

## Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Trimulyo Dan Mangunharjo Semarang

Fita Mirawati\*, Endang Supriyantini, Ria Azizah Tri Nuraini

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698

Email: fita\_mirawati@yahoo.co.id

### Abstrak

Trimulyo dan Mangunharjo merupakan salah satu kawasan pesisir Semarang yang memiliki kawasan industri disekitarnya, sehingga berpotensi menjadi sumber logam berat Pb yang mencemari perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb pada air, sedimen, dan kerang hijau (*P. viridis*) dan mengetahui batas konsumsi mingguan kerang hijau (*P. viridis*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2016. Metode penelitian adalah metode studi kasus dan pemilihan lokasi menggunakan metode *purposive sampling*. Sampel diambil dengan tiga kali pengulangan. Analisa logam berat menggunakan AAS (*Atomic Absorbition Spectrophotometry*), sedangkan analisa keamanan konsumsi menggunakan MTI (*Maximum Tolerable Intake*). Hasil kisaran kandungan logam berat Pb dalam air pada Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang rata-rata sebesar <0,003 mg/l. Kandungan logam berat Pb dalam sedimen pada Perairan Trimulyo berkisar antara <0,030-5,96 mg/kg, dan pada Perairan Mangunharjo berkisar antara <0,030-3,69 mg/l. kandungan logam berat Pb dalam jaringan lunak kerang hijau (*Perna viridis*) pada Perairan Trimulyo berkisar antara 0,26-0,32 mg/kg dan pada Perairan Mangunharjo berkisar antara 0,19-0,39 mg/kg. Berat maksimal asupan kerang hijau (*P. viridis*) yang aman dikonsumsi perminggu pada Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang untuk individu dengan berat badan 60 kg yaitu 5,769 kg/minggu dan 7,895 kg/minggu. sedangkan untuk individu dengan berat badan 45 kg yaitu 4,327 kg/minggu dan 5,921 kg/minggu.

**Kata kunci :** Logam Berat Pb, *P. viridis*, MTI

### Abstract

*Trimulyo and Mangunharjo is one of Semarang coastal area which has a surrounding industrial area, so it could potentially be a source of heavy metals Pb polluting waters. This study aims to determine the content of heavy metals Pb in water, sediments, and mussels (P. viridis) and know the limits of weekly consumption of green mussel (P. viridis). This study was conducted in January-March, 2016. The research method was the case study method and site selection using purposive sampling method. Samples were taken with three repetitions. Heavy metal analys using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry), while the consumption safety analysis using MTI (Maximum Tolerable Intake). Results range Pb heavy metal content in Trimulyo and Mangunharjo Waters average of <0,003 mg/l. Pb heavy metal content in the sediment at the Aquatic Trimulyo ranged from <0,030 to 5,96 mg/kg, and Mangunharjo ranged from <0,030 to 3,69 mg/l. Heavy metal Pb content in the soft tissues of green mussel (P. viridis) on Trimulyo ranged from 0,26 to 0,32 mg/kg and the Aquatic Mangunharjo ranged from 0,19 to 0,39 mg/kg. Weight maximum intake of green mussel (P. viridis) are safe to take a week at the Aquatic Trimulyo and Mangunharjo Semarang for individuals with a weight of 60 kg is 5,769 kg/week and 7,895 kg/week. while for individuals weighing 45 kg is 4,327 kg/week and 5,921 kg/week.*

**Keywords :** heavy metal Pb, *P. viridis*, MTI

### PENDAHULUAN

Trimulyo dan Mangunharjo Semarang merupakan salah satu pesisir yang ada di Kota Semarang. Kedua lokasi tersebut dibangun kawasan industri yang cukup besar. Hal tersebut berpotensi terjadinya pembuangan limbah di

badan sungai yang nantinya akan bermuara ke laut jawa dan menyebabkan pencemaran perairan (Palar, 1994).

Logam berat Pb banyak digunakan dalam industri, seperti industri produksi baterai, amunisi, pelapis kabel, pipa, pewarna dan campuran dalam

pembuatan pelapis keramik, serta bahan bakar (Fardiaz, 2002).

