



Kandungan logam berat pb pada air laut, sedimen dan tiram *saccostrea glomerata* di Pelabuhan Pasiran Sabang [Content of the heavy metal pb in sea water, sediment and oysters *saccostrea glomerata* in Pasiran Sabang Port]

Asmaul Husna^{1*}

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Almuslim. Jln. Almuslim Matanglumpangdua, Bireuen-Aceh

ABSTRACT | The objective of the research was to determine the lead content in sea water, sediment and oyster *Saccostrea glomerata* at Pasiran port, Sabang. This research was conducted at Pasiran port, Sabang on January 2015. Samples were analyzed using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) at BARISTAND (Industry Research and Standardization Center) laboratory. It was obtained that lead content in sea water, sediment and *Saccostrea glomerata* at station 1 were 7,724 mg/l; 68.89 mg/kg; and < 0.0001 mg/kg. At station 2 were 4,935 mg/l; 86.17 mg/kg; and < 0.0001 mg/kg, and at station 3 were < 0.0012 mg/l; 113.83 mg/kg; and < 0.0001 mg/kg; respectively. The result showed that lead pollution in sea water at station 1 ; 2 and in sediment at station 2 ; 3 were out of the threshold based on the regulation of Ministry of Environment No. 51 in 2004 and RNO in 1981. But, lead pollution in oysters (*S. glomerata*) at all stations were not out of threshold.

Key words | Sea water, sediment, *Saccostrea glomerata*, Atomic Absorption Spectrophotometer.

ABSTRAK | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb pada air laut, sedimen dan tiram *Saccostrea glomerata* di perairan Pelabuhan Pasiran Sabang. Penelitian ini dilakukan di Pelabuhan Pasiran Kota Sabang pada bulan Januari 2015. Sampel di analisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) di laboratorium BARISTAND (Badan Riset dan Standarisasi Industri Aceh). Diperoleh kadar Pb pada air laut, sedimen, tiram *Saccostrea glomerata* di Stasiun 1 berturut – turut adalah 7,724 mg/l; 68,89 mg/kg; <0,0001 mg/kg. Di Stasiun 2 nilainya berturut – turut adalah 4,935 mg/l; 86,17 mg/kg; <0,0001 mg/kg dan di Stasiun 3 nilainya berturut – turut adalah <0,0012 mg/l; 113,83 mg/kg; <0,0001 mg/kg. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa cemaran logam Pb pada air laut di stasiun 1 dan 2 serta pada sedimen di stasiun 2 dan 3 telah melewati ambang batas yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 serta RNO tahun 1981. Namun cemaran Pb pada tiram *Saccostrea glomerata* ditemukan belum melewati ambang batas yang ditentukan.

Kata kunci | Ikan Air laut, sedimen, tiram, *Saccostrea glomerata*, Atomic Absorption Spectrophotometer.

Received | 13 November 2022, **Accepted** | 19 November 2022, **Published** | 30 November 2022.

***Koresponden** | Asmaul Husna, Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Almuslim. Jln. Almuslim Matanglumpangdua, Bireuen-Aceh. **Email:** asmaulhusna279@gmail.com

Kutipan | Husna, A. (2022). Kandungan logam berat pb pada air laut, sedimen dan tiram *saccostrea glomerata* di Pelabuhan Pasiran Sabang: *Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 4(2), 118-124.

p-ISSN (Media Cetak) | 2657-0254

e-ISSN (Media Online) | 2797-3530



© 2022 Oleh authors. [Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan](#). Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#).

PENDAHULUAN

Pelabuhan Pasiran terletak di Kecamatan Suka Karya, Kota Sabang, Propinsi Aceh, merupakan kawasan yang sangat potensial untuk dikembangkan dalam berbagai sektor termasuk sektor perikanan. Pelabuhan pasiran ini

merupakan kawasan multifungsi berbagai aktivitas dapat dilakukan dikawasan ini yaitu untuk perikanan, pemukiman, pariwisata, industri, perdagangan, pelabuhan, konservasi dan transportasi laut. Tingginya aktivitas yang terjadi menimbulkan dugaan adanya pencemaran, salah satunya adalah keberadaan

logam timbal (Pb). Aktivitas yang berpotensi mencemari perairan Pelabuhan Pasiran Sabang dapat berasal dari aktivitas yang terjadi di darat maupun di perairan, misalnya pencemaran logam berasal dari aktivitas wisata, pembuangan sampah penduduk, pembuatan sampan oleh nelayan, pipa-pipa penduduk, pembuangan limbah balas oleh kapal dan cat anti karat pada lambung dasar kapal.

Hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa permukaan air di perairan pelabuhan pasiran telah tertutupi oleh minyak. Selain menutupi permukaan perairan, minyak tersebut banyak menempel pada tiang-tiang dan bebatuan di sekitar pelabuhan. Berdasarkan hasil observasi diduga perairan tersebut rentan tercemar oleh logam berat seperti Pb. Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang potensial menjadi bahan kontaminan, karena merupakan senyawa yang bertahan lama di dalam suatu badan air sebelum akhirnya mengendap atau terabsorpsi oleh adanya berbagai reaksi fisik dan kimia perairan (Mukhtasor, 2002).

Logam Pb yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi sumber racun pada kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh suatu logam berat terhadap semua biota perairan tidak sama, namun kehancuran dari suatu kelompok dapat menjadikan terputusnya suatu mata rantai kehidupan. Pada tingkat lanjutnya, keadaan ini tentu saja dapat menghancurkan suatu tatanan ekosistem perairan (Palar, 2004). Oleh karena itu perlu dilakukan suatu kajian mengenai analisis kadar logam Pb pada beberapa sampel yang terdapat di perairan Pelabuhan Pasiran. Kajian ini akan menganalisis sampel air laut, sedimen dan biota yaitu Tiram *Saccostrea glomerata*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Januari tahun 2015. Pengambilan sampel penelitian dilakukan pada tiga stasiun yaitu stasiun I di TPI Pasiran, stasiun ke II di Dokker Kapal dan stasiun III di Pelabuhan BPKS. Sampel yang diambil berupa air laut, sedimen dan tiram *Saccostrea glomerata*. Pengambilan sampel air dilakukan pada kedalaman 1 meter dibawah permukaan air. Pengambilan sampel sedimen dilakukan sesuai dengan metode yang

digunakan oleh Hutagalung (1997), dan Pengambilan sampel tiram *Saccostrea glomerata* dengan ukuran panjang 5 cm dan lebar 3 cm yang diambil menggunakan pisau pada tiap stasiun sebanyak 20 ekor sampel tiram *Saccostrea glomerata*.

Perlakuan Sampel

Sampel air dan sedimen yang telah diambil dimasukkan kedalam botol sampel masing – masing tiap stasiun kemudian di beri label nama sesuai stasiun pengambilan sampel. Sampel tiram *Saccostrea glomerata* yang sudah diambil pada titik lokasi masing-masing kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan ditambahkan air, formalin serta diberi oksigen dengan cara membuat lubang-lubang kecil pada plastik sampel dan selanjutnya diberi label nama pada plastik sampel. Kemudian sebelum sampel diukur menggunakan AAS, sampel dicuci bagian cangkangnya dan diambil bagian dalamnya, diiris menggunakan gunting, kemudian dimasukkan kedalam krus porselen dan ditimbang sebanyak yang diperlukan.

Proses Detruksi Logam Pb

Proses perlakuan logam berat Pb dalam air

Sebanyak 10 ml air laut disaring menggunakan kertas saring 0,45 m menggunakan kompresor kedalam gelas kimia 50 ml. Kemudian untuk membuat pH air laut kisaran 3,5 – 4 maka ditambahkan 1 ml larutan HNO₃ pekat. Dituangkan sampel air kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquadest hingga tanda batas, lalu dikocok selama 1 menit. Kemudian diukur dengan AAS menggunakan nyala udara asetilen.

Proses perlakuan logam berat Pb dalam sedimen

Sampel sedimen dimasukkan kedalam beaker Teflon secara merata agar mengalami proses pengeringan sempurna didalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Sampel sedimen yang telah dikeringkan ditumbuk sampai halus dan ayak dengan ayakan 0.0021 inchi, pada setiap sampel sedimen ditimbang sebanyak 5 gram menggunakan timbangan digital, kemudian dimasukkan kedalam gelas kimia 100 ml.

Selanjutnya ditambahkan 20 ml HCL dan 10 ml HNO₃ dan dipanaskan pada suhu 110°C diatas *Hot plate*, setelah semua sedimen larut pemanasan diteruskan hingga larutan kering. Selanjutnya sampel didinginkan pada suhu

ruang dan disaring dalam labu ukur menggunakan kertas whatman. Sampel yang telah disaring ke dalam labu ukur ditambahkan aquades hingga volumenya mencapai 100 ml. Kemudian diukur dengan AAS menggunakan nyala udara asetilen.

Proses perlakuan logam Pb pada Tiram *Saccostrea glomerata*

Sampel yang telah dihaluskan, kemudian ditimbang sebanyak 5 gram di dalam porselen yang sudah diketahui bobotnya. Dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 ml, kemudian ditambahkan HNO₃ 10 ml dan dipanaskan di atas *hot plate* hingga semua sampel larut, di atur suhu *hotplate* 110°C. Setelah semua sampel larut, kemudian didinginkan lalu disaring dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquadest hingga tanda batas, kemudian diukur dengan AAS.

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Kurva Kalibrasi standar untuk penentuan logam Pb, diperoleh dengan menggunakan serapan larutan standar masing-masing unsur pada kondisi optimum unsur. Kemudian linieritas kurva kalibrasi dibuat dengan larutan standar Pb dengan konsentrasi 1000 ppm di pipet 10 ml, dimasukkan ke labu ukur 100 ml, ditambahkan HNO₃ 5N, diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas, sehingga diperoleh larutan induk 100 ppm sebanyak 100 ml. Larutan 100 ppm tersebut digunakan sebagai larutan induk untuk membuat larutan standar. Larutan standar logam diencerkan sesuai kebutuhan, untuk larutan standar Pb digunakan 5 variasi konsentrasi yaitu 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 5 ppm, dan 10 ppm, kemudian diukur pada panjang gelombang 217,0 nm.

Analisis Sampel dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer*

Analisis logam dilakukan dengan menggunakan AAS. Prosedur pengoperasian AAS yaitu dihidupkan alat AAS, kemudian larutan standar dan sampel dimasukkan dalam tabung reaksi yang tersedia pada alat AAS, dilakukan pengaturan pada komputer alat AAS penggunaanya, dihidupkan Api dan lampu katoda AAS, Posisi lampu juga diatur untuk memperoleh serapan maksimum. Kemudian di aspirasi larutan standar ke dalam nyala udara asetilen, penunjukkan hasil bacaan pengukuran harus nol dengan menekan tombol nol. Secara berturut-turut larutan baku dianalisis ke menggunakan AAS, dan dilanjutkan dengan larutan sampel (air, sedimen dan tiram *Saccostrea glomerata*). Hasil pengukuran serapan atom akan dicatat, kemudian dihitung untuk mendapatkan konsentrasi logam pada larutan contoh.

Perhitungan kadar logam berat

Kadar logam berat akan dihitung berdasarkan nilai konsentrasi regresi yang ditampilkan pada AAS. Konsentrasi regresi ini diperoleh berdasarkan nilai regresi kurva kalibrasi. Rumus yang digunakan untuk menentukan kadar logam Pb adalah sebagai berikut :

$$\text{Kadar logam} = \frac{C_{reg} \times P \times V}{G} \text{ mg/kg}$$

Keterangan:

C_{reg} = Konsentrasi regresi (mg/L)

P = Faktor pengenceran

V = Volume pelarutan (L)

G = Berat sampel (Kg)

HASIL

Data hasil pengamatan logam berat Pb pada air laut, sedimen dan tiram *Saccostrea glomerata* disajikan pada Tabel berikut ini.

Tabel 1 Data Hasil aqnalisis kandungan logam Pb pada sampel air laut, sedimen, dan tiram *S. glomerata*

No	Parameter uji	Satuan	Metode Uji	Hasil uji / stasiun			Baku mutu (2004)
				1	2	3	
1	Air Laut	mg/kg	AAS	0.7724	0.4935	<0.0012	0.008 mg/L
2	Sedimen	mg/kg	AAS	68.89	86.17	113.83	10-70 mg/L
3	Tiram (<i>Saccostrea glomerata</i>)	mg/kg	AAS	< 0.0001	<0.0001	<0.0001	0.008 mg/L

PEMBAHASAN

Pencemaran logam Pb di pelabuhan pasiran sabang pada umumnya disebabkan oleh kegiatan manusia seperti industri pembuatan kapal, pembuatan sampan nelayan, pembuangan limbah rumah tangga dan arus pelayaran yang padat. Palar (2008) menyatakan bahwa logam – logam dalam badan perairan dapat berasal dari sumber – sumber alamiah dan aktivitas yang dilakukan oleh manusia.

Data yang dihasilkan memiliki nilai yang berbeda tergantung pada setiap stasiun dan kedalaman setiap stasiun. Stasiun 1 terletak di TPI Pasiran dengan kedalaman 18 meter, dimana memiliki aktivitas penurunan ikan, pembuangan limbah balas kapal dan cat anti karat pada lambung kapal. Stasiun 2 dengan kedalaman 6.5 meter, terletak pada dokker kapal dimana yang memiliki aktivitas pengerukan lambung kapal, pembuatan kapal, pengecatan anti karat pada lambung kapal, terdapat pencemaran minyak, dan pembuangan limbah manusia dari saluran pembuangan yang ada disamping dokker kapal. Stasiun 3 dengan kedalaman 25 meter, terletak di pelabuhan BPKS yang memiliki aktivitas tempat parkir kapal nelayan, pembuangan limbah balas kapal, pembuatan sampan nelayan, dan biasanya tempat persinggahan kapal pesiar.

Tingginya kandungan Pb pada stasiun 1 dan stasiun 2 ini dapat berasal dari pemasukan limbah yang ada disekitar stasiun 1 dan stasiun 2. Pada stasiun 1 logam Pb dapat berasal dari pembuangan limbah balas kapal, cat anti karat pada kapal dan limbah dari TPI sedangkan pada stasiun 2 logam Pb dapat berasal dari pengerukan cat pada lambung kapal, pengecatan lambung kapal, limbah minyak dari perusahaan pertamina yang dapat merembes pada stasiun 2, pembuangan limbah rumah tangga, dan pembuatan lambung kapal. Pada stasiun 3 kandungan logam Pb pada air masih rendah bahkan tidak terdeteksi. Pada stasiun 3 ini pemasukan logam Pb hanya berasal dari pembuangan limbah balas kapal dan pembuatan sampan nelayan. Stasiun 3 ini terletak dipelabuhan BPKS yang merupakan pelabuhan yang baru siap setelah pembangunan, jadi masih berkurangnya kapal – kapal yang berlabuh dipelabuhan tersebut.

Darmono (1995) mengatakan kandungan logam dalam air dapat berubah bergantung pada

lingkungan dan iklim. Pada musim hujan, kandungan logam akan lebih kecil karena proses pelarutan sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi.

Hasil pengamatan kandungan logam berat Pb dalam sedimen di perairan pelabuhan sabang pada stasiun 1 diperoleh nilai 68.89 mg/kg dan pada stasiun 2 dengan nilai 86.17 mg/kg sedangkan pada stasiun 3 diperoleh nilai 113.83 mg/kg. Dari nilai yang diperoleh dapat dilihat bahwa pada stasiun 1, 2 dan 3 kandungan Pb dalam sedimen nilainya tidak berbeda jauh. Kandungan tersebut telah mengalami kontaminasi tertinggi dari ambang batas maksimum dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 yang telah di ralat pada nomor 179 tahun 2004 tentang baku mutu sedimen untuk kandungan Pb pada perairan pelabuhan adalah sebesar 70 mg/L. Kandungan Pb rata – rata yang tertinggi terdapat di stasiun 3. Di bawah ini adalah gambar kandungan rata – rata logam berat Pb dalam sedimen.

Pada gambar 4 disajikan kandungan logam berat Pb pada sedimen yang diam mbil dari pelabuhan pasiran Sabang menunjukkan nilai rata-rata yang paling tinggi pada stasiun 3. Tingginya kandungan logam Pb pada stasiun 3 disebabkan oleh pemasukan logam Pb dari pembuangan limbah balas kapal baik kapal ikan maupun kapal pesiar yang berlabuh dan pembuatan sampan nelayan. Stasiun 3 terletak di pelabuhan BPKS yang merupakan salah satu pelabuhan yang baru siap pembangunan, dulunya di stasiun 3 ini merupakan pelabuhan kecil untuk kapal ikan, sekarang telah diperbesar menjadi pelabuhan bebas sehingga banyak logam Pb yang mengendap di dasar perairan. Sedangkan pada stasiun 1 terletak di TPI Pasiran, pemasukan logam Pb berasal dari pembuangan limbah balas kapal ikan dan cat anti karat pada lambung kapal yang lama kelamaan akan mengendap pada dasar perairan dan logam Pb dari stasiun 2 berasal dari pengerukan cat pada lambung kapal, pengecatan cat anti karat pada lambung kapal, pembuangan limbah rumah tangga dan cemaran minyak dari kapal pertamina yang dibawa oleh arus laut yang dalam jangka waktu yang lama akan mengendap pada dasar perairan.

Hal ini dapat terjadi melalui proses akumulasi bahan-bahan yang tidak larut dalam air yang

selanjutnya terendapkan di dasar perairan. Tingginya kandungan logam berat pada sedimen erat hubungannya dengan sifat logam berat yang mudah terikat oleh bahan-bahan organik yang ada pada sedimen (Connell dan Miller, 1995).

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa tiram *Saccostrea glomerata* sangat sedikit mengakumulasi logam Pb dalam tubuhnya dari alam. Rerata kandungan logam Pb dalam tubuh tiram ini hanya < 0.0001 mg/kg pada semua stasiun. Kandungan tersebut belum mengalami kontaminasi dari ambang batas maksimum dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 yang telah di ralat pada nomor 179 tahun 2004 tentang baku mutu biota laut untuk kandungan Pb pada perairan pelabuhan adalah sebesar 0.008 mg/L.

Rendahnya kandungan logam Pb pada tiram *Saccostrea glomerata* di pelabuhan pasir disebabkan oleh habitat melekatnya tiram *Saccostrea glomerata* dan pengaruh curah hujan yang tinggi pada bulan Desember. Tiram *Saccostrea glomerata* melekat pada dinding pelabuhan yang selalu terendam pada permukaan air laut. Jadi pada curah hujan yang tinggi maka air permukaan laut akan bercampur dengan air hujan sehingga terjadinya proses sirkulasi air laut menyebabkan kandungan logam Pb pada permukaan air laut akan sedikit.

Terdapatnya Pb dalam tubuh tiram *Saccostrea glomerata* menunjukkan bahwa Pb dari media hidupnya masuk kedalam tubuh tiram *Saccostrea glomerata*. Menurut Waldichuk (1974), factor yang mempengaruhi tingkat akumulasi logam berat adalah jenis logam berat, jenis atau ukuran organisme, lama pemaparan, serta kondisi lingkungan perairan seperti suhu, pH, dan salinitas. Hasil penelitian sebelumnya memberikan gambaran bahwa pada umumnya semakin besar ukuran kerang maka kandungan logam berat akan menurun. Wulandari (2012) menyatakan bahwa kerang yang berukuran kecil (muda) memiliki kemampuan akumulasi yang lebih besar dibandingkan dengan kerang yang berukuran lebih besar (tua). Diduga semakin besar ukuran (tua) kerang maka akan semakin baik kemampuannya dalam mengeliminasi logam berat. Kenaikan suhu, penurunan pH, dan penurunan salinitas perairan menyebabkan tingkat bioakumulasi semakin besar.

KESIMPULAN

Penulis Kandungan logam berat Pb pada air laut dan sedimen di perairan pelabuhan sabang telah melewati ambang batas maksimum dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Kandungan logam berat Pb pada tiram *Saccostrea glomerata* pada bulan Januari 2015 masih dibawah ambang batas maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansari, T.M., I.L. Marr, N.Tariq. 2004. Heavy metals in marine pollution perspective a mini review. *J. Applied Sciences*. 4(1):1-20.
- Apostolatos, C., 2010. The use journal of the Sidney rock oyster (*Saccostrea glomerata*) and black mussel (*Mythilus Galloprovincialis*) in determining the role of sediment in metal bioaccumulation in Sydney Estuary Australia. University of Sidney, Australia.
- Bahar, B., 2004. Panduan praktis memilih dan menangani produk perikanan. Bahan dan hak cipta. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Connell, D. W., G. J. Miller. 1995. Kimia dan ekotoksikologi pencemaran. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Darmono. 1995. Logam dalam sistem biologi makhluk hidup. Penerbit UI Press, Jakarta.
- Darmono. 2001. Lingkungan hidup dan pencemaran : Hubungan dengan toksikologi senyawa logam. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Effendi, H. 2000. Telaahan kualitas air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan lingkungan perairan. Penerbit kanisius, Yogyakarta.
- Hamidah.1980. Pengaruh Logam Berat terhadap Lingkungan. Pewartu, Jakarta.
- Harahap, S. 1991. Tingkat Pencemaran Air Kali Cakung ditinjau dari Sifat Fisika-<http://www.epa.gov> [9 Desember 2014].
- Hutagalung, H. P, Setiapermana, D., Riyono, S.H. 1997. Metode analisis air laut, sedimen dan biota. Buku 2. Puslitbang Oseanologi, LIPI, Jakarta.182 pp.
- Hutagalung, H. P. 1991. Pencemaran laut oleh logam berat.Pencemaran laut di Indonesia dan teknik pemantauannya.P30 – LIPI, Jakarta.
- Levington, J. S. 1975. Stability communities of suspension feeding and deposit feeding the american naturalist. 106(950).
- Lu, F. C. 1995. Toksikologi dasar.UI-Presss, Jakarta.
- Martini, J.T.,H. I. Januar., Sugiyono.2004. Upaya pengurangan cemaran logam berat pada daging kerang hijau (*Perna viridis*) dengan larutan

- kitosan api. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Edisi Pasca Panen. 10(3): 7-10.
- Mukhtasor, 2002. Pencemaran pesisir dan laut. Pradnya Paramita, Jakarta. 322 hal.
- Nanty, I. H. 1999. Kandungan logam berat dalam badan air dan sedimen di muara sungai Way Kambas dan Way Sekampung, Lampung. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan toksikologi logam berat. Rineka Cipta, Jakarta.
- Saeni, M. S. 1989. Kimia lingkungan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Siaka, M. I. 1998, The application of atomic absorption spectroscopy to the determination of selected trace element in sedimen of the coxs river catchment. Departement of Chemistry, Faculty of Science and Technology, University of Western Sydney Nepean, Riau.
- Supriatno., Lelifajri. 2009. Analisis logam berat Pb dan Cd dalam sampel ikan dan kerang secara spektrofotometri serapan atom. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan 7(1): 5-8.
- Syahminan. 1996. Studi distribusi pencemaran logam berat di perairan estuari. Toksikologi senyawa logam. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Waldichuk, M. 1974. Some biological concern in metal pollution. Academic Water: Consumer Factsheet on Cadmium, Washington, D.C.
- Wulandari. 2012. Kandungan logam berat Pb pada air laut dan tiram (*Saccostrea glomerata*) sebagai bioindikator kualitas perairan Prigi, Trenggalek, Jawa Timur, Jurnal Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Vol. 1(1): 10-14.