

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT (Pb) dan (Cd) TERHADAP LAMUN
(*Enhalus acoroides*) SEBAGAI BIOINDIKATOR DI PERAIRAN TANJUNG LANJUT
KOTA TANJUNGPINANG**

Asih Resti Pratiwi
Nancy Willian, M.Si
Arif Pratomo, M.Si

Jurusan Pendidikan Kimia
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Maritim Raja Ali haji
Website : <http://fkip.umrah.ac.id>. Email : fkip@umrah.ac.id
Email : ncy_we@yahoo.co.id Mobile : 08126713042

ABSTRAK

Biota Laut, termasuk tanaman lamun dapat digunakan sebagai bioindikator dalam penentuan kualitas air di perairan. Lamun *Enhalus acoroides* merupakan tumbuhan yang banyak ditemukan di perairan Tanjung Lanjut dan mampu mengakumulasi bahan pencemar dalam hal ini logam berat Pb (timbal) dan Cd (cadmium). Aktivitas manusia seperti kegiatan transportasi laut, limbah perkotaan dan domestic serta sisa *tailing* pertambangan bauksit dapat menyumbang bahan pencemar ke badan perairan yang mengakibatkan penurunan kualitas air serta merusak ekosistem laut. Penelitian ini bertujuan : 1) untuk menganalisis dan mengetahui kandungan logam berat Pb dan Cd pada Lamun *Enhalus acoroides* yang terdapat pada bagian akar, batang (rhizoma), dan daun. 2) Mengetahui kandungan logam berat dalam air laut.

Penelitian dilakukan dengan mengambil 3 titik stasiun sampel yaitu Stasiun 1 terletak pada 00°56'12" LU dan 104°28'13" BT terletak di daerah muara dan jalur lalu lintas kapal-kapal serta tongkang yang membawa bauksit, Stasiun 2 terletak pada 00°56'48" LU dan 104°28'32" BT terletak sekitar kurang lebih 5 m dari aktivitas pertambangan bauksit dan pemukiman warga, Stasiun 3 terletak pada 00°56'52" LU dan 104°28'49" BT kondisi pada titik Stasiun ini dekat dengan aktivitas industri galangan kapal dengan jarak sekitar kurang lebih 12 m. Tanaman Lamun dibagi 3 bagian yaitu bagian akar, batang dan daun. Jumlah keseluruhan dari 3 stasiun adalah 9 lamun dan 27 sampel. Selain sampel lamun, sampel air laut juga dianalisis untuk melengkapi data kualitas air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan rata-rata logam berat Pb pada lamun berkisar antara 0,1088 mg/L - 0,1915 mg/L dan logam berat Cd pada lamun berkisar antara 0,3907 mg/L - 0,4536 mg/L, sedangkan untuk air laut kandungan rata-rata untuk Pb berkisar antara 0,0274 mg/L - 0,0486 mg/L dan Cd yaitu 0,0926 mg/L - 0,1289 mg/L. Pada bagian tumbuhan lamun penyerapan logam berat Pb dan Cd tertinggi terdapat pada akar. Kandungan ini telah melewati ambang batas baku mutu yaitu 0,008 mg/L untuk logam Pb dan 0,001 mg/L untuk logam Cd. Hasil analisis pada Lamun *Enhalus acoroides* dapat digunakan sebagai bioindikator untuk menggambarkan kondisi perairan Tanjung Lanjut yang tercemar oleh logam berat

Kata Kunci : Logam Berat, Lamun *Enhalus acoroides*, Tanjungpinang

PENDAULUAN

Pencemaran logam berat merupakan permasalahan yang sangat serius untuk ditangani, karena merugikan lingkungan dan ekosistem secara umum. Sejak kasus merkuri di Minamata Jepang pada 1953, pencemaran logam berat semakin sering terjadi dan semakin banyak dilaporkan. Beberapa penelitian tentang logam berat telah banyak dilakukan dengan memanfaatkan biota laut sebagai bioindikator.