Kerang hijau (*P. viridis*) selain bersifat *filter feeder* dan *sessile* juga banyak ditemukan di kedua lokasi penelitian, sehingga cocok untuk dijadikan bioindikator perairan. Bahan pencemar masuk ke dalam perairan melalui proses akumulasi fisik, kimia, dan biologi. Pada proses fisika-kimia logam berat terabsorpsi, terjadi pertukaran ion dan terendapkan di dasar perairan. Pada proses biologi logam berat akan terserap oleh plankton, avertebrata dan ikan yang nantinya akan dikonsumsi oleh manusia (Mandelli, 1976).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat Timbal (Pb) pada air, sedimen, dan kerang hijau (*P. viridis*) dan tingkat pencemarannya serta mengetahui batas maksimum konsumsi mingguan kerang hijau (*P. viridis*) yang mengandung logam berat Pb di perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang.

## MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah sampel air, sedimen, dan kerang hijau (*P. viridis*) di Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang, pada saat bersamaan dilakukan pengamatan terhadap suhu, salinitas, pH, arus, kedalaman, kecerahan dan kandungan oksigen terlarut (DO) di Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang dengan 3 kali pengulangan sebagai parameter perairan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kasus yaitu pengujian secara rinci terhadap suatu latar, objek, atau tempat tertentu (Bogdan dan Bikien, 1982). Stasiun pengambilan sampel ditentukan berdasarkan *Purposive Sampling Method*, yaitu metode sampling dengan memilih sekelompok subjek berdasarkan ciri dan sifat tertentu yang sudah diketahui sebelumnya (Hadi, 1990).

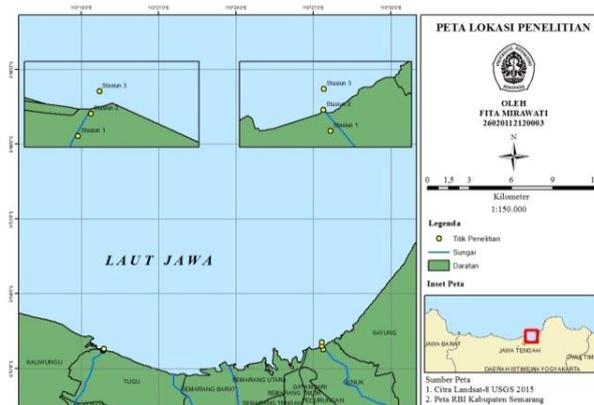
Dalam penelitian ini terdapat 2 lokasi penelitian dan 3 stasiun penelitian di setiap lokasinya. Berikut penjelasan masing-masing stasiun penelitian yaitu Lokasi Trimulyo dan Lokasi Mangunharjo:

Stasiun 1 : daerah 500 meter sebelum muara sungai atau daerah pemukiman.

Stasiun 2 : muara sungai. Stasiun 3 : daerah laut. Tiga stasiun pengambilan sampel bisa dilihat pada Gambar 1.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari-Maret 2016. Sampling dilakukan pada 3 titik dan 3 kali pengulangan di setiap lokasinya. Pada lokasi tersebut diambil sampel air, sedimen, dan kerang hijau. Pengambilan sampel air dilakukan

secara langsung dengan menggunakan botol polietilen (Hutagalung *et al.*, 1997). Pengambilan sampel sedimen menggunakan sedimen grabh (Hutagalung *et al.*, 1997). Pengambilan kerang hijau di perairan dengan bantuan nelayan setempat dan sesuai intruksi dari peneliti. Sampel air, sedimen dan jaringan lunak kerang hijau dibawa ke laboratorium Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Kota Semarang untuk di analisis kandungan logam berat Pb menggunakan metode digesti asam dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) (APHA, 1992).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Batas maksimum konsentrasi dari bahan pangan yang terkontaminasi logam berat per minggu (*Maximum Weekly Intake*) menggunakan angka ambang batas yang diterbitkan oleh organisasi dan lembaga pangan internasional *World Health Organization* (WHO) dan *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive* (JEFCA). Perhitungan *maximum weekly intake* menggunakan rumus:

$$MWI (g) = \text{Berat badan}^{(a)} \times PTWI^{(b)}$$

Keterangan:

- a) Untuk asumsi berat badan 60 kg
- b) PTWI (angka toleransi batas maksimum perminggu) untuk Pb 25  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (FAO/WHO, 2004).

