

Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, dan Jaringan Lunak Kerang Bambu (*Solen sp.*) di Perairan Rembang Jawa Tengah Dan Gresik Jawa Timur

Satrio Fahrul Ananda*, Sri Redjeki, 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: satriof9@gmail.com

ABSTRAK: Kerang merupakan organisme laut berjenis moluska yang terdiri dari jaringan lunak dan sepasang cangkang yang keras kerang bambu (*Solen sp*) jenis kerang konsumsi yang tumbuh dan berkembang biak di pesisir perairan yang berjenis substrat pasir hingga lumpur. Keberadaan kerang Bambu (*Solen sp.*) salah satu bioindikator pencemaran akibat logam berat di perairan keberadaan pencemaran lingkungan berakibat kegiatan manusia seperti industri, pertanian, aktivitas nelayan, dan pariwisata yang diduga sumber logam berat timbal (Pb). Logam berat timbal memiliki sifat toxic. Tujuan dalam penelitian penelitian ini adalah mengetahui dan membandingkan kandungan logam berat timbal (Pb) pada air, sedimen dan jaringan lunak di perairan Kabupaten Rembang dan Kabupaten Gresik. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan pengambilan sampel menggunakan purposive sampling method. Materi yang digunakan penelitian adalah sampel jaringan lunak kerang bambu (*Solen sp.*), sedimen, dan Air. Parameter penelitian yang digunakan adalah salinitas, DO, suhu, dan kadar keasaman (pH). Hasil penelitian ini ditemukan kadar logam berat timbal (Pb) di perairan Kabupaten Rembang pada air 0-0,176mg/l, sedimen 3.667–11.407 mg/kg, dan jaringan lunak 4.755 mg/l. Perairan Kabupaten Gresik didapatkan hasil jaringan lunak 2.034 mg/l, air 0-0.325 mg/l, dan sedimen 6.877–8.798 mg/kg. kemampuan organisme kerang bambu (*solen sp*) mengakumulasi logam berat Timbal (Pb) termasuk kategori rendah dengan nilai faktor biokonsentrasi rata – rata <100.

Kata kunci: kerang bambu; timbal; nilai biokonsentrasi; Rembang; Gresik

Heavy Metal Content of Lead (Pb) in Water, Sediment, and Soft Tissue of Bamboo Shells (*Solen sp.*) in Rembang, Central Java and Gresik, East Java

ABSTRACT: Shellfish are mollusk-type marine organisms consisting of soft tissue and a pair of hard shells. Razor clams (*Solen sp.*) are types of consumption shells that grow and multiply on coastal waters that are of sand to mud substrate type. The existence of Razor clams (*Solen sp.*) is one of the bio-indicators of pollution due to heavy metals in the waters. The existence of environmental pollution results in human activities such as industry, agriculture, fishing activities, and tourism which are suspected sources of lea-heavy metals). Lead metal has toxic properties. The purpose of this research is to find out and compare the lead content of heavy metals timbale in water, sediment, and soft tissue in the waters of Rembang Regency and Gresik Regency. This research is descriptive in nature with sampling using a purposive sampling method. The material used in this research is a sample of soft tissue Razor clams (*Solen sp.*), sediments, and water. The research parameters used were salinity, DO, temperature, and acidity (pH). The results of this study found levels of heavy metal lead timbale in the waters of Rembang Regency in water 0-0.176 mg/l, sediment 3.667-11407 mg/kg, and soft tissue 4.755 mg/l. The waters of Gresik Regency obtained 2,034 mg/l soft tissue results, 0-0,325 mg/l water, and 6,877-8,798 mg/kg sediments. Bamboo shellfish ability to accumulate heavy metals from timbale is on low category with an average bio-concentration factor value <100.