Salah satu indikator gangguan lingkungan di laut adalah kandungan logam berat dalam perairan pesisir yang berasal dari kegiatan industri maupun alam, serta logam berat yang dapat membentuk senyawa toksik. Keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri (Parawita dkk, 2009). Logam berat yang berada di perairan akan diserap oleh organisme hidup melalui proses biologis dan akhirnya terakumulasi. Kandungan logam berat yang menumpuk pada air laut dan sedimen akan masuk ke dalam sistem rantai makanan dan berpengaruh pada kehidupan organisme (Said dkk, 2009). Apabila kandungan logam berat ini terakumulasi pada organisme hidup

di perairan maka dapat menimbulkan dampak yang berbahaya (Astuti, 2011).

Menurut Yuli (2008) lamun dapat dijadikan sebagai bioindikator di perairan, Astuti (2011) menyatakan lamun dapat juga dijadikan sebagai bahan analisis kandungan logam berat dan dapat mengakumulasi bahan cemaran tersebut tanpa ia sendiri mati terbunuh olehnya. Menurut Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1990) Cd dan Pb tergolong dalam tingkatan toksisitas yang tinggi.

Perairan Tanjung Lanjut Senggarang terdapat ekosistem lamun yang berhubungan erat dengan daratan dan lautan. Akibat limpahan air hujan dari tempat t ailing bauksit dan aktivitas rumah tangga disekitarnya maka dapat membawa bahan-bahan yang beracun seperti logam berat Cd sedangkan dari aktivitas industri galangan kapal, dapat menghasilkan polutan Pb. Dampak ini terlihat sewaktu kapal-kapal menggunakan bahan bakar solar dan bensin, penggunaan cat pada dinding kapal yang diduga berpotensi menghasilkan timbale. Selain itu dari pencucian lambung kapal juga dapat menghasilkan polutan logam berat Pb. Logam berat apabila terdapat di perairan dalam jumlah yang melampaui batas, akan mempengaruhi kehidupan biota

yang hidup di perairan tersebut, termasuk *seagrass* atau lamun. Akan tetapi beberapa jenis logam berat, seperti Pb dan Cd tidak dibutuhkan oleh tubuh organisme hidup dan justru membahayakan (Astuti,2011).Oleh Karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan Pb dan Cd pada lamun di Perairan Tanjung Lanjut. Adanya aktivitas penambangan bauksit, industri galangan kapal serta sampah yang berasal dari buangan masyarakat dapat menghasilkan polutan berupa logam berat (Pb) dan (Cd).Dalam hal ini, dampak dari aktivitas tersebut mengakibatkan penurunan kualitas air serta gangguan ekosistem. Tujuan penelitian: 1) Menganalisis dan mengetahui kandungan logam berat Pb dan Cd pada Lamun *Enhalus acoroides* yang terdapat pada bagian akar, batang (rhizoma), dan daun di perairan Tanjung Lanjut . 2)Mengetahui kandungan logam berat dalam air laut.

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dapat memberikan gambaran mengenai kondisi perairan Tanjung Lanjut, sehingga dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kandungan logam berat Pb dan Cd pada lamun dan air laut bagi riset-riset berikutnya.Mengakaji penggunaan

lamun sebagai bioindikator pencemaran logam berat pada perairan Tanjung Lanjut.

METODA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Tanjung Lanjut, Kelurahan Kampung Bugis, Kecamatan Tanjungpinang Kota, Kota Tanjungpinang, Provinsi Kepulauan Riau. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium menggunakan alat yaitu AAS merkPerkin Elmer 3110.

Alat yang digunakan dalam penelitian parameter lingkungan adalah :*Multitester* untuk mengukur suhu dan pH, *Salt meter* untuk mengukur salinitas, *Turbidity meter* untuk mengukur kekeruhan, *Seichi Disk* untuk mengukur kecerahan, *Current drouge* dan *Stopwatch* untuk mengukur arus. Serta alat tulis seperti buku dan pena untuk mencatat hasil pengukuran yang telah dilakukan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Lamun *Enhalusacoroides*, air laut, larutan HNO₃ (asam nitrat), larutan standar Pb, larutan standar Cd dan aquabidest.Peralatan yang digunakan peralatan glass untuk destruksi bahan dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei dan analisis laboratorium, dimana perairan Tanjung Lanjut dijadikan lokasi pengamatan dan pengambilan Lamun *Enhalus acoroides* yang hidup di perairan Tanjung Lanjut dan air laut. Sampel yang diperoleh dianalisis kandungan logam beratnya di laboratorium. Alat yang digunakan dalam pengukuran kadar logam berat Pb dan Cd adalah AAS merk Perkin Elmer 3110.