Setelah mengetahui nilai MWI dan mengetahui konsentrasi logam berat pada biota uji, maka dapat dihitung berat maksimal dalam mengkonsumsi kerang dalam setiap minggunya. Nilai *Maximum Tolerable Intake* (MTI) dihitung dengan rumus (Turkemen *et al.*, 2008 dalam Mrajita, 2010):

$$MTI = MWI / Ct$$

Keterangan:

MWI : *Maximum Weekly Intake* (g untuk orang dengan berat badan 60 kg per minggu)

Ct : Konsentrasi logam berat yang ditemukan di dalam jaringan lunak (g/kg)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Kandungan Logam Berat Pb*

Hasil pengukuran logam berat Pb pada air, sedimen dan kerang hijau (*P. viridis*) diperairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang disajikan dalam Tabel 1. Hasil analisis kandungan logam berat Pb pada air di perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang <0,003 mg/l. Kandungan logam berat Pb pada sedimen stasiun 1 dan 2 di kedua lokasi <0,030 mg/kg, sedangkan pada stasiun 3 di lokasi Trimulyo 5,96 mg/kg dan 3,69 mg/kg untuk lokasi Mangunharjo. Kandungan logam berat Pb pada kerang hijau (*P. viridis*) di lokasi Trimulyo dan Mangunharjo pada stasiun 2 sebesar 0,26 mg/kg dan 0,19 mg/kg. pada stasiun 3 sebesar 0,32 mg/kg dan 0,39 mg/kg. sedangkan pada stasiun 1 di kedua lokasi tidak ditemukan kerang hijau sehingga tidak bisa dilakukan analisis kandungan logam beratnya (Gambar 2 dan 3).

Kandungan logam berat Pb pada air di kedua lokasi <0,003 mg/l. nilai tersebut masih dibawah ambang batas baku mutu yang ditentukan oleh KMNLH No.51 tahun 2004 yaitu 0,008 mg/l. Logam berat masuk ke perairan dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia, maupun biologi (Mandelli, 1976). Selain itu Cepat lambatnya arus akan mempengaruhi laju persebaran logam berat di perairan. Arus yang kuat cenderung logam beratnya rendah, hal ini karena logam berat akan cepat terdistribusi merata (Mukhtasor, 2007). Pada kedua lokasi memiliki arus yang sangat kuat pada stasiun 1 (0,13 m/s dan 0,15 m/s), kemudian stasiun 2 (0,10 m/s dan 0,13 m/s) dan stasiun 3 (0,05 m/s dan 0,08 m/s) diduga kandungan logam berat yang ada pada hulu sungai terbawa oleh arus yang kuat menuju ke laut lepas dan terdistribusi merata sehingga kandungan logam berat pada air terdeteksi sangat kecil.

Kandungan logam berat pada sedimen stasiun 1 dan 2 di kedua lokasi rata-rata <0,030 mg/kg. sedangkan pada stasiun 3 sebesar 5,96 mg/kg dan 3,69 mg/kg. hasil kandungan logam berat pada stasiun 3 lebih tinggi dibanding stasiun lainnya disebabkan karena pengadukan oleh arus yang kuat. Diduga pada stasiun 1 dan 2 terjadi pengadukan oleh arus yang kuat dan terendapkan

pada stasiun 3 yang memiliki arus lebih lemah. Selain itu diduga pada stasiun 3 memiliki masukan polutan yang mengandung logam berat Pb dari aktivitas Pelabuhan Tanjung Mas maupun aktivitas nelayan pencari ikan dilaut yang menggunakan bahan bakar mengandung logam timbal dan terendapkan didasar perairan sehingga ion logam berat Pb berikatan dengan sedimen di dasar perairan (Begum, 2009).

