



ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb PADA TIRAM *Crassostrea cucullata* DI PESISIR KRUENG RAYA, ACEH BESAR

Imelda Astuti*, Sofyatuddin Karina, Irma Dewiyanti
Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Kelautan dan Perikanan
Universitas Syiah Kuala Darussalam, Banda Aceh. *Email korespondensi:
imeldaastuti20@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this research was to determine lead content in oyster (*C. cucullata*) and in sea water in the coastal of Krueng Raya, Aceh Besar. This research was conducted on November, 2015. Lead content was analyzed using AAS at Laboratory of BARISTAND. The result showed that lead (Pb) was found in sea water at four stations. The higher Pb content was found at station II as 0.2429 mg/l, while the lower was at station III as 0.1701 mg/l. lead did not identified in oyster at all stations (<0.0001 mg/kg). Lead content in sea water at all station was passed the threshold in accordance with the Environment Ministry (>0.05 mg/l).

Keywords : Lead, Pb, oyster, *C.cucullata*, AAS, Krueng Raya, Aceh Besar.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam Pb pada tiram *C.cucullata* dan air laut di daerah pesisir perairan Kreung Raya, Aceh Besar. Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2015. Kadar logam Pb dianalisis menggunakan AAS di Laboratorium BARISTAND. Hasil penelitian menunjukkan bahwa logam Pb terdapat dalam air laut. Pada setiap stasiun pengamatan, nilai kadar Pb tertinggi terdapat pada stasiun II yaitu sebesar 0,2429 mg/l, sedangkan nilai terendah terdapat pada stasiun III yaitu sebesar 0,1701 mg/l. Logam berat timbal (Pb) tidak terdeteksi pada tiram *C.cucullata* di keempat stasiun pengamatan (< 0,0001 mg/kg). Menurut MenLH (2004), air laut pada keempat stasiun pengamatan telah melewati ambang batas pencemaran logam Pb (>0,05 mg/l).

Kata kunci : Timbal, Pb, Tiram, *C.cucullata*, AAS, Krueng Raya, Aceh Besar.

PENDAHULUAN

Pesisir Krueng Raya merupakan daerah kabupaten Aceh Besar yang diduga telah tereksplorasi dikarenakan pada daerah tersebut digunakan untuk berbagai macam aktivitas manusia, yakni pemukiman penduduk, tempat pariwisata, tambak, pelabuhan, serta penangkapan



biota – biota laut seperti ikan dan tiram. Selain itu, pesisir krueng Raya juga terdapat aktivitas yang bisa berdampak pencemaran, yakni aktivitas industri PT. Pertamina.

PT. Pertamina merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang minyak bumi terbesar di Indonesia yang didirikan pada tahun 1957 dan mempunyai banyak cabang diseluruh Indonesia, salah satunya yaitu di Aceh Besar yakni di Krueng Raya kecamatan Masjid Raya berdekatan dengan pelabuhan Malahayati. Dimana, pada pesisir pantai yang berdekatan dengan Pertamina merupakan tempat masuknya kapal – kapal pembawa minyak dan kemudian dialirkan melalui pipa – pipa yang terhubung langsung dengan PT. Pertamina sehingga diduga menyebabkan terjadinya pencemaran di pesisir lautan.

Pencemaran laut yaitu masuknya zat, makhluk hidup, energi, dan komponen lain ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia dan proses alami yang menyebabkan kualitas air tersebut turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air kurang berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, 1988). Kualitas air di pesisir pantai ditentukan oleh limbah - limbah yang terbuang baik secara langsung maupun tidak langsung dalam bentuk bahan organik, anorganik dan bahan bahan tersuspensi (Ubbe, 1992). Aktivitas yang berpotensi mencemari pesisir Krueng Raya dapat berasal dari daratan maupun lautan seperti limbah limbah penduduk sekitar, aktivitas kapal – kapal yang berada di pelabuhan Malahayati, aktivitas kapal nelayan, kapal pembawa Minyak, pembuangan sampah penduduk, pipa – pipa PT. Pertamina yang berada di pesisir, dan aktivitas wisata. Salah satu bahan pencemar yang dapat mengancam kehidupan di wilayah pesisir dan lautan adalah logam berat (*heavy metal*).

Hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa adanya minyak yang menutupi permukaan perairan, serta warna air yang sedikit kekeruhan memperkuat dugaan bahwa perairan tersebut rentan tercemar logam berat. Menurut Suprijanto *et al.* (1997), logam berat berpotensi meningkat karena adanya proses industri yang menggunakan logam berat.

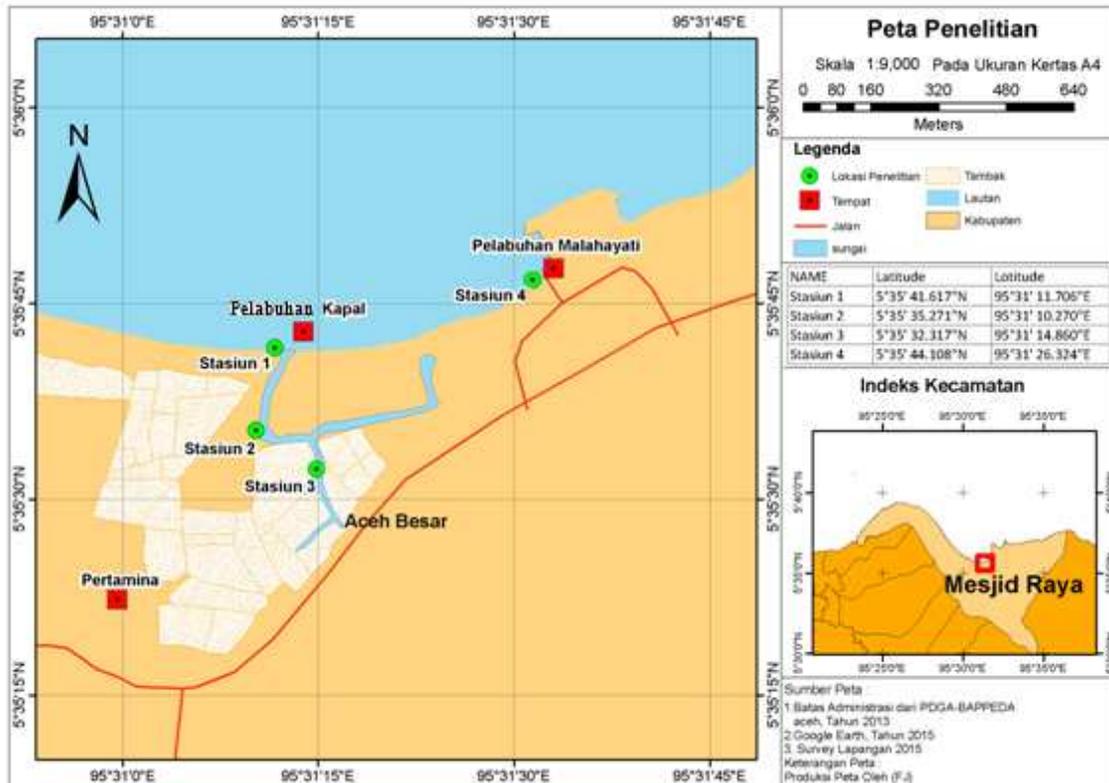
Logam berat secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan manusia seperti timbal (Pb) dengan mengkonsumsi biota perairan yang terakumulasi, sehingga dapat mengakibatkan penghambatan sistem pembentukan hemoglobin (Hb). Adapun jumlah timbal (Pb) yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal ini disebabkan senyawa – senyawa Timbal (Pb) dapat memberikan efek racun terhadap banyak organ yang terdapat dalam tubuh manusia (Palar, 2004).

Salah satu hal yang perlu dilakukan dalam pengendalian dan pemantauan dampak pencemaran logam Pb adalah dengan menganalisis kadar logam timbal (Pb) pada tiram *Crassostrea cucullata* yang terdapat di perairan pesisir Krueng Raya mengingat tiram merupakan salah satu biota yang dapat digunakan sebagai indikator yang baik dalam memonitor suatu pencemaran lingkungan disebabkan oleh sifatnya menetap dalam suatu habitat tertentu. Selain itu, tiram juga merupakan makanan yang sering dikonsumsi oleh manusia. Oleh karena itu perlu diketahui tingkat pencemaran kadar logam Pb pada tiram *Crassostrea cucullata* pada setiap stasiun di daerah pesisir perairan Krueng Raya, Aceh Besar agar dapat memberi informasi mengenai kelayakan konsumsi tiram *C. cucullata* akibat cemaran logam berat Pb serta dapat memberi informasi mengenai tingkat pencemaran logam berat serta status keamanan tiram *C. cucullata* yang berada di perairan tersebut.

MOTODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di perairan Kreung Raya Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar pada bulan November 2015. Analisis sampel logam berat dilakukan di Laboratorium Badan Riset Dan Standarisasi Industri Aceh (BARISTAND). Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian

Prosedur Penelitian

Penentuan Lokasi (Stasiun)

Penentuan lokasi dilakukan di 4 stasiun dengan metode *Purposive sampling* yang dipilih atas dasar jenis aktivitas – aktivitas di sekitarnya yang dapat menimbulkan pencemaran. Penentuan stasiun tersebut adalah sebagai berikut :

Stasiun I : Pelabuhan kapal minyak

Stasiun II : Pemberhentian kapal nelayan

Stasiun III : Kawasan Mangrove

Stasiun IV : Pelabuhan Malahayati

Pengambilan Sampel



Pengambilan sampel pada setiap stasiun dilakukan dengan cara berbeda, sesuai dengan sampel yang akan diambil seperti :

- a. Pengambilan sampel air dilakukan pada kedalaman 1 meter dibawah permukaan air. Metode pengambilan sampel air laut dilakukan dengan metode yang digunakan oleh Hutagalung (1997). Sampel air sebanyak 2 liter diambil dengan menggunakan *water sampler* (Nansen) pada tiap stasiun.
- b. Pengambilan sampel tiram *Crassostrea cucullata* yang diseragamkan ukuran cangkangnya dengan lebar 4 cm dan tinggi 2 cm, yang diambil menggunakan pisau khusus atau palu sebanyak 10 Individu pada setiap stasiun, kemudian sampel tersebut dimasukkan kedalam kantong plastik dan di beri label name.

Perlakuan sampel

Sampel yang sudah diambil pada titik lokasi masing –masing, kemudian dimasukkan kedalam plastik dan ditambahkan air, serta diberi oksigen dengan cara membuat lubang –lubang kecil pada plastik sampel dan selanjutnya diberi label, 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 destruksi

a. Proses Perlakuan Logam Pb dalam Air

sebanyak 10 ml air laut disaring menggunakan kertas saring 0,45 μm menggunakan kompresor kedalam gelas kimia 50 ml. kemudian untuk membuat pH air laut kisaran 3,5 – 4 maka ditambahkan 1 ml larutan HNO_3 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.

b. Proses Perlakuan Logam Pb pada Tiram *Crassostrea cucullata*

Untuk Logam Pb, Sampel yang telah dihaluskan, kemudian ditimbang sebanyak 5 gram di dalam porselen yang sudah diketahui bobotnya. Dimasukkan kedalam gelas kimia 100 ml, kemudian ditambahkan HNO_3 10 ml dan dipanaskan diatas *hot plate* hingga semua sampel larut, diatur suhu *hot plate* 110 $^{\circ}\text{C}$. Setelah semua sampel larut, kemudian didiamkan lalu disaring dalam labu ukur 100 ml lalu dilarutkan dengan aquades sampai tanda batas.

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 HNO_3 5 N, diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas. Sehingga diperoleh larutan induk untuk membuat larutan standar.

Kemudian 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.



Analisa sampel dengan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

Analisis logam dilakukan dengan menggunakan AAS. Prosedur pengoperasian AAS yaitu dihidupkan alat AAS. Kemudian larutan standard an sampel dimasukkan dalam tabung reaksi yang tersedia pada alat AAS, dilakukan pengaturan pada computer alat AAS penggunaanya untuk logam Pb dihidupkan Api dan lampu katoda AAS, posisi lampu juga diatur untuk memperoleh serapan maksimum. Kemudian di aspirasi larutan standar tersebut kedalam nyala udara asitelin, penunjukkan hasil bacaan pengukuran harus nol dengan menekan tombol nol. Secara berturut – turut konsentrasi larutan baku diaspirasi ke dalam AAS, dan dilanjutkan dengan larutan contoh. Hasil pengukuran serapan atom akan dicatat, kemudian dihitung untuk mendapatkan konsentrasi logam pada larutan contoh.

Analisa Data

Data yang dianalisa pada penelitian ini merupakan data yang berasal dari alat AAS yang akan terlihat dikomputer. Data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang menentukan nilai absorbansi dan nilai konsentrasi Pb. Rumus yang digunakan untuk menentukan kadar Pb adalah (Supriatno dan Lelifajri, 2009);

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

- Keterangan :
- C_{reg} = Konsentrasi regresi (mg/L)
 - P = Faktor pengenceran
 - V = Volume pelarut (L)
 - G = Berat/volume sampel (kg)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil

Berdasarkan hasil penelitian, kadar pencemaran air tertinggi terdapat pada stasiun II. Dilanjutkan dengan stasiun IV, stasiun I, dan stasiun III. Untuk tiram kadar pencemaran logam berat Pb tidak terdeteksi oleh alat AAS.

Tabel 4.1 Hasil Penelitian Kadar Pb

No	Sampel	satuan	metode uji	kadar Pb				Baku Mutu
				stasiun 1	stasiun 2	stasiun 3	stasiun 4	
1	Air laut	mg/l	AAS	1,774	2,429	1,701	1,919	MenLH (2004) Lampiran 9 0,05 mg/l SNI No 7387 (2009)
2	<i>C. cucullata</i>	mg/kg	AAS	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	Lampiran 10 1,5 mg/kg



Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat cemaran logam berat pada masing – masing lokasi ditentukan oleh banyaknya aktivitas yang menghasilkan buangan limbah. Menurut Rochyatun *et al.* (2006), keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri. Perairan Krueng Raya merupakan daerah yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai daerah pertambakan, pelabuhan, pemukiman penduduk, dan juga PT. Pertamina. Pada bagian pesisir pantai terdapat pelabuhan kapal minyak yang merupakan lokasi Stasiun I pada penelitian ini. Pinggiran jalan menuju lokasi, terdapat pipa – pipa yang langsung menghubungkan antara PT. Pertamina dengan pelabuhan minyak. Pipa tersebut digunakan untuk mengalirkan minyak yang ada pada kapal ke PT. Pertamina yang kemudian minyak tersebut didistribusikan ke SPBU yang ada di Aceh, khususnya Banda Aceh dan Aceh Besar. Adapun pada hilir muara terdapat tempat pemberhentian kapal – kapal nelayan dan juga aktivitas – aktivitas lainnya dilakukan pada kawasan itu, oleh karenanya lokasi ini dipilih sebagai stasiun ke II untuk penelitian. Bagian hulu muara di pilih sebagai lokasi penelitian untuk stasiun III, dimana daerah ini merupakan kawasan mangrove yang berdekatan dengan PT. Pertamina dan pemukiman penduduk sekitar. Hal ini sesuai dengan pendapat Argarini (2014), bahwa pencemaran disebabkan oleh masukan limbah dari kegiatan antropogenik (pemukiman, pertanian, dan industri). Selain itu pada daerah Utara dari pelabuhan minyak terdapat pelabuhan Malahayati yang dulunya merupakan pelabuhan yang digunakan untuk penyeberangan ke kota sabang (pulau Weh). Saat ini, pelabuhan Malahayati telah dialih fungsikan sebagai pelabuhan Internasional dan juga merupakan salah satu pelabuhan terbesar di Aceh sehingga menyebabkan pelabuhan ini padat aktivitas, seperti keluar masuknya kapal dan bongkar muat barang turut meramaikan pelabuhan. Dengan adanya aktivitas – aktivitas diatas memungkinkan kawasan ini terkena cemaran logam berat Pb sehingga lokasi ini dipilih sebagai stasiun ke IV untuk penelitian.

Kadar logam Pb untuk air laut pada masing – masing stasiun bervariasi mulai dari yang paling tinggi hingga yang terendah. Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai kadar logam tertinggi terdapat pada stasiun II yakni sebesar 2,429 mg/l, kemudian diikuti oleh stasiun IV yang memperoleh nilai sebesar 1,919 mg/l, kemudian stasiun I dengan nilai kadar logam sebesar 1,774 mg/l, dan terakhir adalah stasiun III yang memperoleh kadar logam Pb sebesar 1,701 mg/l. Ke-4 stasiun tersebut memperoleh hasil diatas standar dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 yang telah diralat pada nomor 179 tahun 2004 tentang baku mutu air laut pada perairan pelabuhan sebesar 0,05 mg/l.

Berdasarkan tingkat cemarannya, dapat dilihat bahwa nilai kadar Pb pada stasiun II adalah nilai tertinggi sedangkan nilai kadar Pb pada stasiun III adalah nilai terendah untuk cemaran air laut. Hal ini dikarenakan permukaan air laut pada stasiun II cenderung berminyak yang diakibatkan oleh kapal – kapal nelayan yang berhenti dan mengisi bahan bakar. Menurut hasil pengamatan di lapangan, pada saat kapal mengisi bahan bakar, terjadi tumpahan solar akibat pengisian bahan bakar yang tidak hati – hati oleh nelayan. Sebelum mencari ikan para nelayan menghidupkan kapalnya terlalu lama sehingga asap dari kapal menyebar hingga ke permukaan air laut. Hal ini sesuai dengan pendapat Nita (2007), bahwa kendaraan berpotensi



menyumbang timbal dari emisi bahan bakar yang digunakannya ke perairan laut, selain kendaraan daratan, kapal/perahu-perahu yang menggunakan mesin dan asap yang dihasilkan juga dapat menyumbang timbal di perairan. Berbeda dengan lokasi stasiun II, stasiun III adalah kawasan mangrove. Kandungan logam berat Pb pada air laut di kawasan ini diduga berasal dari limbah rumah tangga dan kawasan penduduk, limbah tersebut mengalir hingga melewati kawasan mangrove. Namun, tingkat cemaran air laut di kawasan ini dinilai lebih kecil dari ketiga stasiun lainnya. Hal ini dikarenakan kandungan logam berat Pb pada kawasan ini telah banyak terminimalisir oleh mangrove mengingat mangrove yang bersifat sebagai penyerap logam. Oleh karena itu kandungan logam Pb pada stasiun ini cenderung lebih sedikit ataupun lebih rendah.

Tiram *C. cucullata* hidup dengan menempel pada batu dan juga pada akar mangrove. Pada stasiun I, tiram menempel pada dinding pelabuhan dan juga batu -batu di daerah pelabuhan oleh karenanya tiram yang berada didaerah ini hanya terkena air laut ketika gelombang datang. Stasiun II, tiram menempel pada dinding penyangga kapal dan hanya sebagian yang terendam oleh air laut. Untuk stasiun III, kebanyakan tiram saling menempel satu sama lain dan juga menempel pada akar - akar mangrove, dengan substrat berlumpur dan adanya pohon mangrove memungkinkan banyaknya makanan yang masuk pada tiram sehingga tiram pada lokasi ini umumnya lebih besar dari tiram yang ada pada lokasi lain. Sedangkan untuk stasiun IV, tiram hanya menempel pada batu batu yang berada didaerah pinggir pelabuhan. Tiram pada lokasi ini juga mendapat pasokan air ketika gelombang datang sehingga memungkinkan tiram untuk tidak banyak menyerap logam berat Pb.

Logam Pb pada biota tiram *C. cucullata* setelah diteliti di Laboratorium, diperoleh hasil dibawah standar dari SNI no 7387 tahun 2009. Standar baku mutunya sebesar 1,5 mg/kg, sedangkan nilai yang diperoleh kurang dari 0,0001 mg/kg (<0,0001mg/kg) pada semua titik lokasi penelitian. Artinya nilai kadar Pb pada tiram ini tidak bisa dideteksi oleh alat AAS karena nilai Pb yang terkandung pada Tiram sangat kecil (<0,0001 mg/kg). hal ini berbanding terbalik dengan nilai kadar logam Pb yang diperoleh pada air laut.

Hal ini dikarenakan habitat tiram *C. cucullata* menempel pada batu dan dinding pelabuhan yang kurang mendapat pasokan air laut. Tiram *C. cucullata* ini hidup di kedalaman kurang dari 1 meter sehingga kebanyakan tiram pada ke -4 stasiun banyak mendapatkan pasokan air yang dipengaruhi oleh pasang surut. Hal ini bisa sesuai dengan pendapat Husna (2015), bahwa rendahnya logam Pb pada tiram disebabkan oleh habitat melekatnya tiram dan pengaruh pasang surut. Husna juga mengemukakan bahwa tiram yang diambil pada kedalaman kurang dari 1 meter pada dinding pelabuhan diduga kurang mengalami pasang surutair laut sehingga kurangnya frekuensi tiram berkontak dengan air laut. Berbeda dengan tiram yang terkontaminasi logam berat, kebanyakan tiram ini berada di bawah permukaan. Seperti pendapat Praningtias (2014), yang mengatakan bahwa biota yang sebagai sumber cemaran logam Pb cenderung mengendap seperti *Batissa violacea Lanmark* cenderung terkontaminasi logam berat Pb, karena *B. violacea L.* mengendap dalam sedimen sehingga selalu berkontak dengan logam Pb yang mengendap dalam sedimen.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Kadar Pb pada Tiram *C. cucullata* pada keempat lokasi penelitian menunjukkan nilai < 0,0001 mg/kg, artinya masih di bawah ambang baku mutu SNI No 7387 tahun 2009, tidak



adanya kadar logam Pb pada tiram disebabkan habitat dan pengaruh pasang surut. sedangkan kandungan logam berat untuk air laut di 4 titik lokasi penelitian menunjukkan bahwa kadar Pb melebihi ambang baku mutu MenLH No 51 2004 yakni sebesar 0,05 mg/l, kadar Pb pada air laut tertinggi terdapat di stasiun II dengan nilai 0,2429 mg/l dan yang terendah terdapat pada stasiun III dengan nilai 0,1701 mg/l.

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.
- Argarini. A. 2014. Kualitas Perairan Pesisir Cituis Kabupaten Tangerang, Banten. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Canadian Council of Resource and Environment Ministers. 1987. Canadian Water Quality. Canadian of Resource and Environment Ministers, Ontario, Canada.
- Delmendo, M. 1989. Bivalve Farming: an Alternative Economic Activity for Small-Scale Coastal Fishermen in The Asean Region. ASEAN/UNDP/FAO Regional Small-Scale Coastal Fisheries Development Project. Philippines.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. UI, Jakarta.
- Duangdee, T. Y. Wantana. 1999. Living Oysters in Thailand. Phuket Marine Biological Center Special Publication no. 19(2): 363-370. Dalam: Hylleberg J (ed.). Proceedings of the Ninth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme (TMMP) at Lombok, Indonesia 19-29 August 1998. Hosted by LIPI in collaboration with IPB, UNSRAM, UNSRAT, UNHAS, and UNPATTI.
- Fardiaz, Srikandi. 1992 Mikrobiologi Pangan I. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fatuchiri, M.A.B. Sutomo. 1978. Perikanan Tiram di Sekitar Hutan Mangrove Perairan Negara Menyan, Pemanukan, Jawa Barat. Prosiding Seminar Ekosistem Mangrove I : 165-175. MAB – LIPI, Jakarta.
- Gesamp (join Group of Expert on The Scientific Aspect of Marine Pollution). 1985. Marine Pollution Implication of Ocean Energy Development. Report and Studies, Rome. 43 p.
- Husna, A. 2015. Kandungan Logam Berat Pb pada Air Laut, Sedimen dan Tiram *Saccostrea glomerata* di Pelabuhan Pasiran, Sabang.[skripsi]. Ilmu Kelautan. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Hutabarat, S,S. M. Evans. 1985. Pengantar Oseanografi. Edisi 2. Universitas Indonesia, Jakarta.



- Hutagalung, H.P. 1993. Pencemaran Logam Berat dan Analisa Logam Berat. Kerjasama antara UNESCO/UNDP, P3OLUPI dan Universitas Riau, Puslit UNRI, Pekanbaru.
- Hutagalung, H.P, D. Setiapermana, H. Riyono. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia : Jakarta.
- Hutagalung, H.P., 1984. Logam Berat Dalam Lingkungan Laut. *Oseana*, IX(1): 11-20.
- Irianto, H, E.A. Poernomo. 2000. Keamanan konsumsi produk perikanan. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*, 6 (2) :2-8.
- Izwandy. 2006. Pengaruh Faktor-Faktor Persekitaran terhadap Pertumbuhan dan Kemandirian Tiram Komersil, (*Crassostrea iredalei* Faustino 1932) di Kawasan Penternakan Tiram di Kg. Telaga Nenas, Perak. Tesis. Universitas Sains Malaysia.
- Kent, E.C., H.N. Volker. 1998. The Living Marine Resources of The Western Central Pacific Volume 2. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Perpustakaan Balai Riset Perikanan Laut.
- Liang, L.N., B.He, G.B. Jiang, D.Y Chen, Z.W. Yao. 2004. Evaluation of Mollusks As Biomonitors To Investigate Heavy Metal Contaminations Along The Chinese Bohai Sea. *Science of the Total Environment*, 324: 105 – 113.
- Menteri Negara Kependidikan dan Lingkungan Hidup, 1988. Surat Keputusan Nomor : Kep – 02/MENKLH/I/1988, Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan. Sekretariat Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Jakarta. 51 hal.
- Moore, J.W. 1991. *Inorganic Contaminants of Surface Water*. Springer-Verlag. New York.
- Natewathana, A. 1995. Taxonomic Account of Commercial and Edible Molluscs, excluding Cephalopods, of Thailand. Phuket Marine Biology Center special Publication no. 15: 93-116. Dalam: Hylleberg J and Ayyakannu K (eds.). *Proceedings of the Fifth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme (TMMP) at Sam Ratulangi University, Manado & Hasanuddin University, Ujung Pandang. 12-23 September 1994.*
- Nita E, M.S. Mahendra, I.N. Wardi. 2007. Dampak Aktivitas Masyarakat Terhadap Tingkat Pencemaran Air Laut di Pantai Kuta Kabupaten Badung serta Upaya Pelestarian Lingkungan. Program Magister Ilmu Lingkungan. BAPEDAL Kabupaten Badung.
- Novotny, V., H. Olem. 1994. *Water Quality, Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. New York: Van Nostrans Reinhold.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Rineke Cipta. Jakarta.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.



- Pillay, T.V.R. 1993. Aquaculture. principles and practises. The University Press. Cambridge.
- Praningtyas, I. 2014. Analisis Logam Berat (Pb, Hg, dan Cd) pada *Batissa violacea Lanmark* di Perairan Pesisir Calang[skripsi]. Ilmu Kelautan. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Rochyatun, E., T. Kaisupy, A. Rozak. 2006. Distribusi Logam Berat dalam air dan Sedimendi Perairan Muara Sungai Cisadane. Jurnal Makara.10 (1): 35-40.
- Saeni. 1989. Kimia lingkungan. PAU-IPB. Bogor. 151 p.
- Sunardi. 2006. Unsur Kimia Deskripsi dan Pemanfaatannya. Cv. Yrama widya. Bandung.
- 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.
- Suprijanto, J., I. Widowati., I., P.W. Diah., Widianingsih, I. Hermawan. 1997. Bioakumulasi logam berat Timah Hitam Pb pada jaringan lunak kerang (*Anadara sp*): Analisis kualitatif dan kuantitatif. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ubbe, U. 1992. Analisa Limbah Logam Berat yang Terdistribusi di Muara Sungai Tallo Ujung Pandang. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang. 45 hal.
- Windom, H.L. 1992. Contamination of Marine Environment from Land-Based Sources. Mar. Pollut. Bull., 25 : 32 – 36.
- Wouthuyzen, S. 1982. Pengamatan Benih Dan Pertumbuhan Tiram (*Crassostrea spp*) di Sekitar Hutan Mangrove Kampung Telaga, Teluk Piru. Proc. Seminar II Ekosistem Mangrove, Baturaden 1982.