Penentuan stasiun penelitian berdasarkan asumsi dari sumber pencemar. Stasiun 1 terletak pada 00°56'12" LU dan 104°28'13" BT terletak di daerah muara dan jalur lalu lintas kapal-kapal serta tongkang yang membawa boksit, Stasiun 2 terletak pada 00°56'48" LU dan 104°28'32" BT terletak sekitar kurang lebih 5 m dari aktivitas pertambangan bauksit dan pemukiman warga, Stasiun 3 terletak pada 00°56'52" LU dan 104°28'49" BT kondisi pada titik Stasiun ini dekat dengan aktivitas industri galangan kapal dengan jarak sekitar kurang lebih 12 m.

Parameter lingkungan perairan yang diukur meliputi Suhu, Salinitas, Kecerahan, Kekeruhan, Arus, Parameter ini diukur pada masing-masing stasiun yang berjumlah 3 stasiun, dengan 3 kali pengukuran. Pengukuran dilakukan secara *insitu*. Tujuan

dari pengambilan/pengukuran ini adalah untuk menggambarkan kondisi umum perairan pada saat penelitian, serta sebagai data sekunder. Selain itu parameter diatas juga termasuk dalam faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan lamun

Pengambilan sampel air laut diambil dengan menggunakan botol plastik sederhana secara langsung sesuai dengan jenis alat pengambilan contoh menurut (SNI 6989.57:2008). Sampel air laut yang sudah diambil ditambahkan HNO₃ pekat hingga pH nya kurang dari 2 (SNI 06-6989.7.2009) tujuannya untuk pengawetan karena sampel tidak langsung dianalisis. Pengambilan sampel air laut dilakukan di setiap stasiun berdasarkan titik sampling

Prosedur pengukuran analisis kandungan logam berat Pb menggunakan acuan SNI 06-6992.3-2004 dan SNI 06-6992.4-2004 untuk analisis kandungan logam berat Cd. Sampel air laut dianalisis di Laboratrium. Prosedur analisis logam berat Pb dan Cd pada air laut berdasarkan prosedur SNI 6989.8.2009 dan SNI 6989.16.2009

Untuk mengetahui kadar logam berat dalam sampel yang akan dianalisis dipergunakan kurva standar yaitu kurva yang menggambarkan hubungan antara

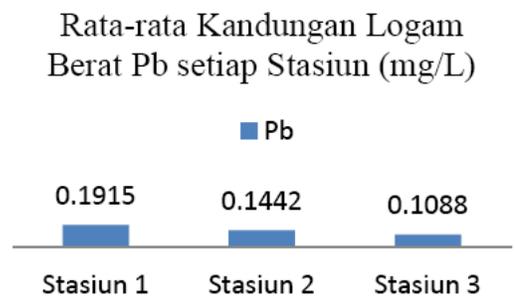
konsentrasi dan nilai absorbansinya. Kurva standar dibuat berdasarkan nilai absorbansi dari larutan standar yang dibuat dan diketahui konsentrasinya. Larutan standar dibuat dari larutan yang mengandung logam-logam yang akan diukur dalam penelitian ini yaitu Pb dan Cd. Larutan standar dibuat berdasarkan prosedur (SNI 2354.5:2011) dengan larutan standar primer 1000 ppm. Larutan sampel yang telah dilakukan destruksi diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang Pb 283,3 nm dan Cd 288,8 nm

Hasil analisis kandungan logam berat Pb dan Cd pada lamun dan air laut pada setiap stasiun dan titik sampling ditabulasikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dibahas secara deskriptif. Dianalisis secara statistik dilakukan uji homogenitas dan normalitas. Jika data hasil analisis tidak bersifat homogen dan normal maka dilakukan uji Non Parametrik dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis. Jika data yang diperoleh bersifat normal dan homogen maka dilakukan uji Anova satu arah dengan selang kepercayaan 95 %, apabila ada beda nyata maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji lanjut Tukey menggunakan software SPSS 21 dan excel 2007.

