Khususnya Logam Berat dan Keanekaragaman Jenis Hewan Benthos Makro. IPB. Hal. 167
- Hariyadi. 2014. Analisis Logam Berat Timbal pada Sedimen Dasar Perairan Muara Sungai Sayung, Kabupaten Demak. *JURNAL OSEANOGRAFI. Volume 3, Nomor 2, Tahun 2014*, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Hal. 167-172
- Hutagalung, D. Setiapermana dan S.H. Riyono. 1997. Metode Analisa Air Laut, Sedimen dan Biota. Buku 2. P3O-LIPI, Jakarta, 182 hlm.
- Hutagalung, H.P. dan H. Razak, 1981. Kandungan Logam Berat Dalam Beberapa Perairan Indonesia. *Jurnal Penelitian Pemantauan Kualitas Air Laut*. XXV (14) : 223 - 346.
- Kessel, I. and O'Connor, John T. (1997) *Getting the Lead out: The Complete Resource on How to Prevent and Cope with Lead Poisoning*, Published by Plenum Trade, New York, www.questia.com/library/book/getting-the-lead-out-the-complete-resource-on-how-to-prevent-and-cope-with-lead-poisoning-by-irene-kessel-john-t-oconnor.jsp (diakses Bulan Agustus 2016)
- Kinghorn, A., P. Solomon, and H.M. Chan. 2007. *Temporal and spatial trends of mercury in fish collected in the English-wabigoon river system in Ontario, Canada*. *J. Science of Total Environment*, 372:615-623.
- Mrajita, C. V. P., 2010. Kandungan Logam Berat pada Beberapa Biota Kekerangan di Kawasan Littoral Pulau Adonara (Kabupaten Flores Timur, Nusa Tenggara Timur) dan Aplikasi dalam Analisis Keamanan Konsumsi Publik. Tesis. Program Megister Manajemen Sumberdaya Pantai Universitas Dipenogoro, Semarang.
- Türkmen, M., Türkmen, A., & Tepe, Y. (2008). Metal contaminations in five fish species from Black, Marmara, Aegean and Mediterranean Seas, Turkey. *J. Chil. Chem. Soc.*, 53(1), 1435-1439. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-97072008000100021>
- WHO (World Health Organisation). 2007. *Lead exposure in children* www.who.int/phe/news/Lead_in_Toys_note_060807.pdf (diakses bulan Agustus 2016)
- WHO HECA (World Health Organization Healthy Environments for Children Alliance) undated (mentions 2002 so must be post-2002). *Issues brief series: Lead* www.who.int/heca/infomaterials/lead.pdf (diakses bulan Agustus 2016)