Kandungan logam berat Pb pada kerang hijau (*P. viridis*) di lokasi Trimulyo pada stasiun 2 dan 3 rata-rata 0,26 mg/kg dan 0,32 mg/kg, sedangkan pada lokasi Mangunharjo pada stasiun 2 rata-rata 0,19 mg/kg dan 0,39 mg/kg pada stasiun 3. Pada kedua lokasi di stasiun 1 tidak ditemukan kerang hijau sehingga tidak bisa dilakukan analisis kandungan logam berat Pb. Hal tersebut dikarenakan stasiun 1 merupakan daerah pemukiman (500 m sebelum muara) tidak ditemukan tempat untuk kerang hijau menempel dan berkembang biak. Sesuai dengan cara hidup kerang hijau yaitu menempel pada substrat yang keras seperti kayu, bambu, bangunan pantai, dan media keras lainnya (Kastoro, 1988). Kontaminasi zat beracun pada organisme melalui permukaan organisme, respirasi, dan pengambilan makanan yang mengandung bahan pencemar (Jardin, 1993). Logam berat Pb yang diabsorpsi dari perairan ke badan organisme melewati sejumlah membrane sel yang terdiri dari lapisan biomolekuler yang dibentuk oleh molekul lipid dengan molekul protein yang tersebar diseluruh membran. Setelah didalam sel logam akan membentuk ikatan kompleks dengan ligan. Logam berat dan berikatan dengan gugus sulfhidril, hidroksil, karboksil, imidazole, dan amino dari protein, ion logam berat paling efektif berikatan dengan gugus sulfhidril (-SH). Mekanisme kerja reaksi dari logam terhadap protein, pada umumnya menyerang ikatan sulfide. Penyerangan ikatan sulfide yang selalu ada pada molekul protein menimbulkan kerusakan protein terkait, sehingga menyebabkan daya kerjanya berkurang atau bahkan sama sekali tidak bekerja, keadaan tersebut secara keseluruhan akan merusak metabolisme tubuh (Palar, 2004). Logam berat Pb akan menerus terakumulasi dalam tubuh biota, sehingga apabila manusia mengkonsumsi biota dari perairan yang tercemar akan menimbulkan berbagai penyakit seperti pusing, mual, dan kanker (Palar, 2004).

### *Konsumsi Maksimum Mingguan*

Berat maksimum jaringan lunak kerang hijau (*P. viridis*) yang dikonsumsi tiap minggu

**Tabel 1.** Hasil Rata-rata Kandungan Logam Berat Pb pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*P. viridis*) di Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang

Parameter	Trimulyo			Mangunharjo			Baku Mutu
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	
Air (mg/l)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,008 <sup>a)</sup>
Sedimen (mg/kg)	<0,030	<0,030	5,96	<0,030	<0,030	3,69	36 <sup>b)</sup>
Kerang (mg/kg)	-	0,26	0,32	-	0,19	0,39	1,5 <sup>c)</sup>

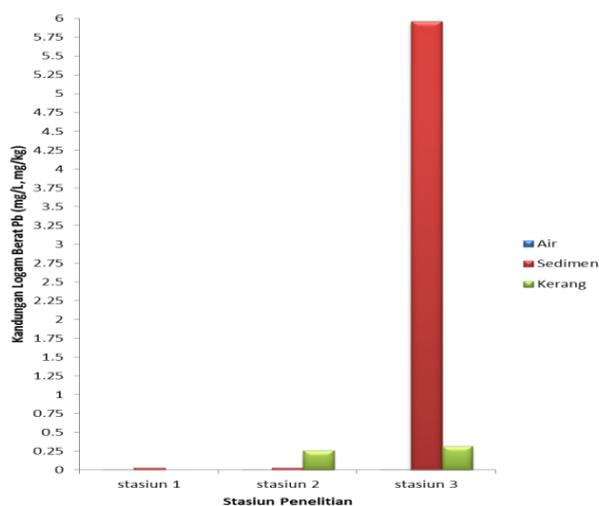
Keterangan:

a)Baku mutu air laut menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004

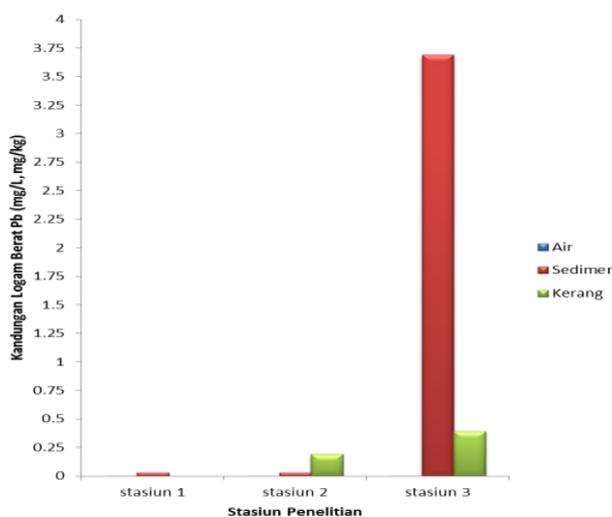
b)Baku mutu sedimen dengan standar *sediment quality guideline values for metals and associated levels of concern to be used in doing assessments of sediment quality* tahun 2003

c)Batas maksimum cemaran logam berat oleh Badan Standarisasi Nasional tahun 2009

-)Tidak ditemukan Kerang Hijau (*P. viridis*)



**Gambar 2.** Kandungan logam berat Pb pada air, sedimen, dan *P. viridis* di Perairan Trimulyo



**Gambar 3.** Kandungan logam berat Pb pada air, sedimen, dan *P. viridis* di Perairan Mangunharjo

menurut rumus Turkemen *et al.* (2008) disajikan pada Tabel 2 dan 3. Nilai MWI (*Maximum Weekly Intake*) logam Pb yang dapat dikonsumsi menurut WHO (1982) adalah 1,5 mg perminggu yang didapat dari PTWI (logam berat Pb 0,025 mg/kg) dikalikan dengan berat badan. Nilai MTI (*Maximum Tolerable Intake*) didapat dari nilai MWI dikalikan dengan konsentrasi kandungan logam berat pada kerang yang diuji dengan AAS sebelumnya. Nilai MTI pada individu dewasa dengan berat badan 60 kg di perairan Trimulyo dan Mangunharjo pada stasiun 2 masing-masing 5,769 kg dan 7,895 kg. pada stasiun 3 sebesar 4,688 kg dan 3,846 kg. sebagai perbandingan maka dihitung untuk individu dewasa dengan berat badan 45 kg di lokasi Trimulyo dan Mangunharjo pada stasiun 2 masing-masing 4,327 kg dan 5,921 kg pada stasiun 3 sebesar 3,516 kg dan 2,885 kg pada stasiun 1 di kedua lokasi tidak bisa dihitung nilai MTI dikarenakan tidak ditemukannya kerang pada stasiun ini.

**Tabel 2.** Berat Maksimal Asupan Logam Berat yang Aman Dikonsumsi Per Minggu (Individu Berat Badan rata-rata 60kg)

St	Nilai MTI (Kg)		PTWI (mg/kg)	MWI (mg)
	Tri	Mn		
1	-	-	0,025	1,5
2	5,769	7,895	0,025	1,5
3	4,688	3,846	0,025	1,5

**Tabel 3.** Berat Maksimal Asupan Logam Berat yang Aman Dikonsumsi Per Minggu (Individu Berat Badan rata-rata 45kg)

St	Nilai MTI (Kg)		PTWI (mg/kg)	MWI (mg)
	Tri	Mn		
1	-	-	0,025	1,125
2	4,327	5,921	0,025	1,125
3	3,516	2,885	0,025	1,125

Nilai MTI tersebut digunakan sebagai acuan batas konsumsi mingguan kerang hijau yang didapat dari lokasi Trimulyo dan Mangunharjo Semarang, apabila individu yang memiliki berat badan rata-rata 60 kg dan 45 kg mengkonsumsi kerang hijau melebihi nilai MTI maka logam berat Pb bisa bersifat toksik bagi manusia. Keracunan akut Pb dapat menyebabkan gangguan fungsi pada otak, disfungsi hati maupun ginjal dan gangguan reproduksi (Murakami *et al.*, 1993). Ditambahkan lagi bahwa dosis yang

menyebabkan *lethal* (kematian) manusia diperkirakan terjadi jika 500 mg atau 0,5 g Pb terserap kedalam tubuh (Rahde, 1991).

## KESIMPULAN

Kandungan logam berat Pb dalam air di Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang rata-rata sebesar <0,003 mg/l, dalam sedimen di Perairan Trimulyo berkisar antara <0,030-5,96 mg/kg, dan di Perairan Mangunharjo berkisar antara <0,030-3,69 mg/l. Sedangkan kandungan logam berat Pb dalam jaringan lunak kerang hijau (*Perna viridis*) di Perairan Trimulyo berkisar antara 0,26-0,32 mg/kg dan di Perairan Mangunharjo berkisar antara 0,19-0,39 mg/kg. Tingkat pencemaran logam berat Pb dalam air, sedimen, dan kerang hijau (*Perna viridis*) di Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang masih berada dibawah ambang batas baku mutu yang telah ditentukan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004. Berat maksimal asupan kerang hijau yang aman dikonsumsi perminggu pada Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang untuk individu dengan berat badan 60 kg yaitu 5,769 kg/minggu dan 7,895 kg/minggu. sedangkan untuk individu dengan berat badan 45 kg yaitu 4,327 kg/minggu dan 5,921 kg/minggu.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang membantu dalam penelitian dan penyusunan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1992. Standart Method for The Examination of Water and Wastewater. 18<sup>th</sup> edition. Washington, 2552p.
- Begum, A., Romaiah M., Harkrishna,S., Khan, I. & Veena, K. 2009. Heavy Metal Pollution and Chemical Profile of Cauvery River Water. *J. Chem.* 6(1):47-52
- Bogdan, R.C & Bieklen, S.K. 1982. Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods, Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Fardiaz. 2002. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta.23-25 hlm.
- FAO/WHO. 2004. Summary of Evaluations Performed by The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA 1956-2003) ILSI Press International Life Science Institute, Washington.
- Hadi, S. 1990. Metodologi Research. Penulis Paper, Skripsi, Thesis dan Disertasi. Yayasan

- Penerbit Fakultas Psikologi UGM, Yogyakarta, 75 hlm.
- Hutagalung, D. Setiapermana, & S.H. Riyono. 1997. Metode Analisa Air Laut, Sedimen, dan Biota. Buku 2. P3O-LIPI, Jakarta, 182 hlm.
- Jardin, C.G.1993. Effect of Pollutan at The Ecosystem Level. Enviromental Toxicology Seminar. Diponegoro University Semarang Central Java. 15 hlm.
- Kastoro, W. 1988. Beberapa Aspek Biologi Kerang Hijau (*Perna viridis*) dari Perairan Binaria, Ancol Teluk Jakarta. *J. Perikanan Laut*. 45:83-102.
- Mandelli, E.1976. Monitoring of trace elements other than radio-nuclides. Dalam "Manual of methods in aquatic environment research". FAO Fisheries technical paper. 150(I2):27-37.
- Mrajita, C.V.P. 2010. Kandungan Logam Berat pada Beberapa Biota Kekekangan di Kawasan Littoral Pulau Adonara (Kabupaten Flores Timur, Nusa Tenggara Timur) dan Aplikasinya dalam Analisis Keamanan Kunsumsi Publik. [Thesis]. Program Magister Manajemen Sumberdaya Pantai Universitas Diponegoro Semarang.
- Mukhtasor. 2007. Pencemaran Pesisir dan laut, Penerbit PT. Pradnya Paramitha, Jakarta. 332 hlm.
- Murakami, K., Feng, G. & Chen, S.G. 1993. Inhibition of Brain Kinase Subtypes by Lead. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 264(2):757-761.
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT. Rineka Cipta, Jakarta. 152 hlm.
- \_\_\_\_\_, 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat, Penerbit : PT.Rineka Cipta, Jakarta.
- Rahde, A.F. 1991. Lead Inorganic. IPCS INCHEM, pp. 1-24.