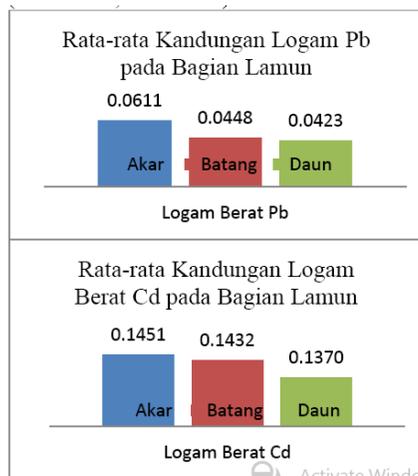
HASIL PEMBAHASAN

Kandungan Logam berat Pb dan Cd pada Lamun

Hasil analisis kandungan logam berat Pb disetiap stasiun bervariasi sama halnya dengan bagian pada tumbuhan lamun, kandungan logam berat Pb tertinggi terletak pada stasiun I yaitu 0,1907 mg/L dimana pada stasiun ini merupakan lokasi di muara yang merupakan jalur lalu lintas transportasi kapal laut. Valenta *et al.*, (1986) dalam Kiswara (1990) menyimpulkan bahwa arus pelayaran merupakan sebuah sumber pencemaran logam berat yang penting yang dapat berasal dari buangan minyak, kerangka kapal yang tercemar logam berat dan cat yang bahannya mengandung

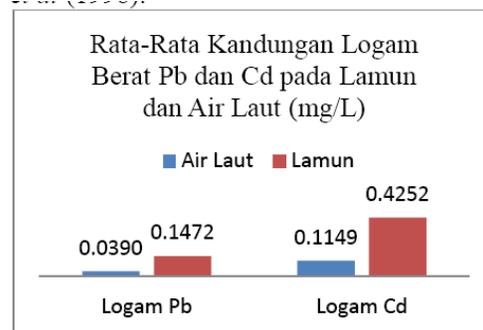


Gambar 1. Rata-rata kandungan Logam Berat Pb setiap Stasiun



Gambar 2. Rata – rata kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Lamun

Secara umum hasil penelitian ini menunjukkan kadar logam berat Pb pada lamun menunjukkan nilai yang cukup tinggi dibandingkan dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 0,008 mg/L (Kep.Men.LH.No. 51 Tahun 2004). Hasil kandungan logam berat Cd di setiap stasiun memiliki nilai yang berbeda. Dapat dilihat pada gambar bahwa kandungan logam berat Cd yang paling tinggi terdapat di stasiun III yaitu 0,4536 mg/L, yang mana pada stasiun ini terdapat aktivitas industri galangan kapal dan pemukiman penduduk. Hal ini lah yang menyebabkan tingginya kandungan logam berat Cd di stasiun tersebut.



Gambar 3. Rata –rata kandungan Logam Pb dan Cd pada lamun dan air laut

Berdasarkan hasil analisis, kandungan logam berat Pb dan Cd pada air laut untuk stasiun II memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan stasiun Idan II, hal ini disebabkan oleh arus pada stasiun ini cukup tinggi. Arus yang kuat menyebabkan logam berat yang masih di badan perairan teraduk secara merata (Mukhtasor, 2006).

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa lamun lebih banyak mengakumulasi logam berat Pb dan Cd dibandingkan Air Laut, hal ini sesuai dengan pendapat Hutagalung (1984) bahwa logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut. Pengendapan yang terjadi di sedimen diserap oleh akar lamun, masuk ke dalam akar lamun dengan cara proses pengambilan

nutrient oleh akar dari sedimen. Short (1987) dalam Persulesy ., *et al* (1998).

Analisis Data

Data yang dianalisis membentuk distribusi normal dan homogen. Kemudian dapat dilakukan uji data selanjutnya dengan menggunakan Anova. Hasil analisis data Anova menyatakan bahwa pada kandungan logam berat Pb yang terdapat pada Akar, Batang, Daun dan Air Laut sangat berbeda nyata. Kemudian dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Lanjut Tukey, hasil analisis uji lanjut tukey menunjukkan bahwa berbeda nyata terjadi antara akar dan air laut, tidak berbeda nyata antara batang dan air laut, daun dan air laut, batang dan akar, daun dan akar, serta daun dan batang. Hal ini dikarenakan akar lebih banyak mengakumulasi logam berat dibandingkan dengan air laut.