Keywords: Razor clams; lead; bioconcentration values; Rembang; Gresik

PENDAHULUAN

Wilayah perairan Utara Jawa Khususnya pesisir Di Kabupaten Rembang Jawa Tengah dan Gresik Jawa Timur rentan terjadi pencemaran lingkungan. Pencemaran tersebut diakibatkan hasil kegiatan manusia yang meliputi pariwisata maupun industri yang berupa zat sisa yang masuk dari daratan (sungai) menuju ke wilayah wilayah pesisir (muara) (Nugraha, 2009). Pemicu terjadinya pencemaran lingkungan akibat logam berat berasal dari sistem pembuangan limbah industri yang tidak terkendalisehingga permasalahan kelangsungan hidup makhluk hidup (Wulan *et al.*, 2013). Selain itu kasus pencemaran di pesisir diantara lain tumpahan minyak akibat kecelakaan kapal tanker, aktivitas pelabuhan, *tank cleaning* dan pembuangan limbah B3.

Salah satu potensi terjadinya pencemaran dan menurunnya kualitas lingkungan adalah logam berat. Logam berat (*heavy metals*) merupakan elemen – elemen logam yang memiliki sifat korosif dan sangat berbahaya jika jumlahnya besar dan masuk ke tubuh makhluk hidup logam berat juga dapat berakumulasi terjadi pada perairan (air laut) maupun daratan (tanah). Logam berat juga sangat susah didegradasi maupun terlarut dalam air maupun terhadap sedimen. (Sarjono, 2009). Adapun logam berat dapat terlarut dalam air sangat tergantung pada keadaan lingkungan perairan tersebut (Amin *et al.*, 2011). Timbal (Pb) merupakan jenis logam berat dapat mencemari lingkungan pesisir, timbal (Pb) tersebut terabsorpsi pada jaringan lunak dan juga terdegradasi secara alami diperairan (Mahasri *et al.*, 2014).

Keberadaan organisme yang dapat mengakumulasi logam berat yaitu kerang, kerang memiliki mobilitas yang rendah sehingga logam berat didalam jaringan lunak pada tubuhnya dipandang mewakili keberadaan logam berat pada habitatnya, disamping itu kerang biota yang potensial yang terkontaminasi logam berat dikarenakan sifat filter feedernya sehingga biota kerang dikatakan uji dalam pemantauan tingkatan akumulasi logam berat khususnya timbal (Pb) pada organisme laut (Yennie dan Murtini. 2005).

Kerang Bambu merupakan jenis kerang yang merupakan bioindikator bahan pencemar dan sifat dari kerang yaitu filter feeder sehingga biota kerang bambu (*Solen* sp.) sebagai hewan uji dalam tingkatan akumulasi logam berat pada organisme laut. Penelitian ini bertujuan mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) dan membandingkan antarlokasi pada Jaringan lunak, sedimen dan air di kawasan pesisir perairan Kabupaten Rembang dan Kabupaten Gresik. Data kandungan logam berat timbal (Pb) tersebut dapat dijadikan acuan kepada pemerintah terkait dan masyarakat untuk peduli kelestarian lingkungan yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan di kawasan tersebut Penelitian ini bertujuan mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) dan membandingkan antarlokasi pada Jaringan lunak, sedimen dan air di kawasan pesisir perairan Kabupaten Rembang dan Kabupaten Gresik. Data kandungan logam berat timbal (Pb) tersebut dapat dijadikan acuan kepada pemerintah terkait dan masyarakat untuk peduli kelestarian lingkungan yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan di kawasan tersebut

