



ANALISIS TIMBAL (Pb) PADA SEDIMEN DAN AIR LAUT DI KAWASAN PELABUHAN NELAYAN GAMPONG DEAH GLUMPANG KOTA BANDA ACEH

ANALYSIS OF LEAD (Pb) IN SEDIMENT AND SEAWATER AT FISHING PORT OF GAMPONG DEAH GLUMPANG, BANDA ACEH

Latifah Rizkiana^{1*}, Sofyatuddin Karina¹, Nurfadillah²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah

Kuala. ²Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala. Darussalam, Banda Aceh.

*Email korespondensi: latifahrizkiana@gmail.com

ABSTRACT

Fishing port of Deah Glumpang is crowded with several activities and potentially be contaminated by heavy metal such lead (Pb). The objective of this study was to evaluate the lead content in sea water and sediment in this area. The research was conducted at fishing port of Deah Glumpang, Banda Aceh on October 2016. Samples were analyzed at Laboratory of Industrial Research and Standardisation Body (BARISTAND) using *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Samples of sea water and sediment were collected from four Stations using purposive sampling method. Leads content in sediment from three Stations were identified still under threshold based on the quality standard of *Swedish Environmental Protection Agency* (SEPA). The highest value of lead was obtained at Station II (15,41 mg/kg). While, leads content in sea water from Station II, III and IV were identified passed the threshold based on the standart quality for port waters of the Ministry of Environment in 2004. The highest lead content was obtained at Station III (2,37 mg/l).

Keywords : Heavy metal (Pb), sediment and sea water, *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)

ABSTRAK

Pelabuhan nelayan Gampong Deah Glumpang merupakan pelabuhan yang memiliki aktivitas multifungsi, sehingga perairan tersebut rentan terhadap pencemaran logam berat seperti Pb. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) pada air laut dan sedimen. Penelitian ini dilakukan di pelabuhan nelayan Gampong Deah Glumpang, Kota Banda Aceh pada Bulan Oktober 2016. Sampel dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) di laboratorium Badan Riset dan Standarisasi Industri Aceh (BARISTAND). Pengambilan sampel sedimen dan air laut dilakukan pada empat Stasiun dengan metode *purposive sampling*. Kadar Pb pada sedimen di tiga Stasiun pengamatan teridentifikasi dalam kategori rendah sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan oleh *Swedish Environmental Protection Agency* (SEPA). Kadar logam Pb tertinggi pada sedimen terdapat di Stasiun II yaitu sebesar 15,41 mg/kg. Hasil analisis sampel air laut pada Stasiun II, III dan IV teridentifikasi telah melewati



ambang batas baku mutu berdasarkan ketetapan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2004 untuk perairan pelabuhan. Kadar tertinggi diperoleh pada Stasiun III sebesar 2,37 mg/l.

Kata kunci : Logam berat timbal (Pb), sedimen dan air laut, *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)

PENDAHULUAN

Gampong Deah Glumpang terletak di Kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh. Pelabuhan nelayan yang berada di Desa Deah Glumpang merupakan salah satu pelabuhan yang memiliki multifungsi untuk berbagai aktivitas yang kemungkinan besar menghasilkan buangan limbah, termasuk logam berat. Aktivitas tersebut diantaranya adalah pembuatan kapal, pengecatan kapal, pengelasan kapal, pembersihan kapal dan lalu lintas kapal nelayan.

Tingginya aktivitas yang terjadi menimbulkan dugaan adanya pencemaran yang salah satunya adalah keberadaan logam timbal (Pb). Logam-logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan laut akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam sedimen dan organisme akuatik (Dahuri, 2003; Ismarti *et al.*, 2017). Logam berat yang terakumulasi dalam sedimen maupun dalam organisme akuatik akan bertambah sejalan dengan berjalannya waktu dan konsentrasinya tergantung pada kondisi lingkungan perairan tersebut (Edward, 2014, 2015; Astuti *et al.*, 2016; Sasnita *et al.*, 2017).

Hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa permukaan air di perairan sekitar pelabuhan nelayan sebagian tertutupi oleh minyak dan terdapat sisa-sisa cat yang terkelupas dari badan kapal di permukaan perairan. Berdasarkan hasil observasi diduga perairan tersebut rentan tercemar oleh logam berat seperti Pb. Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang berpotensi menjadi bahan kontaminan, karena merupakan senyawa yang bertahan lama didalam suatu badan air sebelum akhirnya mengendap atau terabsorpsi oleh adanya berbagai reaksi fisik dan kimia perairan (Mukhtasor, 2002; Sarong *et al.*, 2015). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) pada air laut dan sedimen di Pelabuhan nelayan Gampong Deah Glumpang, Kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh.

BAHAN DAN METODE

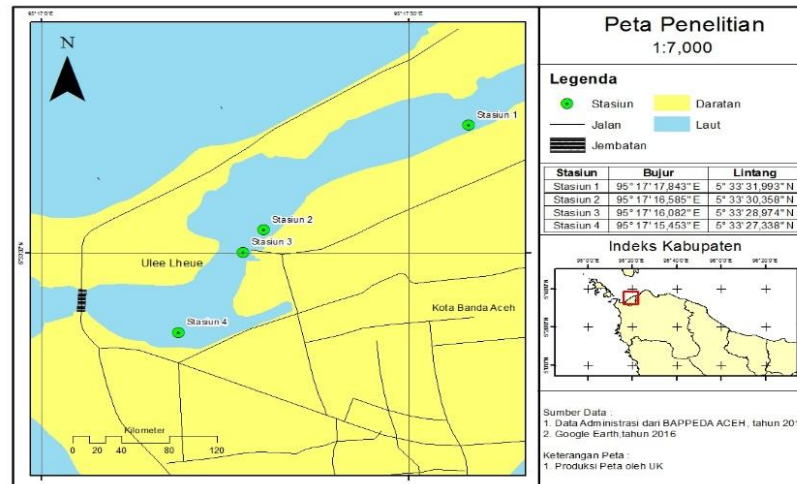
Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di perairan pelabuhan kapal nelayan Gampong Deah Glumpang, Kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh pada Bulan Oktober 2016. Analisis sampel logam berat dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Aceh (BARISTAND). Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) merek (Shimadzu AA 7000), neraca listrik (*Mettler AE 204*), lampu katoda Pb, oven, *hot plate*, labu ukur, krus porselen, plastik sampel, botol sampel, kamera digital, pipa PVC, kertas saring 40 (*whatman*), *water bath*, timbangan digital, gelas kimia, kaca arloji, spatula dan alat-alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel air laut dan sedimen, yang diperoleh dari perairan disekitar pelabuhan nelayan, standar logam Pb, HNO_3 , aquabides.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di empat Stasiun pengamatan, lokasi pengambilan sampel ditentukan dengan cara *purposive sampling*, secara berurutan Stasiun 1, 2, 3 dan 4 yaitu pemukiman warga, kawasan mangrove, dokker kapal dan kawasan wisata Ulee Lheue. Pengambilan sampel di setiap Stasiun dilakukan dengan cara berbeda-beda sesuai dengan sampel yang akan diambil seperti: Pengambilan sampel air laut diambil dari kedalaman 0 – 30 cm dan diberi beberapa tetes HNO_3 untuk menstabilkan air sampel tersebut pada pH 2 (Ramessur *et al.*, 2001). Pengambilan sampel sedimen dilakukan sesuai dengan metode yang digunakan oleh Hutagalung *et al.* (1997). Sedimen sebanyak 500 g diambil menggunakan alat pengambil sedimen (pipa PVC) dan dimasukkan dalam kantong plastic PE.

Proses Destruksi Logam Pb

- Proses perlakuan logam berat Pb dalam air laut

Sebanyak 50 ml air laut ditambah HNO_3 1 ml dipanaskan hingga berkurang dengan volume 20 ml diatas *water bath* dengan suhu 99°C kemudian dimasukkan kedalam labu ukur ukuran 50 ml di tambahkan air aquabides hingga tanda batas, selanjutnya disaring menggunakan kertas saring *whatman* ukuran medium (40), lalu dikocok selama 30 detik. Kemudian diukur dengan AAS menggunakan nyala udara asetilen.

- Proses perlakuan logam berat Pb dalam sedimen

Sampel sedimen dimasukkan dalam kaca arloji secara merata agar mengalami proses pengeringan sempurna di dalam oven pada suhu 105°C selama 6 jam. Sampel sedimen yang telah dikeringkan ditumbuk sampai halus dan ayak dengan ayakan 150 μm , pada setiap sampel sedimen ditimbang sebanyak 0,3 gram menggunakan timbangan digital, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 50 ml.



Selanjutnya ditambahkan 10 ml HNO_3 dan dipanaskan pada suhu 140°C di atas *hot plate*, setelah semua sedimen larut, pemanasan diteruskan hingga larutan setengah kering. Selanjutnya sampel didinginkan pada suhu ruang dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquabides hingga tanda batas, lalu disaring dengan kertas saring *whatman* ukuran medium (40). Kemudian diukur dengan AAS menggunakan nyala udara asetilen.

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi standar untuk penentuan logam Pb, diperoleh dengan menggunakan serapan larutan standar masing-masing unsur pada kondisi optimum unsur. Kurva kalibrasi dibuat dengan larutan standar Pb dengan konsentrasi 1000 ppm dipipet sebanyak 1 ml, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, diencerkan dengan aquabides hingga tanda batas, sehingga diperoleh larutan induk 10 ppm sebanyak 100 ml. Larutan 10 ppm tersebut digunakan sebagai larutan induk untuk membuat larutan standar. Larutan standar logam diencerkan sesuai kebutuhan, untuk larutan standar Pb digunakan 4 variasi konsentrasi yaitu 0,5 ppm, 1 ppm, 2 ppm dan 4 ppm kemudian diukur pada panjang gelombang 217,0 nm.

Analisis Sampel dengan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

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 penggunaannya, dihidupkan api dan lampu katoda AAS, kemudian diaspirasi larutan standar ke dalam nyala udara asetilen, penunjukkan hasil bacaan pengukuran harus nol dengan menekan tombol nol. Secara berturut-turut larutan baku dianalisis menggunakan AAS, dan dilanjutkan dengan larutan blanko serta larutan sampel (air dan sedimen). Hasil pengukuran serapan atom akan dicatat, kemudian dihitung untuk mendapatkan konsentrasi logam pada larutan contoh.

Analisis Data

Data yang dianalisa pada penelitian ini merupakan data yang berasal dari alat AAS. Data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang menentukan nilai absorbansi dan nilai konsentrasi Pb. Konsentrasi regresi ini diperoleh berdasarkan nilai regresi kurva kalibrasi (Supriatno dan Lelifajri, 2009). Rumus yang digunakan untuk menentukan kadar logam Pb adalah sebagai berikut :

- a. Sedimen

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

- b. Air laut

$$\text{Kadar logam (mg/l)} = \frac{C_{\text{reg}} \times P \times V_1}{V_2}$$

Keterangan :

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

P = Faktor pengenceran



G	= Berat sampel (Kg)
V ₁	= Volume sampel yang diukur (L)
V ₂	= Volume sampel yang dilarutkan (L)
V	= Volume larutan sampel (L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil analisis logam Pb pada sedimen dan air laut dengan menggunakan AAS menunjukkan bahwa kandungan logam Pb pada sedimen belum melampaui baku mutu yang ditetapkan oleh *Swedish Environmental Protection Agency* (SEPA), sedangkan kandungan logam Pb pada air laut telah melebihi baku mutu yang ditetapkan untuk perairan pelabuhan. Hasil analisis logam Pb pada sedimen dan air laut dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data hasil analisis kandungan logam Pb pada sampel air laut dan sedimen di kawasan pelabuhan nelayan, Gampong Deah Glumpang.

No	Sampel	Satuan	Metode uji	Hasil uji/Stasiun				Baku mutu	
				1	2	3	4	*MENLH Tahun 2004	**SEPA
1	Sedimen	mg/kg	AAS	8,67	15,41	14,46	ttd	-	<5 (Sangat rendah) 5-30 (Rendah) 30-100 (Sedang) 100-400 (Tinggi) >400 (Sangat tinggi)
2	Air Laut	mg/l	AAS	ttd	0,69	2,37	0,06	0,05	-

Keterangan : ttd = tidak terdeteksi pada batas deteksi AAS <0,0001 ppm

Sumber * : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2004

Sumber ** : Ma'rifah *et al.* (2016)

Pembahasan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kandungan logam Pb dalam air laut yang diamati di setiap Stasiun. Kandungan logam Pb yang paling tinggi terdapat di Stasiun 3 yaitu sebesar 2,37 mg/l dan terendah di Stasiun 1 yaitu <0,0001 mg/l. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 pada lampiran I tentang baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan, nilai baku mutu logam Pb adalah 0,05 mg/l. Kandungan logam Pb pada air laut pada Stasiun 2, 3 dan 4 telah melebihi ambang batas baku mutu yang ditetapkan.

Tingginya kandungan logam Pb dalam air laut pada Stasiun 3 diduga berasal dari aktivitas dokker kapal, dimana pada kawasan ini ditemukan adanya aktivitas seperti pengecatan kapal, pembersihan kapal, pengelasan kapal serta pembuatan kapal sehingga menimbulkan adanya pencemaran logam Pb. Cat kapal yang dipakai untuk aktivitas ini diduga mengandung logam Pb. Menurut Rusli (2015) terdapat kandungan timbal (Pb) di dalam cat yang berfungsi untuk lebih cepat kering dan



penghambat pengkaratan pada permukaan logam. Chen *et al.* (2007) menambahkan, penggunaan bahan bakar kapal juga menjadi salah satu penyebab masuknya timbal ke perairan. Bilangan oktana dari suatu bahan bakar dapat dinaikkan dengan menambahkan $(Pb(C_2H_5)_3)$ atau *Tetra Ethyl Lead* ke dalam bahan bakar tersebut. Namun, usaha untuk menaikkan bilangan oktana dengan menambahkan TEL akan mengakibatkan gas buang mengandung timah hitam yang beracun dan merusak lingkungan (Hidayati *et al.*, 2014). Aktivitas pelabuhan dapat menjadi salah satu sumber pencemaran logam berat di perairan sekitarnya. Diperkuat oleh penelitian Ma'rifah *et al.* (2016) yang menyebutkan bahwa perairan di sekitar pelabuhan perairan Kalianget memiliki konsentrasi logam Pb yang tinggi karena terdapat banyak aktivitas manusia di sekitarnya.

Kandungan logam Pb yang terdapat pada Stasiun 2 dan 4 memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan Stasiun 3. Stasiun 2 merupakan kawasan mangrove dan berdekatan dengan lokasi yang diduga sumber kontaminan. Pada Stasiun ini diperoleh nilai kadar logam Pb sebesar 0,69 mg/l. Meskipun telah melewati ambang batas baku mutu, nilai kadar ini lebih rendah dibandingkan pada Stasiun 3, hal ini disebabkan oleh karena vegetasi mangrove mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat dan membantu mengurangi tingkat konsentrasi bahan pencemar di air (Setiawan, 2013). Cemar logam berat Pb yang telah melebihi ambang batas baku mutu juga didapati di Stasiun 4 yakni sebesar 0,06 mg/l. Namun, nilai ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan nilai pada Stasiun 2 dan 3. Hal ini disebabkan oleh letak stasiun ini yang berada sedikit jauh dari sumber kontaminan. Namun, cemaran logam Pb ini diduga berasal dari pengaruh distribusi air yang terbawa oleh arus dari sumber kontaminan. Amin *et al.* (2011) menyebutkan bahwa logam Pb yang terdapat di kolom perairan akan terbawa oleh arus yang mengalir di sepanjang kawasan tersebut.

Pengamatan yang dilakukan di Stasiun 1 menunjukkan bahwa Stasiun ini tidak memiliki aktivitas yang dapat menimbulkan cemaran logam Pb. Kawasan ini berada jauh dari lokasi Stasiun 2, 3 dan 4. Sehingga, nilai kadar Pb di Stasiun ini teranalisis masih $<0,0001$ mg/l.

Kadar logam Pb juga dikaji pada sampel sedimen di keempat Stasiun yang sama. Logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah dan mengendap di sedimen jika berikatan dengan materi organik bebas atau materi organik yang melapisi permukaan sedimen, atau jika terjadinya penyerapan langsung oleh permukaan partikel sedimen (Wilson, 1988). Peningkatan kadar logam berat pada air laut akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai proses metabolisme (logam esensial) dapat berubah menjadi racun bagi organisme laut. Menurut Amin *et al.* (2011), selain bersifat racun, logam berat di perairan juga akan terakumulasi dalam sedimen dan biota air laut.

Kandungan logam Pb pada sedimen tertinggi ditemukan di Stasiun 2 yakni sebesar 15,41 mg/kg dan konsentrasi terendah di Stasiun 4 yakni sebesar $<0,0001$ mg/kg. Stasiun 2 dan 3 tidak memiliki perbedaan nilai yang jauh berbeda yakni 15,41 mg/kg dan 14,46 mg/kg. Nilai ini jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan Stasiun 1 dan 4. Bagaimanapun, nilai cemaran logam Pb pada sedimen di keempat Stasiun pengamatan dinilai belum melewati ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh SEPA. Tingginya kandungan logam Pb pada Stasiun 2 dan 3 diduga berasal dari aktivitas multifungsi yang ada di sekitar pelabuhan nelayan. Aktivitas ini mengakibatkan logam berat yang masuk ke perairan akan mengalami pengendapan,



pengenceran dan dispersi dan terakumulasi ke dalam sedimen (Amin *et al.*, 2011). Kandungan logam Pb pada sedimen di Stasiun 3 disebabkan oleh aktivitas pelabuhan dan lalu lintas kapal yang menyebabkan pengadukan sedimen serta arus yang lemah. Amin *et al.* (2011) menyatakan bahwa perairan yang tidak berhadapan langsung dengan laut lepas serta dibatasi oleh daratan menyebabkan arus perairan lemah.

Keberadaan vegetasi mangrove pada Stasiun 2 seharusnya memperlihatkan korelasi positif terhadap nilai cemaran logam Pb pada sedimen di kawasan ini. Namun, kenyataannya menunjukkan nilai cemaran pada Stasiun ini lebih tinggi dari Stasiun lainnya. Hal ini diduga disebabkan oleh proses akumulasi logam Pb pada sedimen membutuhkan waktu yang lama dan cemaran ini diduga berasal dari aktivitas yang juga telah berlangsung lama. Sedangkan vegetasi mangrove pada kawasan ini masih relatif sedikit dan berupa anakan, sehingga mempengaruhi daya serap terhadap cemaran logam yang tinggi pada sedimen.

Tingkat cemaran logam Pb di keempat Stasiun pada air laut tidak berkaitan erat dengan sedimen. Hal ini terlihat pada hasil pengamatan kadar Pb pada sedimen di Stasiun 1, dimana kadar Pb pada sedimen bernilai 8,67 mg/kg, sedangkan pada air laut <0,0001 mg/l. Meskipun begitu, Stasiun 1 ini berlokasi dekat dengan pemukiman warga. Sebaliknya, pada Stasiun 4 kandungan Pb pada sedimen bernilai <0,0001 mg/kg, sedangkan air laut tercemar Pb sebesar 0,06 mg/l. Kandungan logam berat pada sampel air dapat berubah-ubah dalam waktu yang relatif singkat disebabkan oleh pengaruh pertukaran air di kolom perairan, sedangkan pada sampel sedimen, logam berat cenderung terakumulasi dalam waktu yang relatif lama (Ma'rifah *et al.*, 2016).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kadar logam berat Pb pada sedimen dan air laut dapat disimpulkan bahwa cemaran logam Pb pada air laut di pelabuhan nelayan Gampong Deah Glumpang (di 3 Stasiun pengamatan) telah melewati baku mutu yang ditentukan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 untuk perairan pelabuhan. Sementara itu cemaran logam Pb pada sedimen (di 4 Stasiun pengamatan) masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh *Swedish Environmental Protection Agency* (SEPA), nilai tertinggi kandungan logam Pb pada air laut yaitu sebesar 2,37 mg/l dan nilai tertinggi kandungan logam Pb pada sedimen yaitu sebesar 15,41 mg/kg.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih secara khusus kepada Balai Riset dan Standarisasi Industri Aceh (BARISTAND) yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B., A. Evy, M. A. Saputra. 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.
- Astuti, I., S. Karina dan I. Dewiyanti. 2016. Analisis kandungan logam berat Pb pada tiram *Crassostrea cucullata* di Pesisir Krueng Raya, Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*, 1(1): 104-113



- Chen, C.W., C.M Kao, C.F Chen, C.D Dong. 2007. Distribution and accumulation of heavy metals in sediments of kaoshiung harbor. *Chemosphere*, 66: 1431-1440.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman hayati laut: Aset pembangunan berkelanjutan indonesia. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 412 p.
- Edward. 2015. Penilaian tingkat pencemaran logam berat dalam sedimen di perairan Pulau Morotai, Maluku Utara. *Depik*, 4(2): 95-106.
- Edward. 2014. Kandungan logam berat dalam sedimen di Perairan Teluk Wawobatu, Kendari, Sulawesi Tenggara. *Depik*, 3(2): 157-165.
- Hidayati, E. N., M. Alahudin, A. T. Prasetya. 2014. Perbandingan metode destruksi pada analisa Pb dalam rambut dengan aas. *Indo. J. Chem. Sci*, 3(1): 2252-6951.
- Hutagalung, H.P., D. Setiapermana, Khozanah. 1997. Organochlorine, oil and heavy metals in Siak estuary, Riau, Indonesia. In Vigers, G., K.S. Ong, C. McPherson, N. Millson, I. Watson and A. Tang (eds). *ASEAN Marine Environmental management: Quality Criteria and Monitoring for Aquatic Life and Human Health Protection. Proceedings of the ASEAN Canada Technical Conference on Marine Science (24 - 29 June 1996)*, Penang, Malaysia. 817 p.
- Ismarti, I., R. Ramses, F. Amelia, S. Suheryanto. 2017. Kandungan tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada lamun *Enhalus accoroides* dari Perairan Batam, Kepulauan Riau, Indonesia. *Depik*, 6(1): 23-30.
- Ma'rifah, A., D. S. Aris, A. Romadhon. 2016. Karakteristik dan pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat timbal (Pb) pada sedimen di perairan klianget kabupaten sumenep. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan*. 82-88.
- MENLH. 2004. Keputusan menteri negara lingkungan hidup no. 51 tentang baku mutu air laut. Lampiran I. Jakarta.
- Mukhtasor. 2002. Pencemaran pesisir dan laut. Pradnya Paramita, Jakarta. 152 p.
- Ramessur, R.T., S. J. Parry, T. Ramjeawon. 2001. The relationship of dissolved Pb to some trace metals (Al, Cr, Mn and Zn) and to dissolved nitrate and phosphate in a freshwater aquatic system in Mauritius. *Environment International of Journal*, 26(4): 223- 230.
- Rusli, A. 2015. Pengujian kuantitatif kandungan logam dalam cat dengan teknik radiografi sinar x. Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Bandung. 39 p.
- Sarong, M.A., C. Jihan, Z.A. Muchlisin, N. Fadli, S. Sugianto. 2015. Cadmium, lead and zinc contamination on the oyster *Crassostrea gigas* muscle harvested from the estuary of Lamnyong River, Banda Aceh City, Indonesia. *AACL Bioflux*, 8(1):1-6.
- Sasnita., S. Karina dan Nurfadillah. 2017. Analisis logam Pb pada kerang *Anadara granosa* dan Air Laut di Kawasan Pelabuhan Nelayan Gampong Deah Glumpang Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*, 2(1): 74-79.
- Setiawan, H. 2013. Akumulasi dan distribusi logam berat pada vegetasi mangrove di perairan pesisir sulawesi selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 8(1): 12-24.
- Wilson, J. G. 1988. *The biology of estuarine management* croom helm. Saunders college publishing, London. 204 p.