Hasil analisis data Anova menyatakan bahwa kandungan logam berat Cd yang terdapat pada Akar, Batang, Daun dan Air Laut sangat berbeda nyata. Hasil analisis data Anova antar stasiun menyatakan bahwa kandungan logam berat Pb berbeda nyata antar stasiun dan tidak berbeda nyata antar stasiun untuk kandungan logam berat Cd.

Parameter Kualitas Perairan

Parameter kualitas perairan yang diukur dalam penelitian ini adalah parameter fisika-kimia yang merupakan faktor penting terhadap kelangsungan hidup lamun dan distribusi logam berat. Parameter kualitas perairan yang diukur meliputi suhu, derajat keasaman (pH), kecepatan arus, kecerahan, kekeruhan, dan salinitas yang bertujuan untuk mengetahui keadaan perairan sewaktu penelitian dilakukan.

Parameter kualitas air pada dasarnya dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat perairan. Vernberg *et al.*, dalam Hutagalung (1991) menyatakan bahwa gabungan suhu, air dan salinitas dapat mempengaruhi tingkat akumulasi logam

Parameter	Stasiun		
	I	II	III
Suhu	28°C	31°C	30 °C
Salinitas	29 ‰	34 ‰	33 ‰
Kekeruhan	3,89 NTU	1,76 NTU	3,82 NTU
Kecerahan	1,25 m	0,8 m	1,12 m
Arus	0,04 m/dtk	0,25 m/dtk	0,10 m/dtk
pH	8,1	7,6	7,5

berat dalam tubuh organisme air

Hasil pengukuran yang dilakukan secara insitu memperlihatkan bahwa suhu di perairan Tanjung Lanjut mempunyai kisaran antara 28-31°C, dimana suhu perairan terendah yaitu 28°C hal ini dipengaruhi oleh

cuaca ketika dilakukannya proses pengukuran. Kondisi ini menunjukkan perairan Tanjung Lanjut memiliki suhu perairan yang normal dan tergolong suhu optimal untuk pertumbuhan lamun yaitu 28-32°C. Suhu perairan dapat mempengaruhi keberadaan dan sifat logam. Waykar *et. al* (2012) dalam Emilia (2013) menyatakan bahwa peningkatan suhu perairan cenderung akan menurunkan akumulasi logam berat.

Hasil pengukuran salinitas perairan Tanjung Lanjut dengan salinitas terendah berada di stasiun I dan tertinggi berada pada stasiun II hal ini dipengaruhi oleh cuaca ketika dilakukannya proses pengukuran. Nilai – nilai salinitas ini termasuk kisaran yang cocok untuk kehidupan lamun. Pertumbuhan lamun membutuhkan salinitas berkisar 24-35 ‰.

Fluktuasi salinitas akan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap organisme yang ada di perairan dan juga berpengaruh terhadap kandungan logam berat di perairan. Menurut (Palar,2004) salinitas yang rendah akan mengalami peningkatan konsentrasi ion logam berat pada perairan dan menyebabkan penurunan pembentukan ion klorida.

Kekeruhan atau turbiditas pada perairan sangat berhubungan dengan kedalaman, kecepatan arus, dan tipe

substrat. Hasil pengukuran kekeruhan di perairan Tanjung Lanjut bervariasi dengan nilai kekeruhan terendah berada pada stasiun II dan tertinggi berada pada stasiun I. Hal ini disebabkan oleh bedanya substrat tiap-tiap stasiun. Pada umumnya lamun dapat tumbuh pada substrat lumpur berpasir.

Cahaya merupakan faktor yang menentukan penyebaran dan kelimpahan lamun. Kecerahan suatu perairan dipengaruhi oleh penetrasi cahaya matahari yang masuk keperairan. Hasil pengukuran kecerahan di Perairan Tanjung Lanjut berkisar antara 80-125 cm.

