



Bioprospek

<https://fmipa.unmul.ac.id/jurnal/index/Bioprospek>



ANALISA KANDUNGAN TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) YANG TERDAPAT PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI PERAIRAN MUARA BADAK

¹Siti Rahma, Nova Hariani, Sudrajat

¹ Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

INFO ARTIKEL

Terkirim 14 Juni 2016
Diterima 1 Agustus 2016
Online 13 September 2016

Keywords.
Heavy Metal
Cu
Pb
Blood Clam
Muara badak

ABSTRACT

Which aims to determine the levels of heavy metals Pb and Cu in water, sediments and blood clam (*Anadara granosa*) in Muara Badak. Sampling using purposive sampling method with 3 stations and each station repeated twice. Levels of heavy metals Pb and Cu were measured using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results showed that the levels of heavy metals Cu and Pb in water, sediments and blood clams in Muara Badak as follows: Pb in water ranging between 0,204 – 0,376 ppm and Cu 0,033 to 0,035 ppm, sediment metal content of Pb 0,212 to 0,285 ppm and Cu 0,010 to 0,113 ppm, on blood clams Pb 0,201 to 0,258 ppm and Cu 0,066 to 0,078 ppm. Based on quality standards of heavy metal level Pb and Cu on blood clam did not exceed the threshold of quality standards yet in accordance with SNI No. 7387: 2009 is 1,5 ppm and Department of Health Republic Indonesia No. 0375/B/SK/1989 is 20 ppm

1. Pendahuluan

Muara Badak merupakan daerah estuari yang memiliki sumber daya alam yang melimpah. Selain itu, Muara Badak juga pemasok hasil laut seperti ikan, udang, kerang dan kepiting. Disamping itu juga memiliki sumber daya alam seperti minyak bumi yang dieksploitasi di sepanjang perairan tersebut. Di sepanjang pantai juga terdapat aktivitas masyarakat seperti bengkel kapal, pembuangan limbah minyak seperti solar dan oli langsung ke laut.

Korespondensi: rahmahsiti603@yahoo.co.id
bioprospek@fmipa.unmul.ac.id

Logam merupakan bahan pertama yang dikenal oleh manusia dan digunakan sebagai alat-alat yang berperan penting dalam sejarah peradaban manusia (Darmono, 1995). Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam lain. Namun Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan masuk ke dalam organisme hidup. Berbeda dengan logam Tidak semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan pada makhluk hidup, besi merupakan logam yang dibutuhkan dalam pembentukan pigmen darah dan merupakan kofaktor untuk aktifitas enzim. Keberadaan logam berat dalam lingkungan berasal dari dua sumber. Pertama dari proses alamiah seperti

pelapukan secara kimiawi dan kegiatan geokimiawi serta dari tumbuhan dan hewan yang membusuk. Kedua dari hasil aktivitas manusia terutama hasil limbah industri. Dalam neraca global sumber yang berasal dari alam sangat sedikit dibandingkan pembuangan limbah akhir di laut (Palar, 1994)

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik, diantaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Beberapa logam berat tersebut banyak digunakan dalam berbagai keperluan, oleh karena itu diproduksi secara rutin dalam skala industri. Beberapa logam berat tersebut ternyata telah mencemari lingkungan melebihi batas berbahaya bagi kehidupan lingkungan. Logam-logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan terutama merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr) dan nikel (Ni) (Fardiaz, 1995).

Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) merupakan logam berat yang banyak mencemari lingkungan perairan. Penggunaan bahan bakar minyak seperti oli, solar dan bensin yang digunakan nelayan di Muara Badak akan menghasilkan limbah, limbah tersebut dapat berupa Cu dan Pb yang langsung dibuang di perairan. Selain itu, aktivitas masyarakat seperti membuang sampah ke perairan. Sebagian limbah tersebut mengandung logam berat. Sebagian akan terakumulasi di dalam tubuh biota laut melalui rantai makanan. Akumulasi akan terjadi setelah masuknya suatu bahan organik maupun anorganik pada suatu perairan. Salah satu jenis dari Mollusca yaitu kerang darah (*Anadara granosa*) sering dijadikan bioindikator pencemaran logam berat di laut. Konsentrasi logam di biota laut akan terus meningkat melalui proses biomagnifikasi (Wardhana, 2001). Pada umumnya kerang memperoleh makanannya dengan menyaring partikel-partikel yang terdapat dalam air laut.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar tembaga (Cu) dan timbal (Pb) terdapat pada air, sedimen dan kerang darah.

2. Metode Penelitian

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2016. Pengambilan sampel dilakukan di kawasan perairan Muara Badak. Sampel tersebut diambil dari beberapa nelayan pencari kerang darah (*Anadara granosa*). Analisa kandungan Pb dan Cu dilakukan di Laboratorium Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Samarinda.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu kantong plastik pembungkus sampel, *furnace*, spektrofotometer (AAS), ember, *water checker*, *coolbox*, oven, neraca analitik, pompa vakum, labu ukur, lumpang porselin, spatula, corong gelas, botol kaca, lemari asam, *labu kjehdal*, penjepit, GPS, kamera, gunting dan alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu Kerang darah (*Anadara granosa*), sampel air, sedimen, aquades, *aluminium foil*, HNO₃, *tissue*, kertas saring dan kertas label.

Lokasi Pengambilan Sampel

Stasiun 1: sekitar rumah warga; Stasiun 2: Dekat pelabuhan; Stasiun 3: Jalur nelayan.

Parameter Pengamatan

Pengambilan data parameter kualitas air terbagi menjadi dua yaitu secara fisika dan kimia. Pengambilan data parameter secara fisika berupa suhu, salinitas, TDS, DO dan pH.

Prosuder penelitian

Analisis Sampel Kerang Darah.

Daging kerang darah yang telah diambil kemudian dipotong kecil-kecil. Selanjutnya ditimbang berat basah kerang darah sebanyak 1 gram lalu dimasukkan dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam hingga kering. Sampel yang kering kemudian dipindahkan ke dalam cawan *furnace* dan ditambahkan 5 mL HNO₃ pekat. Sampel dipanaskan perlahan-lahan dengan suhu bertingkat hingga 550°C selama ± 2 jam untuk proses pengabuan.

Sampel kerang darah (*A. granosa*) yang telah menjadi abu diangkat dan ditambahkan

lagi 5 mL HNO₃ pekat untuk proses pelarutan. Sampel dipanaskan kembali pada suhu 100°C selama 30 menit. Kemudian diangkat dan didinginkan. Setelah dingin ditambahkan aquades, kemudian disaring dan filtratnya dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, sampel diencerkan dengan aquades sampai tanda batas. filtrat contoh uji dimasukkan ke dalam botol sampel dan siap diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 283,3 nm untuk logam Pb dan panjang gelombang 324,7 nm untuk logam Cu.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisa Fisika Kimia

Parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pH, Salinitas, TDS, DO dan suhu. Berdasarkan hasil pengukuran terhadap parameter fisika kimiadiketahui bahwa, pH tertinggi terdapat pada stasiun3 yaitu 7,22 dan terendah distasiun 2 yaitu 7,07. Salinitas tertinggi terdapat di stasiun 3 yaitu 13,62 ‰ dan terendah di stasiun 2 yaitu 2,88 ‰. TDS tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 2770 mg/L dan terendah di stasiun 2 yaitu 1724 mg/L. Kadar DO yang tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 7,54 mg/L dan terendah di stasiun 1 yaitu 6,50 mg/L. Suhu tertinggi terdapat di stasiun 3 yaitu 30,4°C dan terendah di stasiun 3 yaitu, 30,0 °C. Disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rerata Kondisi Lingkungan Titik Pengambilan Sampel

Parameter Fisika Kimia	Lokasi Stasiun		
	I	II	III
pH	7,22	7,07	7,28
Salinitas (‰)	3,26	2,88	13,62
TDS (mg/L)	1758	172	2770
		4	
DO (mg/L)	6,50	6,57	7,54
Suhu (°C)	30,0	30,1	30,4

Kadar Rerata Logam Berat Pb pada Air, Sedimen dan Kerang Darah. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan diketahui bahwa, kadar logam berat Pb pada air berkisar antara

0,204 ppm sampai 0,376 ppm. Sedangkan kadar Pb pada sedimen berkisar antara 0,212 ppm sampai 0,285 ppm dan kadar Pb pada kerang darah berkisar antara 0,201 ppm sampai 0,258 ppm. Sebagaimana pada Tabel 2 berikut.

Tabel. 2 Rerata/± Standar Deviasi (SD) Kadar Logam Berat Pb Pada Air, sedimen dan Kerang Darah.

Sampel		Stasiun		
		Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
Air*	Rerata±SD(ppm)	0,206±0,048	0,204±0,005	0,376±0,192
	KV (%)	23,30	2,45	51,06
Sedimen*	Rerata±SD(ppm)	0,261 ± 0,028	0,285 ± 0,019	0,212 ± 0,037
	KV (%)	10,73	6,66	17,45
Kerang darah***	Rerata±SD(ppm)	0,258 ± 0,038	0,213 ± 0,043	0,201 ± 0,105
	KV (%)	14,72	20,18	52,23

Keterangan: *) Baku Mutu Pb pada Air = 0,008 ppm; **) Baku Mutu Pb pada Sedimen = 400 ppm; ***) Baku Mutu Pb pada Kerang Darah = 1,5 ppm

Kadar Rerata Logam Berat Cu pada Air, Sedimen dan Kerang Darah. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diketahui bahwa, kadar Cu pada air berkisar antara 0,066 ppm sampai 0,069 ppm, sedangkan Cu pada sedimen berkisar antara 0,1 ppm sampai 0,113 ppm dan kadar Cu pada kerang darah berkisar antara 0,066 ppm sampai 0,078 ppm. Disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel. 3 Rerata/± Standar Deviasi Kadar Logam Berat Cu Pada Air, Sedimen dan Kerang Darah.

Sampel		Stasiun		
		Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
Air*	Rerata±SD(ppm)	0,066 ±0,047	0,068 ±0,048	0,069 ± 0,049
	KV (%)	7,12	7	7,1
sedimen*	Rerata±SD(ppm)	0,1 ± 0,003	0,113±0,008	0,107 ± 0,013
	KV (%)	3	7,08	12,15
Kerang darah***	Rerata ±SD(ppm)	0,078±0,003	0,076±0,007	0,066±0,001
	KV (%)	3,84	9,21	1,52

Keterangan: *) Baku Mutu Cu pada Air = 0,008 ppm; **) Baku Mutu Cu pada Sedimen = 100 ppm; ***) Baku Mutu Cu pada Kerang Darah = 20 ppm.

Kadar Pb Pada Air

Berdasarkan baku mutu logam berat untuk air laut dari Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 nilai ambang batas untuk Pb dan Cu adalah 0,008 ppm. Rerata kadar Pb di air yang didapat pada penelitian ini sudah melebihi nilai ambang batas baku mutu.

Pada stasiun III merupakan daerah jalur nelayan. Kebanyakan aktivitas transportasi nelayan menggunakan kendaraan berbahan bakar seperti solar, oli dan bensin. Hal ini akan menyebabkan di perairan tersebut terjadi peningkatan logam berat. Menurut (Komari, et. al, 2013) kadar Pb pada air dan sedimen mengalami peningkatan karena banyaknya aktivitas nelayan yang menggunakan bahan bakar.

Pada stasiun I dan II rerata kadar berbeda dengan rerata kadar Pb pada stasiun III, hal ini terjadi karena adanya hempasan gelombang, pasang surut, pembuangan sampah. Konsentrasi logam berat Pb pada air dimasing-masing stasiun berbeda-beda. Hal ini serupa yang telah dilaporkan Rochyatun *et al.* (2006) bahwa walaupun terjadi peningkatan sumber logam berat, namun konsentrasinya dapat berubah-ubah setiap saat. Tingginya rerata kadar Pb diduga karena lokasi pengambilan sampel dipengaruhi gelombang dan pencemaran oleh limbah. Menurut (Pahar, 1994) logam berat Pb dan Cu dapat masuk ke badan perairan tidak hanya melalui aktivitas pertambangan, akan tetapi logam tersebut masuk ke badan perairan melalui proses pengikisan dari batuan mineral akibat hempasan gelombang, serta aktivitas manusia diantaranya air buangan limbah dan pembuangan sampah.

Kadar Pb pada Sedimen

Menurut *Swedish Environmental Protection Agenclt* (SEPA) baku mutu sedimen untuk Pb 400 ppm. Apabila dibandingkan dengan hasil yang didapat bahwa konsentrasi Pb pada sedimen di perairan Muara Badak belum melebihi nilai ambang batas yang telah ditentukan. Rendahnya rerata kadar Pb pada stasiun I karena pada saat pengambilan sampel di perairan tersebut terjadi surut sedangkan pada stasiun III rendah karena pada stasiun tersebut aktivitas jalur nelayan dimana dipengaruhi oleh gelombang. Hal ini serupa dengan penelitian yang telah dilakukan [8] pada penelitian tersebut kadar Pb pada sedimen juga tinggi hal ini disebabkan karena adanya aktivitas transportasi dari laut berbahan bahan bakar yang masuk ke

perairan dan juga melalui hujan dan debu yang mengendap di sedimen. Menurut [10] menambahkan akumulasi bahan logam berat oleh sedimen disebabkan oleh gelombang dan pasang surut.

Rendahnya konsentrasi logam berat Pb pada sedimen masing-masing stasiun karena penelitian ini tidak ada aktivitas seperti industri pabrik baterai, kawat, kaleng tidak terdapat pada lokasi pengambilan sampel. Menurut [10] menyatakan bahwa Pb berasal dari industri-industri seperti pabrik baterai dan kawat.

Kadar Pb pada Kerang Darah

Berdasarkan baku mutu standar Pb pada kerang darah menurut SNI No 7387: 2009 adalah 1,5 ppm. Hal ini menunjukkan rerata kadar Pb pada kerang darah di perairan Muara Badak belum melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditentukan.

Logam berat Pb terdeteksi di kerang darah pada penelitian ini karena adanya beberapa aktivitas yang berasal dari kapal nelayan yaitu adanya limbah solar, oli dan bensin pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan [1]. Hal ini serupa dengan penelitian yang telah dilakukan [6] akumulasi Pb yang terjadi pada ikan nila karamba Danau Rawapening berasal dari buangan bahan bakar yang mengandung logam Pb dari perahu motor yang digunakan untuk kegiatan pariwisata maupun alat transportasi oleh nelayan.

Rendahnya rerata kadar Pb pada kerang darah dari semua stasiun diduga karena konsentrasi logam berat yang masuk dalam tubuh kerang darah belum terserap ke jaringan tubuh. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan [13] logam berat baik yang terlarut maupun yang berada di dalam sedimen dapat masuk ke jaringan tubuh kerang darah belum terakumulasi dan terlarut kembali ke dalam kolom air. Selain itu, konsentrasi logam berat Pb di dalam kerang darah juga dipengaruhi oleh ukuran dari kerang darah, semakin besar ukuran kerang darah maka konsentrasi logam berat akan menurun, hal ini terkait dengan kemampuan mengeliminasi logam berat, begitu juga dengan sebaliknya jika kerang darah memiliki ukuran kecil maka logam berat akan mudah terakumulasi oleh logam

berat. Rerata kadar Pb pada sedimen dan kerang darah tidak jauh berbeda, hal ini karena sifat dari logam berat. Hal ini diperkuat dengan pernyataan [11] Logam Pb adalah logam yang bersifat non esensial, logam tersebut akan mengalami peningkatan konsentrasi didalam jaringan seiring dengan kenaikan logam berat dalam badan perairan. Daging dan cangkang molluska merupakan bagian tubuh hewan yang banyak mengakumulasi logam di perairan sehingga akumulasi yang tinggi berhubungan erat dengan sifatnya sebagai hewan dasar yang mengambil makanan dengan cara menyaring air atau *filter feeder*.

Kadar Cu pada Air

Berdasarkan baku mutu menurut Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 untuk Cu adalah 0,008 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa air di perairan Muara Badak sudah melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditentukan. Adanya logam Cu tersebut berasal dari adanya aktivitas dermaga, transportasi nelayan dan pembuatan kapal. Hal ini sesuai dengan penelitian [1] logam berat Cu dipakai dalam bahan pengawetan kayu dan cat anti karat pada lambung kapal. Berbeda dengan rerata kadar Cu pada stasiun I dan stasiun II dikarenakan pada saat pengambilan sampel perairan tersebut sedang surut. Menurut [2] bahwa siklus pasang surut menyebabkan kuantitas logam berat pada satu satuan massa air tertentu akan menjadi menurun.

Berdasarkan baku mutu *Swedish Environmental Protection Agency* (SEPA) adalah 100 ppm. Rerata kadar Cu pada sedimen di perairan Muara Badak belum melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditentukan. Perbedaan rerata kadar Cu dari masing-masing stasiun karena adanya aktivitas masyarakat yang berbeda daerah pengambilan sampel. Tingginya rerata kadar Cu pada stasiun II, karena pada lokasi pengambilan sampel penelitian berada di dekat pelabuhan. Jalur transportasi yang menggunakan bahan bakar minyak seperti oli dan solar yang menyumbangkan tingginya Cu pada stasiun II tinggi. Hal ini serupa dengan penelitian yang telah dilakukan [5] konsentrasi logam Cu tertinggi ditemukan pada stasiun II (pelabuhan) yaitu 0,134 ppm.

Keberadaan logam Cu pada stasiun I dan stasiun III karena lokasi pengambilan sampel penelitian berada di daerah pemukiman warga

yang banyak membuang sampah langsung di perairan. Pada stasiun III merupakan jalur nelayan aktivitas transportasi dari nelayan berbahan bakar minyak seperti oli dan solar. Keberadaan Cu juga dipengaruhi oleh aktivitas limbah rumah tangga, pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan [6] bahwa nilai BCF kadar logam berat Cu tinggi dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat pada pengambilan sampel yaitu adanya karamba dekat pemukiman penduduk yang tentunya banyak menghasilkan limbah rumah tangga. Selain itu daerah penelitian juga dipengaruhi oleh pasang surut inilah yang menyebabkan juga rerata kadar Cu pada stasiun I dan stasiun III rendah. Hal ini juga dilaporkan [12] rendahnya kadar Cu berpengaruh pada pasang surut, penelitian yang telah dilakukan bahwa pada bulan Juli terjadi proses pengenceran yang merupakan pola faktor pasang surut

Berdasarkan baku mutu SK DepKes RI No.0375/B/SK/1989 untuk biota laut yang dikonsumsi untuk logam Cu yaitu 20 ppm. Dari rerata kadar Cu pada kerang darah di perairan Muara Badak belum melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditentukan. Menurut [10] batas toleransi kerang darah mengalami kematian dengan tenggang waktu 96 jam, jika kadar Cu berkisar 0,16 - 0,5 ppm maka konsentrasi akumulasi logam berat tidak akan mengakibatkan kematian terhadap kerang darah yang dijadikan sebagai bioindikator. Rerata kadar Cu pada stasiun I karena lebih tinggi dari pada stasiun I dan II karena lokasi tersebut dekat dengan perumahan warga. Aktivitas masyarakat sekitar pengambilan sampel membuang sisa limbah langsung di perairan. Rendahnya rerata kadar Cu di stasiun II dan stasiun III karena pada lokasi pengambilan sampel tersebut dipengaruhi siklus pasang surut dan gelombang. Menurut [2] siklus pasang surut menyebabkan kuantitas logam berat pada satu satuan massa air tertentu akan menurun.

Pada stasiun I, II dan III rerata kadar logam berat Cu antara sedimen dengan kerang darah tidak jauh berbeda. Hal ini berkaitan dengan habitat dan cara memperoleh makanan dari kerang darah yang berada dilumpur atau sedimen. Rendahnya logam berat Cu pada penelitian ini diduga hasil analisa parameter pH dan DO sesuai dengan yang telah ditentukan. Menurut [6] konsentrasi logam Cu meningkat dengan penurunan alkalinitas, oksigen terlarut, pH dan padatan tersuspensi. Rendahnya logam berat Cu dikarenakan pada pengambilan sampel

tidak adanya pabrik industri seperti industri percetakan, garment, besi stainless dan lain-lain.

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan kadar Cu dan Pb pada air dan sedimen diperairan Muara Badak. Dari 3 stasiun. Pada air Stasiun I Pb 0,206 ppm dan Cu 0,033 ppm, stasiun II Pb 0,204 ppm dan Cu 0,034 ppm, stasiun III Pb 0,376 ppm untuk dan Cu 0,035 ppm. Sedangkan untuk sedimen pada stasiun I Pb 0,261 ppm dan Cu 0,1 ppm, stasiun II Pb 0,285 ppm dan Cu 0,113 ppm, stasiun III Pb 0,212 ppm dan Cu 0,107 ppm. Kadar logam berat pada kerang darah (*Anadara granosa*). Pada stasiun I Pb 0,258 ppm dan Cu 0,078 ppm, stasiun II Pb 0,213 ppm dan Cu 0,075 ppm dan stasiun III Pb 0,602 ppm dan Cu 0,066 ppm.

Saran

Sebaiknya pada penelitian selanjutnya, dilakukan pengujian kadar logam berat Pb dan Cu pada organ kerang darah seperti gonad dan insang. Sehingga dapat diketahui bagian organ mana yang paling banyak terakumulasi logam berat.

Daftar Pustaka

- Azhar, H., Widowati Ita., Suprijanto J. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Cd, Cr Pada Kerang Simpson (*Amusium pleuronectes*), Air dan Sedimen di Perairan Wedung, Demak Serta Analisis Maimum Tolerable Intake Pada manusia. *Journal of marine Research*. 1-10.
- Cahyani, M, D., TN, R.A.,Yulianto, B. 2012.Studi Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Sungai Sayung dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Journal Of Marine Reseachr*. 1 (2).
- Darmono, 1995. *Logam Berat Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press.
- Fardiaz, S., 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Febrita, E., Darmadi., Trisnani, T. 2013. Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Siput Merah (*Cerithidea* sp.) di Perairan Laut Dumai Provinsi Riau. *Prosiding Semirata FMIPA*. Universitas Lampung.
- Hidayah, A.M., Purwanto., Soeprbowati, T. R. 2014. Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Di Keramba Danau Rawa Pening. 16 (1).
- Ilahi, A. S. 2013. ekosistem-estuari-pdf. diakses pada tanggal 15 Maret 2016.
- Komari, N., Utami, U.B., Febrina. 2013. Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Udang Windu (*Panaeusmonodon*) dan Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Kotabaru Kalimantan Selatan. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*.
- Palar H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineke Cipta.
- Selpiani, L.,Umroh., Rosalina, D. 2015. Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cu) pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Kawasan Pantai Keranji Bangka Tengah dan Pantai Teluk Kelabat Bangka Barat. *OSEATEK*. 9 (01).
- Silalahi, H.V., Amin, B., Efrilyeldi. 2014. Analisa Kandungan Logam Berat Pb, Cu dan Zn Pada Daging dan Cangkang Kerang Kepah (*Meretrix meretrix*) di Perairan Bagan Asahan Kecamatan Tanjung Balai Asahan. Hal (1-13).
- Rochyatun, E., Kaisupy, T.M., & Rozak, A. (2006). Distribusi Logam Berat dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Makara, Sains*, 10 (1).
- Rudiyanti, S. 2009. Biokonsentrasi Kerang Darah (*Anadara granosa*) Terhadap Logam Berat Cadmium (Cd) Yang Terkandung Dalam Media Pemeliharaan Yang Berasal Dari Perairan Kaliwungu. Seminar Nasional. Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro.

Wardhana, W. A. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.