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2019 hingga Januari 2020 di kawasan pesisir Perairan Kabupaten Rembang dan Kabupaten Gresik. Materi penelitian yang digunakan adalah sampel kerang bambu, sampel air, dan sampel sedimen yang di ambil di lokasi penelitian. Pengambilan parameter perairan juga yang diukur seperti kadar keasaman (pH), Salinitas, suhu, DO (*dissolved oxygen*), dan Jenis substrat sedimen. Sampling kerang bambu diambil menggunakan handpicking pada kondisi perairan surut, hal tersebut jika keadaan perairan pasang kerang bambu tidak muncul ke permukaan dan akibatnya kerang bambu tersebut terkubur pada kedalaman 25 – 30 cm dasar sedimen. Sampel kerang bambu diambil dan dipisahkan cangkang dengan jaringan lunak seberat 2000 gram. Jaringan lunak tersebut selanjutnya di masukan ke plastik sampel. Sebagai data pendukung sedimen dan air laut di analisis ukuran butirnya sehingga dapat diteliti jenis substrat dan kandungan logam berat timbal (Pb), selanjutnya sampel jaringan lunak, air dan sedimen di ujikan kandungan berat dengan penentuan Desdruksi logam dengan standar baku mutu Indonesia SNI 06-6989-2004 dari Rizkiana *et al.* (2017).

Berdasarkan Konsentrasi logam berat yang terkandung pada air, sedimen dan jaringan lunak kerang bambu (*Solen sp*) dapat digunakan rumus perhitungan menurut Johari (2009). Nilai absorpsi dari kandungan logam berat timbal (Pb) pada Air, Sedimen, dan Jaringan Lunak Kerang bambu dapat dihitung menurut Haswell (1991).

Nilai biokonsentrasi logam berat timbal (Pb) pada Jaringan lunak kerang bambu dengan logam berat di air dan sedimen dilakukanlah perhitungan dengan Indeks Biokonsentrasi (BCF) menurut Larsen *et al.* (2011). Bilamana dikatakan Kategori Rendah = $BCF < 100$ (Rendah dalam Mengakumulasi pada dalam tubuhnya), Kategori Tinggi = $BCF > 100$ (Tinggi dalam mengakumulasi logam berat pada tubuhnya).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perairan Kabupaten Rembang mengandung logam berat Pb pada ketiga sampel terdiri kerang, sedimen dan air laut sebagai berikut: di permukiman (Stasiun 1) memiliki rata – rata pada sampel kerang bambu sebesar $4,755 \pm 0,309$ mg/l, selanjutnya pada sampel air laut tidak ada kandungan logam, dan sampel sedimen sebesar $3,667 \pm 0,242$ mg/kg. di Vegetasi Mangrove (Stasiun II.) memiliki kandungan logam rata – rata pada sampel kerang bambu $4,755 \pm 0,309$ mg/l, air laut memiliki kandungan rata – rata sebesar $0,176 \pm 0,0049$ mg/l, dan sampel sedimen memiliki rata – rata kandungan logam berat sebesar $11,407 \pm 0,351$ mg/kg. dan di Dermaga (Stasiun III.) memiliki rata – rata kandungan logam berat pada sampel kerang sebesar $4,755 \pm 0,309$ mg/l, sampel air laut pada stasiun dermaga memiliki kandungan logam berat rata–rata $0,159 \pm 0,027$ mg/l dan sampel sedimen memiliki kandungan logam berat rata – rata $9,007 \pm 0,710$ mg/kg (Tabel 1).

Kandungan logam tersebut telah mengalami kontaminasi logam berat yang tinggi dengan peningkatannya di setiap stasiun dari batas ambang atau baku mutu yang berlaku dari setiap sampelnya yang terdiri dari standart baku mutu pada sampel jaringan lunak kerang menggunakan standart baku mutu untuk pakan pada SNI No.7387.2009 (2009) untuk kandungan logam berat timbal (Pb), standart baku mutu yang digunakan pada sampel air laut menggunakan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no 5 Tahun 2021, dan standart baku mutu yang digunakan pada sampel sedimen menggunakan standart buku mutu yaitu National Research Center for CRMd (NRCCRM) GBW07313 (1993), dimana setiap baku mutu disetiap sampel untuk kandungan logam berat timbal (Pb) pada jaringan lunak kerang $1,50$ mg/l, $0,0008$ mg/l dan $9,73$ mg/kg.

Kandungan logam berat timbal (Pb) pada jaringan lunak kerang bambu yang berada di perairan Kabupaten Rembang yang terdiri dari tiga stasiun nilainya adalah 4.755 mg/kg, hal tersebut menandakan bahwa kandungan logam berat pada jaringan lunak kerang memiliki nilai diatas baku mutu yang dapat dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya curah hujan dan arah arus yang dapat mempengaruhi pergerakan dan laju pembentukan proses sedimentasi perairan. Menurut Amriarni *et al.* (2011) penyebab tingginya logam berat timbal (Pb) terlihat pada tipe sedimen dengan kadar lumpur (debu) yang tinggi sehingga akan meningkatkan akumulasi logam yang dapat mengakibatkan biota kerang mengabsorpsi logam yang banyak, selanjutnya laju eorsi pada permukaan diwilayah pesisir utara laut jawa yang terbawa menuju laut, sehingga sedimen dalam laut tersebut diduga mengandung bahan pencemar semisal logam berat.

Table 1. Hasil Kandungan Logam Berat pada Lokasi Kabupaten Rembang

Stasiun	Kerang (mg/l)	Air Laut (mg/l)	Sedimen(mg/kg)
Permukiman	5,173	-	3,667
Mangrove	4,795	0,176	11,407
Dermaga	4,299	0,159	9,007
Baku mutu	1,50	0,0008	9,73
Rata – rata	4,755	0 – 0,176	3,667- 11,407

Adapun kandungan logam berat di perairan Kabupaten Rembang pada sampel air menunjukkan hasil yang nihil hal ini perairan tersebut dapat dikategorikan bersih dan aman dari bahaya logam berat. Pada sampel sedimen kandungan logam berat yang didapatkan antara 3–11 mg/kg adapun terdapat kandungan logam berat diatas batas ambang hal tersebut dimungkinkan masuknya logam berat pada sedimen mengalami proses pengendapan antara senyawa anion karbonat hidroksil sehingga unsur logam berat timbal (Pb) sangat mudah mengikat dengan adanya bahan organik diperairan (Hutagalung, 1991), disamping logam berat timbal (Pb) sampel sedimen yang tinggi dapat pula dikaitkan aktifitas peningkatnya pH hal ini jika kadar pH semakin basa dapat mempengaruhi tingkat kelarutan dan proses pengendapan di dasar perairan.

Perairan Kabupaten Rembang mengandung logam berat Pb pada ketiga sampel terdiri kerang, sedimen dan air laut sebagai berikut: di permukiman (Stasiun I.) memiliki kandungan logam berat pada sampel jaringan lunak kerang bambu rata – rata senilai 2,034 ± 0,079 mg / l, selanjutnya kandungan logam berat sampel air memiliki rata – rata senilai 0,041± 0,010mg / l, dan kandungan logam berat sampel pada sedimen didapatkan rata – rata 6,877 ± 0,763mg/kg. di Vegetasi (stasiun II.) memiliki kandungan logam rata – rata pada sampel kerang bambu 2,034 ± 0,079mg/l, air laut tidak ada kandungan logam berat, dan sampel sedimen memiliki rata – rata kandungan logam berat sebesar 8,798 ± 0,435mg/kg. dan di Dermaga (Stasiun 3.) memiliki rata – rata kandungan logam berat pada sampel kerang sebesar 2,034 ± 0,079 mg/l, sampel air laut pada stasiun dermaga memiliki kandungan logam berat rata – rata 0,325±0,010 mg/l dan sampel sedimen memiliki kandungan logam berat rata – rata 7,662±0,076 mg/kg (Tabel 2.)

Kandungan logam tersebut telah mengalami kontaminasi logam berat yang tinggi dengan peningkatannya di setiap stasiun dari batas ambang atau baku mutu yang berlaku dari setiap sampelnya yang terdiri dari standart baku mutu pada sampel jaringan lunak kerang menggunakan standart baku mutu untuk pakan pada SNI No.7387.2009 (2009) untuk kandungan logam berat timbal (Pb), standart baku mutu yang digunakan pada sampel air laut menggunakan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004, dan standart baku mutu yang digunakan pada sampel sedimen menggunakan standart buku mutu yaitu National Research Center for CRMd (NRCCRM) GBW07313 (1993), dimana setiap baku mutu disetiap sampel untuk kandungan logam berat timbal (Pb) pada jaringan lunak kerang 1,50 mg/l, 0,0008 mg/l dan 9,73 mg/kg.

Adapun kandungan logam berat di perairan Kabupaten Gresik pada sampel air laut yang menunjukkan rata – rata yang di atas batas ambang atau baku mutu hal ini diduga berasal dari industri rumah tangga, maupun tumpahan bahan bakar nelayan, selain itu banyaknya industri seperti rumah tangga, nelayan ikan maupun nelayan kerang di sekitar perairan Kabupaten Gresik hingga Kabupaten Lamongan, sehingga perairan tersebut diduga mengalami penurunan kualitas perairan (Nindyapuspa dan Niam. 2017). Disamping itu kemampuan perairan yang kuat dapat mengakumulasi zat pencemar yang disebabkan pergerakan air laut yang berpengaruh pada akumulasi logam berat khususnya timbal (Pb) dengan proses pengadukan, pengendapan, serta arus laut juga mempengaruhi proses pengendapan atau sedimentasi dan mempengaruhi hasil ukuran butir pada sedimen di kolom perairan (Rahman, 2018).

Table 2. Hasil Kandungan Logam Berat pada Lokasi Kabupaten Gresik

Stasiun	Kerang (mg/l)	Air Laut (mg/l)	Sedimen(mg/kg)
Permukiman	2,141	0,041	6,877
Mangrove	2,047	-	8,798
Dermaga	1,916	0,325	7,662
Baku mutu	1,50*	0,0008**	9,73***
Rata – rata	2,034	0 – 0,325	6,877- 8,798

Pendugaan kandungan logam berat pada jaringan lunak kerang dengan air dapat dilakukan dengan adanya Indeks Biokonsentrasi (Vander Oost *et al.*, 2009). Faktor biokonsentrasi logam (BCF) dapat dihitung dengan menduga kandungan logam berat pada jaringan lunak / daging di air laut maupun pada sedimen. Nilai faktor biokonsentrasi dapat di amati pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Nilai biokonsentrasi pada jaringan lunak kerang bambu terhadap air laut dapat diketahui dengan melakukan perbandingan disetiap perairannya, nilai kandungan biokonsentrasi tersebut diperoleh hasil 18.16 sampai dengan 277.45 dengan kategori biokonsentrasi rendah – tinggi, adapun nilai tersebut didapatkan nilai kecil–besarnya konsentrasi didalam jenis logam berat, organisme, dan lamanya pemaparan serta kondisi perairan dikawasan yang berdampak pencemaran logam. Amriarni *et al.* (2011), menambahkan semakin tinggi konsentraasi pada nilai faktor biokonsentrasi (BCF) pada organisme semakin tinggi pula organisme mengalami akumulasi terhadap logam berat. Tinggi - rendah faktor biokonsentrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu curah hujan, Pengaruh curah hujan yang tinggi menyebabkan terjadinya penurunan pada salinitas, dimana salinitas yang tinggi dapat meningkatkan kadar ion khlorida yang berakibat penurunan konsentrasi ion logam berat pada perairan. (Hidayah *et al.*, 2014).

Parameter perairan yang diamati yaitu pH, oksigen terlarut, salinitas, suhu serta jenis substrat merupakan parameter – parameter fisika kimia yang penting bagi kehidupan organisme di perairan, Berikut parameter perairan yang terdapat pada Kabupaten Rembang dan Kabupaten Gresik yang di jelaskan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Hasil pengukuran parameter perairan di wilayah Kab. Rembang dan Kab. Gresik rata – rata salinitas adalah 28^oc dan di perairan Kab. Gresik adalah 33–34 ‰. Sarjono (2009) menambahkan jika adanya unsur pH atau kadar keasaman juga menjadi faktor penting dalam menentukan faktor biokonsentrasi. Kadar keasaman (pH) dapat diperoleh dari proses biosorpsi oleh jaringan lunak kerang hal tersebut menjelaskan jika terjadi penurunan pH dan salinitas menyebabkan kandungan

Tabel 3. Nilai Biokonsentrasi Jaringan lunak kerang terhadap air

Tempat	Stasiun	BCF			Kategori
		Jaringan Lunak Kerang Tertinggi	Jaringan Lunak Kerang Terendah	Jaringan Lunak Stadart deviasi	
Kab Rembang	Dermaga	50,92	83,04	22,71	Rendah
	Mangrove	77,54	78,70	0,82	Rendah
	Permukiman	-	-	-	-
Kab. Gresik	Dermaga	18,16	19,75	1,12	Rendah
	Mangrove	-	-	-	-
	Permukiman	115,17	277,45	114,74	Tinggi

Tabel 4. Nilai Biokonsentrasi Jaringan lunak kerang terhadap sedimen

Tempat	Stasiun	BCF			Kategori
		Sedimen tertinggi	Sedimen terendah	Sedimen Standart devisiasi	
Kab Rembang	Dermaga	140,55	172,64	22,69	Tinggi
	Mangrove	119,33	129,88	7,46	Tinggi
	Permukiman	358,10	433,65	53,42	Tinggi
Kab. Gresik	Dermaga	69,00	89,11	14,21	Rendah
	Mangrove	66,06	74,10	5,68	Rendah
	Permukiman	83,95	98,43	10,23	Rendah

Tabel 5. Parameter Perairan Wilayah Kabupaten Rembang

Parameter Pengulangan	Sampling			Baku mutu*
	I	II	III	
Oksigen Terlarut	9,3	6,2	7,8	> 5
Suhu	31	32	33	26 – 32
pH	6	6	6	7 – 8.5
Salinitas	33	34	33	27 – 33
Jenis Substrat	Pasir	Pasir	Pasir	-

Tabel 6. Parameter Perairan Wilayah Kabupaten Gresik

Parameter Pengulangan	Sampling			Baku mutu*
	I	II	III	
Oksigen Terlarut	9,5	6,2	7,8	> 5
Suhu	28	28	28	26 – 32
pH	8	7	8	7 – 8.5
Salinitas	28	27	27	27 – 33
Jenis Substrat	Pasir	Lumpur	Pasir	-

toksitas semakin besar pada jaringan lunak kerang, kadar pH selama pengamatan di perairan Kab. Rembang dan Kab Gresik, hal tersebut dapat ditunjukkan pada Table 5 dan Tabel 6.

Logam berat timbal merupakan jenis logam non essential yang belum banyak di gunakan dalam makhluk hidup sehingga unsur logam tersebut menyebabkan terjadinya keracunan, keracunan juga berakibat nilai toksitas yang masuk pada lapisan dinding sel pada jaringan lunak kerang dan tidak dapat dinetralkan oleh sel didalam tubuh kerang bambu. Rusaknya dinding sel pada jaringan lunak menyebabkan menghambatnya laju pertumbuhan dan perkembangan yang berakibat nilai produktifitas dan metabolisme kerang bambu dapat menurun (Qin *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan kandungan logam timbal (Pb) pada air, sedimen dan jaringan lunak kerang bambu) di perairan Kab. Rembang memiliki rata – rata 4,755 mg/l pada jaringan lunak, 0–0,176 mg/l pada air, dan 3,667–11,407 mg/kg. Perairan Kab. Gresik didapatkan kandungan logam berat timbal (Pb) senilai 2,034 mg/l pada jaringan lunak, 0–0,325 mg/l pada air, dan 6,877–8,798 mg/kg pada sedimen. Nilai faktor biokonsentrasi logam berat timbal (Pb) pada jaringan lunak kerang bambu terhadap air dan sedimen berkisaran 24,29-433,65 dengan kategori biokonsentrasi logam berat yang rendah - tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B., Afriyani, E. & Saputra, M.A. 2011. Distribusi Spasial Logam Pb dan Cu pada Sedimen dan Air Laut Permukaan di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Teknobiologi*. 2(1):1-8.
- Amriani, Hendarto, B. & Hadiyanto, A. 2011. Bioakumulasi Logam Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Darah (*Anadara granosa* L) dan Kerang Bakau (*Polymesoda bengalensis* L.) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Lingkungan*, 9(2):45–50. DOI: 10.14710/jil.9.2.45-50
- Haswell, S.J. 1991. Atomic Absorption Spectrometry, Theory, Design and Applications, Elsevier, New York.

- Hidayah, A.M., Purwanto, P. & Soeprbowati, T.R., 2014. Biokonsentrasi faktor logam berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau Rawa Pening. *Bioma*. 16(1):1-9. DOI: 10.14710/bioma.16.1.1-9
- Hutagalung, H.P. 1991. Pencemaran Laut Oleh Logam Berat dalam Status Pencemaran Laut Di Indonesia dan Teknik Pemantauan Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta: LIPI.
- Johari, H.S. 2009. Analisis Pencemaran Logam Berat Cu, Cd, dan Pb di Perairan Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta (Studi Kasus Pulau Panggang dan Pulau Pramuka). Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. IPB. Bogor
- Larsen, R., Eilersten, K.E. & Elvevoll, E.O. 2011. Health benefits of marine foods and ingredients. *Biotechnology Advances* 29:508– 518. DOI: 10.1016/j.biotechadv. 2011.05.017.
- Mahasri, G., Eshmat, M.E. & Rahardja, B.S. 2014. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) di Perairan Ngemboh Kabupaten Gresik Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(1):101-108. DOI: 10.20473/jipk.v6i1.11387
- Nindyapuspa, A. & Niam, A.C. 2017. Distribusi Logam Berat Timbal Di Perairan Laut Kawasan Gresik. AL – ARD. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1):1-5. DOI: 10.29080/alard.v3i1.254
- Nugraha, W.A. 2009. Kandungan Logam Berat Pada Air dan Sedimen di Perairan Socah dan Kwanyar Kabupaten Bangkalan. *Journal of Marine Science and Technology*, 2(2):158-164
- Qin, D., Jiang, H., Bai, S., Tang, S. & Mou, Z. 2015. Determination of 28 trace elements in three farmed cyprinid fish species from Northeast China. *Food Control*, 50:1-8. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.08.016
- Rahman, A., 2018. Kandungan Logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Crustasea Di Pantai Batakan dan Takisung Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Bioscientiae*, 3(2):93-101. DOI: 10.20527/b.v3i2.155
- Rizkiana, L., Karina, S. & Nurfadillah. 2017. Analisis timbal (Pb) pada sedimen dan air laut di kawasan Pelabuhan Nelayan Gampong Deah Glumpang Kota Banda Aceh. *Jurnal ilmiah mahasiswa kelautan dan perikanan unsyiah*, 2(1):89-96.
- Sarjono, A. 2009. Analisis Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cu dalam Air dan Jaringan Tubuh Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Kamal Muara, Jakarta Utara. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.
- Wulan, S.P. & Amin, B. 2013. Konsentrasii, Distribusi, dan Korelasi Logam Berat Pb, Cr, dan Zn pada Air dan Sedimen di Perairan Sungai Siak Sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang-Propinsi Riau. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau.
- Yennie, Y. & Murtini, J.T., 2005. Kandungan Logam berat air Laut, Sdimen dan Daging Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Menthok dan Tanjung Jabung Timur. *Jurnal Ilmu – ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 12(1):27–32.