Arus adalah pergerakan massa air menuju ketempat lain yang disebabkan oleh perbedaan ketinggian dasar perairan dan tiupan angin. Arus memiliki peran yang sangat penting terutama berkaitan dengan pola sebaran mineral di dalam air

Hasil pengukuran arus di perairan Tanjung Lanjut ini berkisar 0,036-0,042 m/det. Hoshika *et al.*, (1991) dalam Arizqan (2008) menyatakan bahwa keberadaan logam berat dalam air dipengaruhi oleh pola arus. Arus perairan dapat menyebabkan logam berat yang terlarut dalam air permukaan ke segala arah. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lamun dan distribusi logam berat di perairan adalah pH. Derajat keasaman (pH) perairan sangat dipengaruhi

oleh dasar perairan dan keadaan lingkungan sekitarnya. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai pH terendah berada pada stasiun III yaitu 7,5 dan tertinggi berada pada stasiun I yaitu 8,1. Nilai pH optimum untuk pertumbuhan lamun berkisar 7,3 – 9,0. Toksikitas logam berat juga dipengaruhi oleh pH. pH yang rendah akan menyebabkan logam lebih mudah terlarut (Palar,2004).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian diketahui bahwa kandungan logam berat pada Lamun *Enhalus acoroides* di Perairan Tanjung Lanjut tergolong tinggi. Kandungan rata-rata logam berat Pb berkisar antara 0,1088 mg/L - 0,1915 mg/L dan logam berat Cd berkisar antara 0,3907 mg/L – 0,4536 mg/L.

Sedangkan untuk air laut, kandungan rata-rata logam berat Pb dan Cd tidak banyak dibandingkan dengan lamun. Kandungan rata-rata air laut untuk Pb berkisar antara 0,0274 mg/L - 0,0486 mg/L dan Cd yaitu 0,0926 mg/L - 0,1289 mg/L.

Hasil analisis pada Lamun *Enhalus acoroides* dapat digunakan sebagai bioindikator untuk menggambarkan kondisi perairan Tanjung Lanjut yang tercemar oleh logam berat. Hal ini menyebabkan lamun

dapat mengakumulasi logam berat lebih banyak dibandingkan air laut karena ia tidak memiliki mobilitas atau pergerakan, beda dengan air laut yang pergerakannya disebabkan oleh arus pasang dan surut. Selain itu dalam satu kelompok tumbuhan lamun, *Enhalus acoroides* ini dominan dibandingkan dengan jenis tumbuhan lamun lainnya. Jadi dalam perairan yang tercemar pun ia masih tetap hidup.

Saran

Untuk memantau perubahan dan perkembangan pencemaran suatu perairan juga perlu dilakukan penelitian tentang logam berat secara berkala. Perlu dilakukannya penelitian lanjutan tentang hubungan kandungan logam berat antara sedimen dan Lamun *Enhalus acoroides* ataupun jenis lamun berbeda yang dapat mewakili daerah perairan Tanjung Lanjut serta penelitian tentang hubungan kerapatan lamun dengan distribusi logam berat di perairan.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, Widya., 2011, Kandungan Logam Berat Pb (Timbal) Pada Lamun *Enhalus acoroides* di Pesisir Teluk Ambon,

Website:

[elibrary.ub.ac.id/handle/123456789/32470?](http://elibrary.ub.ac.id/handle/123456789/32470?mode=full)

mode=full, 21 November 2013..

Arizqan.2008, *Analisis Kandungan Logam Berat Pb dan Cu Pada Lamun (Enhalus acoroides) di Perairan Selat Dompok Tanjung Pinang Timur Kepulauan Riau (skripsi)*, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan Universitas Negeri Riau, Pekanbaru. (tidak diterbitkan).

Kementerian Negara Lingkungan Hidup, *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.Kep-51/2004 Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut*, Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, Jakarta, 2004.

Kiswara, Wawan., 1990, *Kadar Logam Berat (Cd, Cu, Pb dan Zn) Dalam Lamun (Zeostera marina L.) Di Belanda*, Jakarta, 1990.

Mukhtasor., 2007, *Pencemaran Pesisir dan Laut*, Pradnya Paramita, Jakarta.

Palar H., 2004, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.

Said, I., Jalaludin, M.N., Upe, A., & Wahab, A.W., 2009, *Penetapan konsentrasi logam berat krom dan timbal dalam sedimen estuaria sungai matangpondo Palu*, Jurnal *Chemica*, **10 (2)**, 40-47.

Sugara, G., 2012, *Pencemaran laut* (online), Website: http://gamasugara.blogspot.com/2012_08_01_archive.html. 22 Januari 2014.

SNI 06-6992.3-2004, *Cara Uji timbal (Pb) secara Destruksi Asam dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta