

**KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBEL (Pb), TEMBAGA (Cu)
DAN KADMIUM (Cd) PADA SEDIMEN
DI PERAIRAN MAKASSAR**

SKRIPSI



UPT PERAIRAN	HASANUDDIN
Tgl. 11-12-2006	
Jale kelante	
1 (satu) ES	
H	
405/11-12-06	
No. 35869	

IRVAN ARFANDY NUR H

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2006**

**KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBEL (Pb), TEMBAGA (Cu)
DAN KADMIUM (Cd) PADA SEDIMEN
DI PERAIRAN MAKASSAR**

SKRIPSI

Oleh :

**IRVAN ARFANDY NUR H
L 211 01 019**

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Kelulusan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2006**

Judul : KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBEL (Pb), TEMBAGA (Cu)
DAN KADMIUM (Cd) PADA SEDIMEN DI PERAIRAN
MAKASSAR

Nama : IRVAN ARFANDY NUR H

Stambuk : L 211 01 019

Diketahui oleh :

Pembimbing Utama



Ir. Daud Thana, MS
NIP. 130 793 475

Pembimbing Anggota



Ir. Musbir, M.Sc
NIP. 131 870 190



Pgs. Dekan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Dr. Ir. Dody Dh Trijuno, M. App. Sc
NIP. 131 846 404

Ketua Program Studi
Manajemen Sumberdaya Perairan



Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc
NIP. 131 803 225

Tanggal Pengesahan : 10 Desember 2006

ABSTRAK



Irvan Arfandy Nur H. Kandungan Logam Berat Timbel (Pb), Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) Pada Sedimen di Perairan Makassar (Dibawah bimbingan **Daud Thana** sebagai Pembimbing Utama dan **Musbir** sebagai Pembimbing Anggota)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat tembaga (Cu), timbel (Pb) dan cadmium (Cd) pada sedimen di Perairan Makassar. Hasil penelitian ini diharapkan berguna sebagai bahan informasi bagi instansi terkait pada pengelolaan perairan pantai Makassar.

Pengambilan sampel dilakukan pada tiga lokasi (stasiun) yaitu muara Sungai Tallo, Pulau Kayangan, dan Pantai Losari. Lokasi penelitian di perairan Makassar yang dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Juni 2006. kandungan logam berat timbel (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) diukur dengan metode *Atomic Absorbtion Spectrophotometry (AAS-Method)*.

Kandungan rata-rata logam berat timbel (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) relatif tinggi pada sedimen terdapat di muara Sungai Tallo, sedangkan kandungan logam timbel (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) terendah adalah pada Pulau Kayangan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan logam berat pada sedimen relatif tinggi secara umum pada masing-masing stasiun dan sudah melewati ambang batas konsentrasi maksimum yang dapat diterima oleh organisme perairan.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala berkah, rahmat, dan karunianya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Banyak kendala yang penulis hadapi mulai dari penyusunan proposal, penelitian lapangan, hingga penyusunan tesis ini, namun kesemuanya dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak dan dengan memaksimalkan kemampuan yang ada.

Buat Ayahanda Abd. Hamid Razak, atas motivasi dan dorongan, dan Ibunda Nur Ichsan, yang telah mencurahkan kasih sayang, perhatian dan segala yang telah diberikan hingga penulis mendapat kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis haturkan kepada Bapak Ir. Daud Thana, M.S dan Ir. Musbir, M.Sc atas bimbingan dan perhatian penuh yang selama ini diberikan kepada penulis. Kesemuanya penulis kembalikan kepada Allah SWT semoga menjadi pahala di sisi Allah SWT.

Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada Bapak dan Ibu dosen yang telah mengasuh dan membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan di Jurusan Perikanan. Rasa terima kasih secara khusus buat rekan sepenelitian Resky A. P, Risma Neswaty, Agung Riyadi dan Ahmad Wirawan atas kerjasama selama penelitian, begitu pula dengan Sendeng, Rijal dan Crew KPLP Pelindo IV Makassar.

Akhirnya penulis ucapkan terima kasih kepada rekan-rekan Angkatan 2001, Cumpunk Crew yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan moril dalam melalui masa-masa perkuliahan. Penulis sepenuhnya menyadari bahwa banyak terdapat kekurangan dalam skripsi ini, oleh karenanya saran dan kritik yang konstruktif sangat penulis harapkan dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini.

Karya yang sederhana ini dipersembahkan teruntuk civitas akademika Perikanan selaku almamater yang tercinta dan masyarakat. Semoga dapat bermanfaat bagi perkembangan pengetahuan khususnya bidang pengelolaan sumberdaya perairan. Amin.

Makassar, 12 November 2006

Penulis

Irvan Arfandy

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan.....	2
TINJAUAN PUSTAKA	
Pencemaran Perairan	3
Logam Berat	4
Logam Timbel	5
Logam Tembaga	8
Logam Cadmium	9
Akumulasi Logam Berat Pada Sedimen.....	10
METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat	13
Alat dan Bahan	13
Penentuan Stasiun Penelitian.....	14
Prosedur Penelitian.....	16
Metode Analisis Logam Berat.....	17
Analisis Data	18

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	19
Kandungan Timbel Pada Sedimen	21
Kandungan Tembaga Pada Sedimen.....	23
Kandungan Cadmium Pada Sedimen	25

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.....	29
Saran	29

DAFTAR PUSTAKA.....	30
---------------------	----

LAMPIRAN	
----------------	--

RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alat dan Bahan yang Digunakan Selama penelitian	13

LAMPIRAN

1.	Data Hasil Pengukuran Konsentrasi Timbel (Pb) dalam Sedimen di Perairan Makassar	32
2.	Data Hasil Pengukuran Konsentrasi Tembaga (Cu) dalam Sedimen di Perairan Makassar	33
3.	Data Hasil Pengukuran Konsentrasi Cadmium (Pb) dalam Sedimen di Perairan Makassar	34
4.	Petunjuk Kualitas Sedimen dalam mg/kg Berat Kering.....	35
5.	Hasil Analisa Contoh Sedimen Dasar Perairan Makassar.....	36
6.	Prosedur Penentuan Fraksi Tekstur Sedimen Dasar Perairan Makassar.....	37

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Peta Lokasi Pengambilan Sampel	15
2.	Nilai Rata-rata Kandungan Logam Timbel dalam Sedimen pada Setiap Stasiun di Perairan Makassar	21
3.	Nilai Rata-rata Kandungan Logam Tembaga dalam Sedimen pada Setiap Stasiun di Perairan Makassar	24
4.	Nilai Rata-rata Kandungan Logam Cadmium dalam Sedimen pada Setiap Stasiun di Perairan Makassar	26

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan kegiatan industri, pariwisata, komersial, kegiatan rumah tangga dan pengembangan kota yang semakin meningkat telah menjadikan wilayah perairan pantai sebagai tempat pembuangan limbah, baik limbah cair maupun limbah padat. Pemanfaatan sumberdaya wilayah perairan tersebut juga telah menimbulkan tekanan berupa limbah yang mengakibatkan terjadinya pencemaran pada wilayah perairan maupun perairan sekitarnya.

Menurut PPLH (2004) perairan Kota Makassar telah tercemar oleh beberapa jenis logam berat utamanya logam timbel (Pb). Ditambahkan pula, bahwa indeks pencemaran di perairan pantai Kota Makassar berada pada kategori tercemar sedang hingga berat kecuali muara Sungai Tallo dan muara Sungai Jeneberang yang berada dalam kategori tercemar ringan.

Palar (1994) mengemukakan bahwa logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mengalami pengendapan melalui ikatan permukaan partikel sedimen. Oleh karena itu kandungan logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dengan konsentrasi logam dalam badan air.

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang bersumber dari limbah-limbah industri maupun limbah rumah tangga yang mengandung komponen logam berat. Limbah industri yang mengandung logam berat akan masuk ke dalam wilayah perairan melalui aliran sungai maupun saluran pembuangan, dimana pada awalnya bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan tersebut akan dicerinkan sehingga kekuatan mencemarkan akan menjadi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan kegiatan industri, pariwisata, komersial, kegiatan rumah tangga dan pengembangan kota yang semakin meningkat telah menjadikan wilayah perairan pantai sebagai tempat pembuangan limbah, baik limbah cair maupun limbah padat. Pemanfaatan sumberdaya wilayah perairan tersebut juga telah menimbulkan tekanan berupa limbah yang mengakibatkan terjadinya pencemaran pada wilayah perairan maupun perairan sekitarnya.

Menurut PPLH (2004) perairan Kota Makassar telah tercemar oleh beberapa jenis logam berat utamanya logam timbel (Pb). Ditambahkan pula, bahwa indeks pencemaran di perairan pantai Kota Makassar berada pada kategori tercemar sedang hingga berat kecuali muara Sungai Tallo dan muara Sungai Jeneberang yang berada dalam kategori tercemar ringan.

Palar (1994) mengemukakan bahwa logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mengalami pengendapan melalui ikatan permukaan partikel sedimen. Oleh karena itu kandungan logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dengan konsentrasi logam dalam badan air.

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang bersumber dari limbah-limbah industri maupun limbah rumah tangga yang mengandung komponen logam berat. Limbah industri yang mengandung logam berat akan masuk ke dalam wilayah perairan melalui aliran sungai maupun saluran pembuangan, dimana pada awalnya bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan tersebut akan diencerkan sehingga kekuatan mencemarkan akan menjadi

lemah namun bila bahan pencemar tersebut secara terus menerus memasuki wilayah perairan akan terjadi penumpukkan logam berat pada badan air laut dan sedimen . Hal ini akan mempengaruhi berbagai jenis organisme di sekitarnya karena logam berat akan masuk ke dalam rantai makanan di laut dan akhirnya akan sampai ke manusia.

Wilayah perairan pantai Makassar berpeluang untuk dicemari oleh logam berat sebagai akibat dari kegiatan pengembangan kota, reklamasi pantai, aktivitas industri, pariwisata dan aktivitas industri rumah tangga yang membuang limbahnya baik secara langsung maupun melalui saluran pembuangan yang akan masuk ke dalam wilayah perairan Makassar.

Berdasarkan hal tersebut di atas dan melihat demikian besar pengaruh logam berat baik terhadap lingkungan perairan maupun terhadap organisme serta untuk menjaga kelestarian wilayah pesisir pantai maka penelitian ini sangat perlu dilakukan.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui kandungan logam berat timbel (Pb), tembaga (Cu) dan kadmium (Cd) pada sedimen di perairan Makassar.

Hasil penelitian ini diharapkan berguna sebagai bahan informasi bagi instansi terkait pada pengelolaan perairan Pantai Makassar.

TINJAUAN PUSTAKA

Pencemaran Perairan

Pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya zat atau energi oleh manusia baik secara langsung maupun tidak langsung ke dalam lingkungan laut yang menyebabkan efek merugikan karena merusak sumberdaya hayati, membahayakan kesehatan manusia, menghalangi aktivitas di perairan termasuk perikanan, serta penurunan mutu air yang digunakan sampai pada tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Darmono, 2001)

Menurut Palar (1994) pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeserannya bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun yang berbahaya bagi organisme hidup.

Dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapatkan perhatian yang seksama dan cermat. Untuk mendapatkan air yang baik, sesuai dengan standar tertentu, saat ini menjadi barang yang mahal karena air yang sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari hasil kegiatan manusia, baik limbah dari kegiatan rumah tangga, limbah dari kegiatan industri dan kegiatan-kegiatan lainnya (Fardiaz, 1992).

Di dalam kegiatan industri dan teknologi, air yang telah digunakan (air limbah industri) tidak boleh langsung dibuang ke lingkungan karena dapat menyebabkan pencemaran. Endapan dan koloidal serta bahan yang terlarut berasal dari adanya buangan industri yang berbentuk padat. Apabila endapan dan koloidal yang terjadi berasal dari bahan buangan organik, maka mikroorganisme, dengan bantuan oksigen yang terlarut di dalam air, maka akan melakukan degradasi bahan organik tersebut sehingga menjadi bahan yang lebih sederhana. Kalau bahan buangan industri berupa bahan anorganik yang dapat larut maka air akan mendapat tambahan ion-ion logam yang berasal dari bahan anorganik tersebut. Banyak bahan anorganik yang memberikan ion-ion logam berat yang bersifat racun seperti Cd, Cr, Pb (Wardhana, 2001).

Logam Berat

Istilah logam secara khas menunjukkan suatu unsur yang merupakan konduktor listrik yang merupakan konduktifitas panas yang baik, kemudahan ditempa, kekerasan dan keelektronegatifan yang tinggi. Meskipun demikian, berapa unsur (boron, silikon dan tellurium) yang disebut sebagai metalloid mempunyai satu atau lebih sifat-sifat tersebut, tetapi tidak cukup membedakannya dalam kekhasan untuk memungkinkan suatu pemisahan yang persis logam atau bukan logam (Palar, 1994).

Unsur-unsur logam dibagi menjadi dua golongan berdasarkan bobot jenisnya yaitu logam ringan mempunyai bobot jenis lebih kecil dari 5 gr-cm^{-2} , sedangkan logam berat mempunyai bobot jenis lebih besar dari 5 gr-cm^{-2} . Dalam sistem periodik, logam berat berada pada periode III sampai VI mempunyai

nomor atom berkisar 22 sampai 92. sifatnya dapat membentuk garam dan asam. Logam berat mengalami reaksi kimia bila bertemu unsur oksigen, nitrogen dan belerang (Palar, 1994).

Logam berat bersifat akumulatif di dalam tubuh organisme dan konsentrasinya mengalami peningkatan (biomagnifikasi) dalam tingkatan trofik yang lebih tinggi di dalam rantai makanan. Biomagnifikasi berhubungan langsung dengan manusia yang menempati posisi top level dalam rantai makanan pesisir, karena konsentrasi logam berat yang dikandung dalam makanan kita telah mengalami peningkatan mulai dari komponen di tingkat dasar (produsen) (Wilson, 1988).

Logam Timbel (Pb)

Timbel atau dikenal dengan timah hitam terkonsentrasi dalam deposit seperti biji logam. Timbel dalam persenyawaannya banyak digunakan dalam berbagai bidang misalnya oksidasi Pb dalam industri aki, gelas pemoles keramik, pembungkus kabel amunisi, juga digunakan dalam industri cat yaitu warna kuning krom (Sumirat, 1994).

Timbel mempunyai titik cair yang rendah, mudah dibentuk, dan tahan terhadap korosi, sehingga banyak digunakan dalam berbagai keperluan. Sifat kimia timbel yang dapat membentuk *alloy* dengan logam lainnya menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung (Fardiaz, 1992).

Darmono (1995) mengemukakan bahwa timbel banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya sebagai berikut :

1. Mempunyai titik cair rendah sehingga mudah untuk digunakan.

2. Mudah dibentuk karena merupakan logam lunak.
3. Mempunyai sifat kimia aktif sehingga dapat digunakan untuk mengatasi perkaratan.
4. Bila dicampur dengan logam lain membentuk logam campuran lebih bagus daripada logam murninya.
5. Mempunyai densitas lebih tinggi dari logam lain.

Logam Pb juga banyak digunakan sebagai bahan tambahan pada bahan bakar bensin untuk meningkatkan nilai oktannya (8,14) berupa tetraetil Pb atau tetrametil Pb. Sumber ini memberikan kontribusi pada kadar Pb dalam atmosfer. Sumber Pb lainnya adalah dari pembakaran batu bara yang mengandung Pb. Sebagian sumber alamiah adalah penguapan lava, dan disintegrasi radon menjadi Pb (Sumirat, 1994).

Menurut Setyorini (2004), sumber pencemaran timbel yaitu sebagai berikut:

- a) Timbel di udara terutama berasal dari penggunaan bahan bakar bertimbel yang dalam pembakarannya melepaskan timbel oksida berbentuk debu / partikulat yang dapat terhirup oleh manusia. Debu timbel juga dapat mengkontaminasi tanah pertanian. Mobil berbahan bakar bertimbel melepaskan 95% timbel yang mencemari udara di negara-negara yang sedang berkembang.
- b) Debu timbel menempel di pintu atau jendela yang dapat terhirup ke dalam saluran pernafasan dan selanjutnya masuk ke dalam mulut.

- c) Timbel dalam air minum dapat berasal dari kontaminasi pipa, solder dan kran air. Kandungan timbel dalam air sebesar 150 g.l^{-1} adalah konsentrasi yang aman untuk dikonsumsi.
- d) Timbel dalam makanan berasal dari kontaminasi kaleng makanan dan minuman dan solder yang bertimbel. Kandungan timbel yang tinggi ditemukan dalam sayuran terutama yang termasuk dalam sayuran hijau.
- e) Timbel dalam cat adalah sumber utama timbel di rumah tangga. Tanah kebun dapat terkontaminasi cat yang tercuci oleh air hujan dan mencemari air tanah.

Timbel masuk ke dalam tubuh melalui saluran pencernaan dan saluran pernapasan. Biasanya orang keracunan timbel (Pb) mengkonsumsi sekitar 0,2 – 2,0 mg / hari, dimana pada orang dewasa Pb sering melalui usus sekitar 5 – 10 % sedangkan pada anak-anak umur 2-8 tahun dapat mengabsorpsi Pb sampai 50 % biasanya ekskresi Pb dari tubuh sangat kecil meskipun intake Pb tiap hari naik sehingga dapat menaikkan kandungannya dalam tubuh (Darmono, 1995).

Kandungan logam Pb yang sesuai dengan baku mutu air laut berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (SK.MENKLH) No. 51 Tahun 2004 untuk kepentingan pariwisata yaitu 0.005 mg.l^{-1} dan untuk organisme perairan yaitu $0,08 \text{ mg.l}^{-1}$.

Logam Tembaga (Cu)

Tembaga terletak pada golongan I B dalam unsur periodik. Tembaga adalah logam dengan warna merah coklat, tidak mudah mengalami korosi, dapat menghantar arus listrik dan kalor dengan baik. Tembaga murni bersifat lunak dan digunakan dalam bentuk lembaran, dapat ditempa menjadi tipis (Shelvia, 1985).

Tembaga diperoleh dalam bentuk paduan logam perunggu yang mengandung tembaga dan timah. Persenyawaan yang penting dari Cu dapat ditemukan pada berbagai jenis batuan seperti cuprite (Cu_2O), malachite ($\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$), chalcocite (Cu_2S), chalcopyrite (CuFeS_2). Dalam badan perairan laut tembaga dapat ditemukan dalam bentuk persenyawaan ion seperti CuCO_2 , CuOH dan lain sebagainya (Palar, 1994).

Sebagai logam berat Cu (tembaga) berbeda dengan logam-logam lainnya seperti Hg, Cd dan Cr. Logam berat Cu digolongkan dalam logam berat esensial, artinya meskipun Cu logam beracun, logam ini dibutuhkan oleh tubuh meski dalam jumlah yang sedikit. Toksisitas yang dimiliki oleh Cu baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi batas toleransi organisme tersebut (Palar, 1994).

Menurut Palar (1994) bahwa aktifitas manusia, seperti buangan industri, pertambangan Cu, industri galangan kapal dan bermacam-macam aktivitas pelabuhan lainnya merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam badan perairan.

Tembaga merupakan logam berat yang sangat membahayakan kesehatan manusia. Namun demikian logam Cu juga dibutuhkan dalam kehidupan makhluk hidup sebagai elemen mikro. Logam Cu dibutuhkan sebagai unsur yang berperan dalam pembentukan enzim oksidatif dan pembentukan kompleks Cu-protein yang dibutuhkan untuk pembentukan haemoglobin, kolagen, pembuluh darah dan myelin otak (Darmono, 1995).

Kandungan logam Cu yang sesuai dengan baku mutu air laut berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (SK.MENKLH) No. 51 Tahun 2004 untuk kepentingan pariwisata yaitu $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$ dan untuk organisme perairan yaitu $0,008 \text{ mg.l}^{-1}$.

Logam Cadmium (Cd)

Di dalam perairan logam berat Cd merupakan bentuk ion bivalen yang terikat membentuk CdCl_2 , $\text{Cd}(\text{COCl}_2)$, CdSO_4 dan $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$. Cadmium dapat menyebabkan keracunan akut pada manusia yang mendapat unsur tersebut dari makanan. Konsumsi makanan / air minum dengan konsentrasi Cd yang melebihi standar yang ditetapkan akan menyebabkan unsur tersebut terakumulasi dalam jaringan ginjal, gangguan lambung, kerapuhan tulang, mengurangi hemoglobin darah dan pigmentasi tinggi (Tamsil, 2000).

Unsur Cd yang terdapat dalam air laut berasal dari industri yang ditemukan dalam bentuk garam. Prinsip utama dalam penggunaan Cd sebagai stabilisator dan pigmen dalam pembuatan plastik adalah proses penyepuhan dengan tenaga listrik. Sebagian kecil kadmium terdapat dalam solder, logam campuran lain, baterai serta bahan cat warna. Selain itu sumber Cd sebagian besar

berasal dari limbah padat, limbah cair rumah tangga dan dari pemukiman perkotaan (Dianhanjaya, 1989).

Keracunan Cd dapat bersifat kronis tetapi terjadi dalam selang waktu yang sangat panjang. Peristiwa ini terjadi karena logam Cd yang masuk ke dalam tubuh dengan jumlah kecil sehingga dapat ditolerir oleh tubuh pada saat itu. Tetapi karena terjadi proses pemasukkan terus – menerus sehingga tubuh pada batas akhir tidak mampu bertoleransi terhadap daya racun Cd (Palar, 1994)

Konsentrasi standar maksimum yang diperbolehkan untuk Cd dalam air menurut Departemen Kesehatan RI adalah 0,01 mg/l. Nilai ini sama dengan yang ditetapkan oleh Public Health maupun WHO International Standart, namun WHO European menentukan standar yang lebih kecil yaitu 0,05 mg/l (Sutrisno & Suciastuty, 1987).

Kandungan logam Cd yang sesuai dengan baku mutu air laut berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (SK.MENKLH) No. 51 Tahun 2004 untuk kepentingan pariwisata yaitu 0,002 mg.l⁻¹ dan untuk organisme perairan yaitu 0,001 mg.l⁻¹.

Akumulasi Logam Berat pada Sedimen

Sedimen terdiri dari pasir, tanah liat dan substansi organik. Kelimpahan relatif dari komponen bervariasi dengan berbagai tipe sedimen. Setiap komponen mempunyai karakteristik partikel fisika kimia, interaksi logam berat dengan sedimen bergantung pada komposisi sedimen. Konsentrasi logam berat yang tinggi umumnya ditemukan pada lumpur, debu dan pasir berlumpur atau campuran ketiganya (Dahuri, 2001).

Sedimen merupakan konsentrator dan sampel yang baik untuk penelitian jangka panjang, karena sifatnya yang stabil untuk beberapa jenis pencemar di hidrosfer seperti organotin dan residunya. Zat pencemar tersebut dapat dikonsumsi oleh organisme bentik dan dapat merupakan sumber pencemar pada kolom air melalui pencucian sedimen (*flushing time*) dan peristiwa tersuspensi. Sedimen laut terdiri dari tanah liat yang merupakan lapisan kaya akan logam berat dan dikhawatirkan dengan cepat logam tersebut dapat dilepaskan ke air dan diserap oleh plankton (Palar, 1994).



Banyak erosi yang terjadi di wilayah pantai/ pesisir yang disebabkan oleh konstruksi yang dibangun di pantai, seperti *jetti* pelabuhan atau pemecah gelombang. Pada umumnya konstruksi tersebut akan mengandung aliran litoral (*litoral drift*) alami di wilayah pantai, yang berarti terganggunya pemasokan pasir ke pantai di bagian hilir aliran litoral tersebut. Parameter lingkungan yang mempengaruhi proses sedimentasi adalah gelombang, arus menyusur pantai dan arus meretas pantai, pasut, perubahan muka laut, angin geologi dan parameter lain seperti kegiatan manusia dan biologis (Dahuri, 2001).

Menurut Dahuri (2001) bahwa peningkatan buangan sedimen ke dalam ekosistem perairan pesisir akibat semakin tingginya laju erosi tanah yang disebabkan oleh kegiatan pengusahaan hutan, pertanian, dan pembangunan sarana dan prasarana, dapat membahayakan kehidupan di lingkungan pesisir. Dampak negatif sedimentasi terhadap biota perairan secara garis besar melalui beberapa mekanisme. *Pertama*, bahan sedimen menutupi biota laut, terutama yang hidup di dasar perairan (*benthic organisme*) seperti hewan karang, lamun, dan kerang-

kerangan, atau menyelimuti sistem pernafasannya (insang). Akibatnya, biota-biota tersebut akan susah bernafas, dan akhirnya akan mati lemas (*asphyxia*). *Kedua*, sedimentasi akan menyebabkan peningkatan kekeruhan air. Kekeruhan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk kedalam air dan mengganggu organisme yang memerlukan cahaya.

Menurut Lendriani (1985) logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan tidak selamanya berasal dari kegiatan manusia, tetapi dapat juga berasal dari daur alamiah yang dapat memindahkan logam berat dari batu-batuan ke tanah dan organisme hidup lalu ke air dan mengendap pada sedimen. Pengendapan partikel khususnya partikel bioorganik sangat penting dalam pengikatan logam berat dan pemindahannya pada bagian yang lebih dalam dari laut dan danau yang umumnya sebagian termineralisasi dan mengalami perubahan bentuk menjadi sedimen. Permukaan sedimen yang terdiri dari substansi biologi merupakan lapisan yang baik untuk pengikatan logam berat daripada permukaan sedimen dengan lapisan mineral.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Juni 2006. Penelitian dilakukan di perairan pantai Makassar, sedangkan analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Kesehatan Departemen Kesehatan Makassar.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian ini dapat dilihat seperti pada Tabel 1

Tabel 1. Alat dan Bahan yang digunakan selama penelitian.

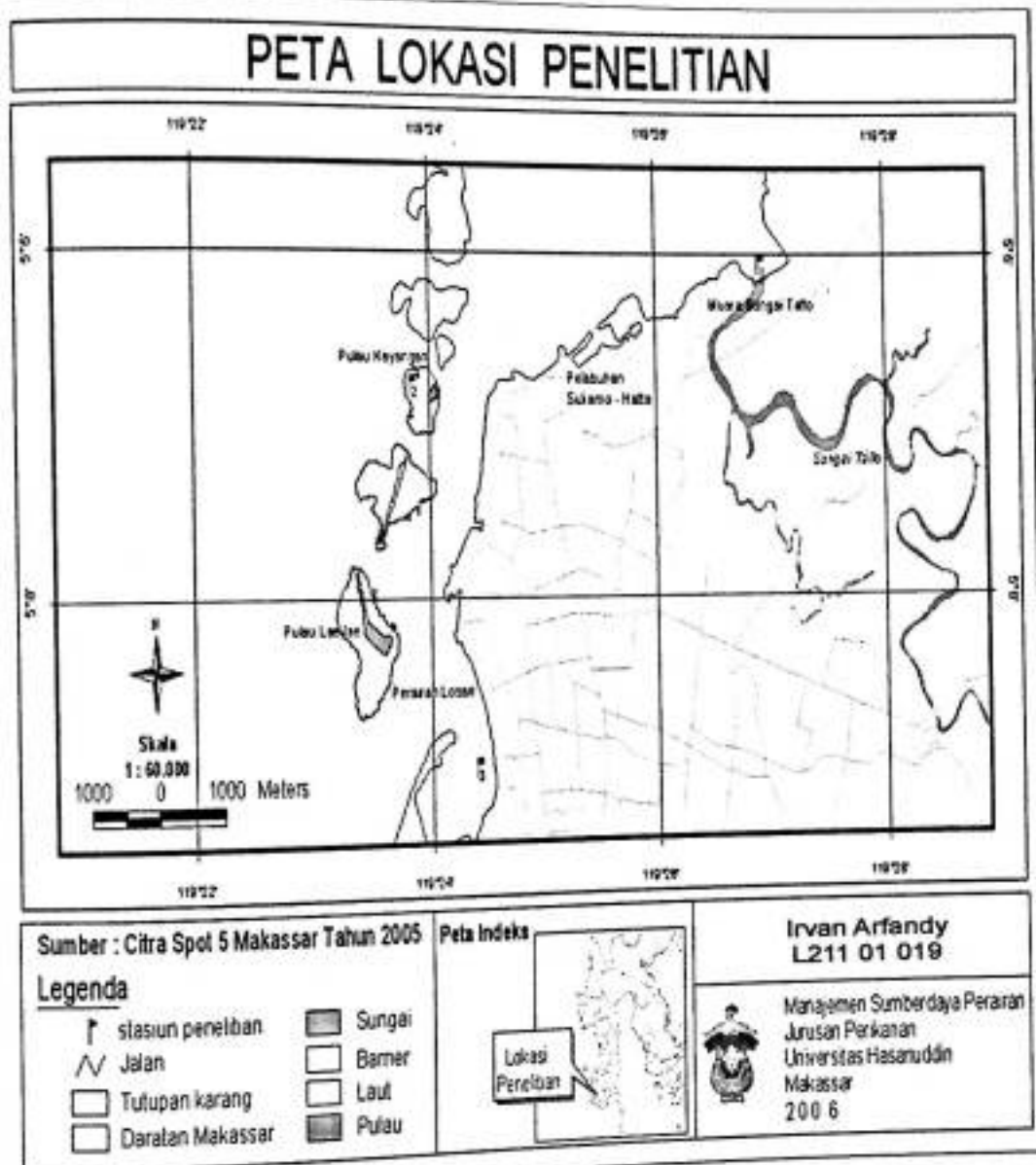
No	Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Pipa paralon 3 inchi	Alat untuk mengambil sampel sedimen
2	Kantong sampel	Tempat sampel
3	Sieve net 0,1255 mm	Untuk menyaring sampel sedimen
4	Atomic Absorption Spectrometer	Alat untuk mengetahui konsentrasi logam
5	Sedimen	Sebagai sampel
6	Hot plate	Tempat mengeringkan sampel
7	Perahu motor	Alat Transportasi di lokasi penelitian
8	Timbangan elektrik	Mengukur berat sampel
9	Masker dan Snorkel	Alat untuk mengambil sampel
10.	Gelas ukur	Alat untuk meletakkan sampel yang telah didestruksi
11.	Kertas saring whatman No.541	Untuk menyaring sampel larutan yang telah didestruksi

Penentuan Stasiun Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada tiga stasiun berdasarkan lokasi yang berhubungan dengan industri dan pemukiman kota. Sampel diambil pada tiga stasiun dan setiap stasiun dibagi menjadi tiga substasiun (Gambar 1), sehingga diperoleh sembilan sampel setiap kali pengamatan yang merupakan gabungan dari beberapa sedimen (dikompositkan)

Penentuan stasiunnya sebagai berikut :

- a. Stasiun A, muara Sungai Tallo sebagai lokasi yang berdekatan dengan industri.
- b. Stasiun B, pada Pantai Losari sebagai lokasi yang berdekatan dengan pemukiman kota.
- c. Stasiun C, di Pulau Kayangan sebagai lokasi yang jauh dari industri dan pemukiman kota.



Gambar 1: Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Prosedur Penelitian

Prosedur kerja dari penelitian ini meliputi dua tahap yakni :

1. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan pipa paralon pada kedalaman satu meter sampai dengan kedalaman tiga meter . Selanjutnya sampel dipindahkan ke dalam plastik sampel, lalu ditambahkan asam nitrat (HNO_3) beberapa tetes, kemudian sedimen disimpan di dalam ice box dengan suhu 4°C .

2. Analisis Laboratorium

Sampel sedimen diangin-anginkan selama lebih kurang 48 jam hingga sedimen mengering. Setelah kering, contoh sedimen kemudian disaring dengan sieve net berukuran 0,1255 mm. Selanjutnya, rata-rata 2 g sampel diambil dan dimasukkan ke dalam cawan porselin kemudian didestruksi dengan cara diabukan dalam tanur pada suhu 500°C selama 2 jam dan dibiarkan dingin. Selanjutnya ditambahkan asam pekat sebanyak 1cc, di keringkan di hot plate (di dalam lemari asam) sampai kering dan dimasukkan kembali ke tanur. Setelah dikeluarkan dari tanur maka sampel tersebut didinginkan lalu ditambahkan asam nitrat pekat 1cc dan ditambahkan aquades secukupnya. Kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no. 541 hingga jernih sampai 50 ml (Hutagalung *et al.*, 1997).

Hasil destruksi dianalisis untuk mengetahui konsentrasi Pb, Cu dan Cd yang terkandung pada setiap sampel organ yang telah didestruksi dengan menggunakan Atomic Absorption Spectrometer (AAS) di Laboratorium Kimia dan Kesehatan DEPKES Makassar.

Metode Analisis Logam Berat

Analisis logam berat dilakukan dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) yang didasarkan pada hukum Lambert-Beer, yaitu banyaknya sinar yang diserap berbanding lurus dengan kadar zat. Oleh karena yang mengabsorpsi sinar adalah atom maka ion atau senyawa logam berat harus diubah menjadi bentuk atom. Perubahan bentuk ion menjadi bentuk atom harus dilakukan dengan suhu tinggi melalui pembakaran (Tetelepta, 1990).

Untuk mendapatkan konsentrasi logam berat yang sebenarnya digunakan formula:

$$K_{\text{sebenarnya}} = \frac{K_{\text{AAS}} \times V}{\text{BK}}$$

Keterangan:

- K sebenarnya : Konsentrasi logam berat sesungguhnya ($\mu\text{g/g BK}$)
K AAS : Konsentrasi logam berat yang terbaca oleh AAS (μg)
V : Volume penetapan pembacaan (ml)
BK : Berat Kering sedimen yang digunakan untuk analisa (g)

Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif dengan menggunakan tabel dan grafik, kemudian data kandungan logam berat yang diperoleh dari sampel dibandingkan dengan data logam berat sesuai petunjuk kualitas sedimen dan peraturan perundang-undangan yang berlaku, misalnya Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (SK.MENKLH) No. 51 Tahun 2004, tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.

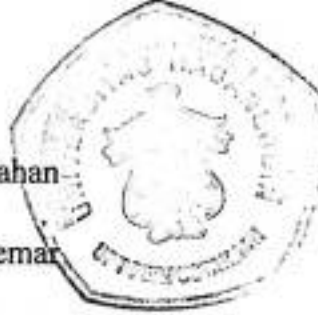
HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Makassar sebagai kota yang terletak di pesisir kawasan pantai merupakan salah satu kota yang sangat padat perkembangannya di Indonesia, baik perkembangan industri, pariwisata, perdagangan, maupun perkembangan pertumbuhan penduduk. Permasalahan yang dialami kota Makassar sebagaimana halnya yang dialami oleh kota-kota besar lainnya di Indonesia. Limbah domestik merupakan bagian permasalahan limbah kota ini dan dialami oleh kota Makassar khususnya muara Sungai Tallo, Pantai Losari dan Pulau Kayangan.

Muara Sungai Tallo adalah muara sungai yang terletak disebelah utara kota Makassar dan termasuk muara yang banyak ditumbuhi mangrove baik yang tumbuh secara alami maupun melalui konservasi. Tingginya pengendapan lumpur pada saat erosi di daerah hulu menyebabkan menurunnya kualitas air. Disamping itu muara Sungai Tallo juga merupakan tempat terakumulasinya bahan-bahan pencemar yang berasal dari kegiatan pertambakan, industri, pemukiman penduduk, dan perhubungan.

Pantai Losari merupakan salah satu daerah pesisir di kota Makassar yang berada pada letak geografis antara $5^{\circ} 8' 30''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ} 24' 30''$ Bujur Timur. Kemudian kondisi hidrooseanografi di kawasan Pantai Losari dipengaruhi oleh kondisi arah angin dan kecepatan arus (PPLH, 2004).

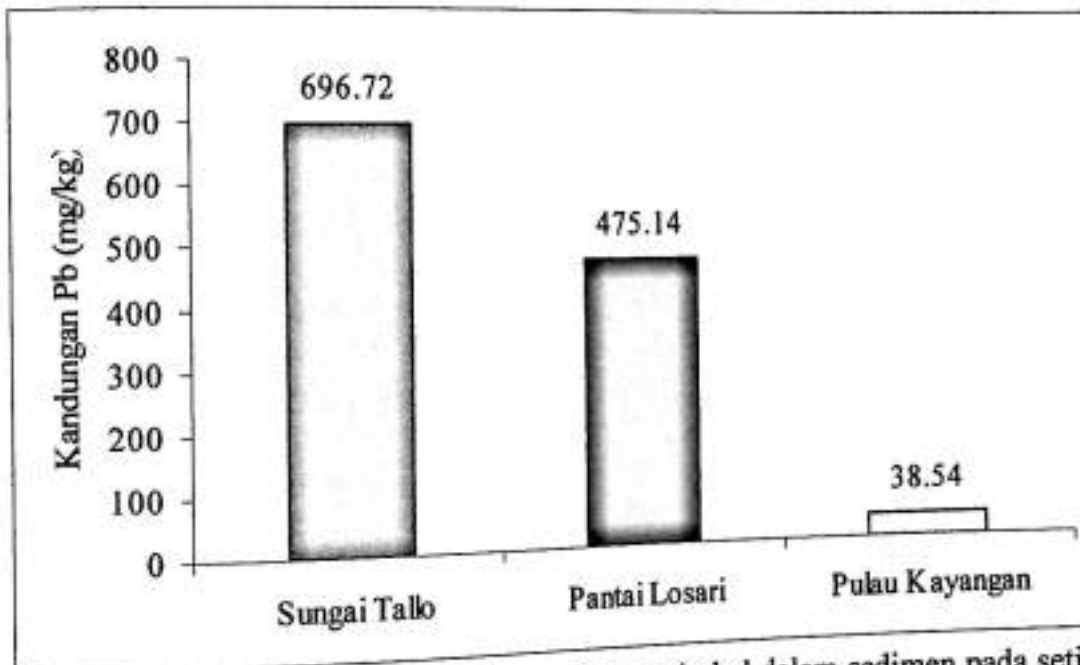


Perairan Pantai Losari sangat potensial untuk dicemari oleh berbagai bahan pencemar termasuk logam berat. Dimana sumber potensial dari bahan pencemar adalah pembuangan limbah ke pantai baik limbah rumah tangga maupun industri. Di kawasan pesisir sepanjang pantai losari terdapat berbagai macam gedung-gedung besar yang memungkinkan membuang limbahnya ke perairan pantai Losari seperti Hotel Imperial Arya Duta, Hotel Pantai Gapura, Hotel Quality, Makassar Golden Hotel, Hotel Losari Beach, Rumah sakit Stella Maris, Rumah Makan Pualam, Rumah Makan Bakso Sentosa, dan yang paling ramai adalah pusat pedagang kaki lima di sepanjang Jalan Metro Tanjung Bunga, semua contoh-contoh aktivitas masyarakat di atas merupakan sumber bahan pencemar yang sangat potensial bagi perairan Pantai Losari.

Pulau Kayangan salah satu obyek wisata bagi masyarakat Kota Makassar yang saat ini pengawasannya di bawah pemerintah Kota Makassar, dan pengelolaannya diserahkan ke PT. Putra-Putra Nusantara. Pulau Kayangan berjarak 800 m dari Kota Makassar yaitu dari dermaga PT. Eastern Flour Mills (Pabrik Terigu PT. Berdikari). Pulau Kayangan berada dalam Daerah Lingkungan Kerja (DLKR) dan daerah lingkungan kepentingan (DLKP) Pelabuhan Makassar. Pulau Kayangan sebagai wisata laut yang sangat strategis karena merupakan pulau yang terdekat dari Kota Makassar dan didukung dengan sarana yang memadai. Disamping itu letaknya antara Pulau Gusung dan Pulau Samalona. Dimana Pulau Gusung sebagai break water Pelabuhan Makassar. Jarak 200 m di sebelah selatan terdapat menara suar / lampu suar sebagai pintu masuk dari kapal-kapal yang akan keluar / masuk di Pelabuhan Makassar (Pelindo, 2004).

Kandungan Timbel Pada Sedimen

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian tampak bahwa konsentrasi logam berat timbel (Pb) pada sedimen untuk masing-masing stasiun sangat berbeda. Kandungan logam timbel ditemukan tertinggi pada muara Sungai Tallo yakni sebesar 696.72 mg/kg sedangkan kandungan timbel yang terendah ditemukan pada Pulau Kayangan yakni sebesar 38.54 mg/kg (Gambar 2).



Gambar 2. Nilai rata-rata kandungan logam timbel dalam sedimen pada setiap stasiun di perairan Makassar.

Tingginya kandungan logam timbel di muara Sungai Tallo disebabkan karena pada stasiun ini letaknya berdekatan dengan pemukiman padat penduduk, saluran buangan limbah industri yang berasal dari industri pengolahan Kawasan Industri Makassar (KIMA) dan aktivitas industri kapal yang secara langsung maupun tak langsung menggunakan logam Pb misalnya baterai, pembungkus kabel, campuran berbagai cat. Selain itu, stasiun ini juga merupakan jalur lalu lintas yang dilalui oleh perahu-perahu penangkap ikan dan juga kapal patroli lepas pantai yang menghasilkan buangan oli bekas kapal, tumpahan minyak dan

pengelupasan cat kapal. Hal ini sesuai dengan pendapat Palar (1994) yang mengemukakan bahwa aktivitas manusia, industri galangan kapal dan berbagai aktivitas pelabuhan lainnya merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan logam berat dalam badan air.

Demikian pula pada stasiun Losari, konsentrasi logam timbel pada sedimen relatif tinggi yakni mencapai 475.14 mg/kg (Gambar 2). Tingginya kandungan logam timbel tersebut disebabkan karena pada stasiun ini letaknya berdekatan dengan saluran buangan limbah perhotelan, rumah sakit, aktivitas perkotaan dan aktivitas revitalisasi pantai Losari. Sumber utama yang memberikan masukan terbesar logam timbel ke dalam sedimen pada stasiun Losari adalah kegiatan perahu nelayan menggunakan anti letupan yang mengandung tetra etil Pb dan tetra metil Pb atau kombinasi antara keduanya dan komponen tersebut akan bereaksi pada saat mesin dijalankan (Palar, 1994).

Hasil Analisa sampel sedimen (Lampiran 5) menunjukkan bahwa fraksi debu dan liat pada stasiun Tallo masing-masing sebesar 29.04 % dan 51.50 %. Buchanan (1970) mengemukakan bahwa fraksi butiran halus terutama *clay* dan *silt* mempunyai kemampuan yang lebih tinggi untuk berikatan dengan logam berat bila dibandingkan fraksi butir pasir karena memiliki rasio area permukaan yang lebih besar.

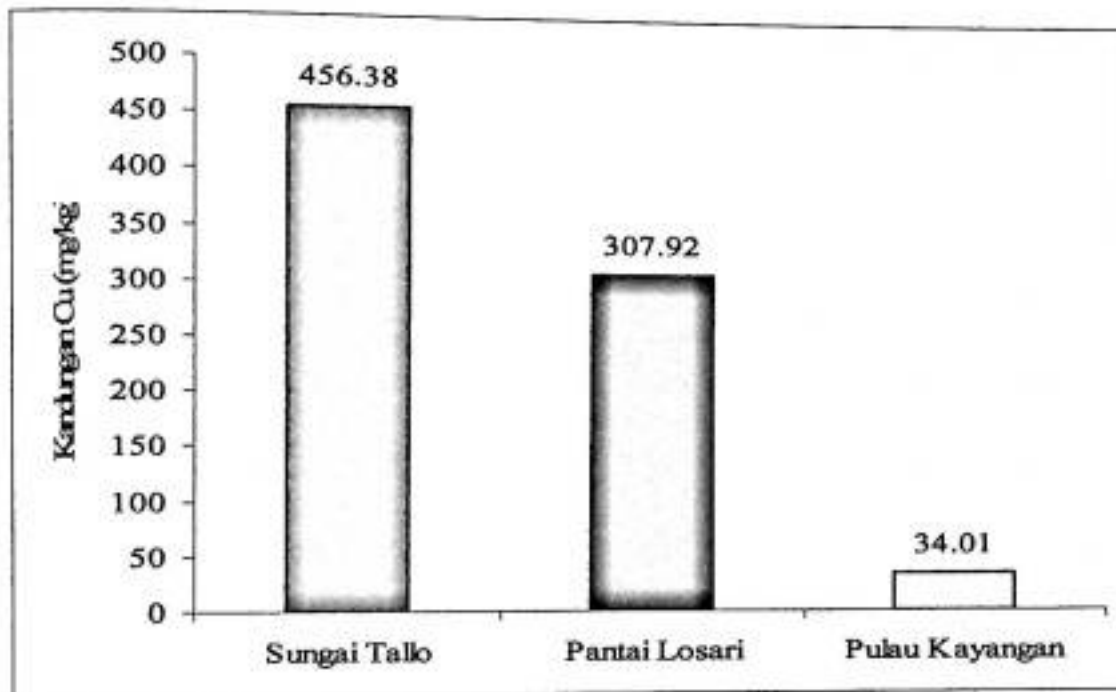
Hasil pengukuran yang diperoleh pada stasiun Kayangan yakni sebesar 38.54 mg/kg menunjukkan nilai konsentrasi timbel dalam sedimen yang jauh lebih rendah dari stasiun Tallo dan Losari. Hasil pengukuran kandungan timbel sedimen yang rendah pada stasiun Kayangan disebabkan karena masih kurangnya

pembuangan limbah yang berasal dari aktivitas manusia disekitar stasiun tersebut. Hal ini didasarkan atas komposisi sedimen yang diperoleh umumnya terdiri dari fraksi pasir 90,64 % (Lampiran 5).

Menurut Fabries dan Warner (1994 dalam Mansyur, 2001), konsentrasi maksimum untuk logam timbel (Pb) pada sedimen yang dapat diterima oleh organisme adalah 33 mg/kg, sedangkan konsentrasi yang mungkin menimbulkan efek biologis adalah sebesar 170 mg/kg. Sedangkan pada stasiun Tallo dan Losari kisaran rata-rata kandungan logam timbel sudah masuk dalam kategori terpolusi berat karena melewati nilai konsentrasi maksimum yang dapat diterima oleh organisme. Pada stasiun kayangan konsentrasi logam timbel pada sedimen berada pada kisaran diatas ambang batas yang dapat diterima oleh organisme.

Kandungan Tembaga (Cu) Pada Sedimen

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa nilai rata-rata kandungan logam berat tembaga (Cu) sangat berbeda untuk masing-masing stasiun. Kandungan tembaga tertinggi ditemukan pada stasiun Tallo yakni sebesar 456.38 mg/kg, sedangkan pada stasiun losari sebesar 307.92 mg/kg, dan terendah pada stasiun Kayangan sebesar 34.01 mg/kg.



Gambar 3. Nilai rata-rata kandungan logam tembaga dalam sedimen pada setiap stasiun di perairan Makassar

Kandungan rata-rata logam tembaga yang cukup tinggi pada stasiun Tallo disebabkan karena stasiun ini dipengaruhi oleh aktivitas buangan industri dan industri galangan kapal. Menurut Palar (1994), aktifitas manusia, seperti buangan industri, industri galangan kapal dan bermacam-macam aktivitas pelabuhan lainnya merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam badan perairan.

Kandungan logam tembaga juga ditemukan cukup tinggi pada stasiun Losari. Keberadaan logam tembaga di stasiun Losari diduga selain berasal dari aktifitas manusia, juga berasal dari limbah rumah sakit, perhotelan dan pemukiman penduduk yang ada disekitarnya.

Kisaran kandungan logam tembaga (Cu) pada stasiun Kayangan sebesar 34.01 mg/kg sudah dapat memberikan efek yang merugikan terhadap organisme akuatik. Menurut Fabries dan Warner (1994 dalam Umar, 2001), konsentrasi

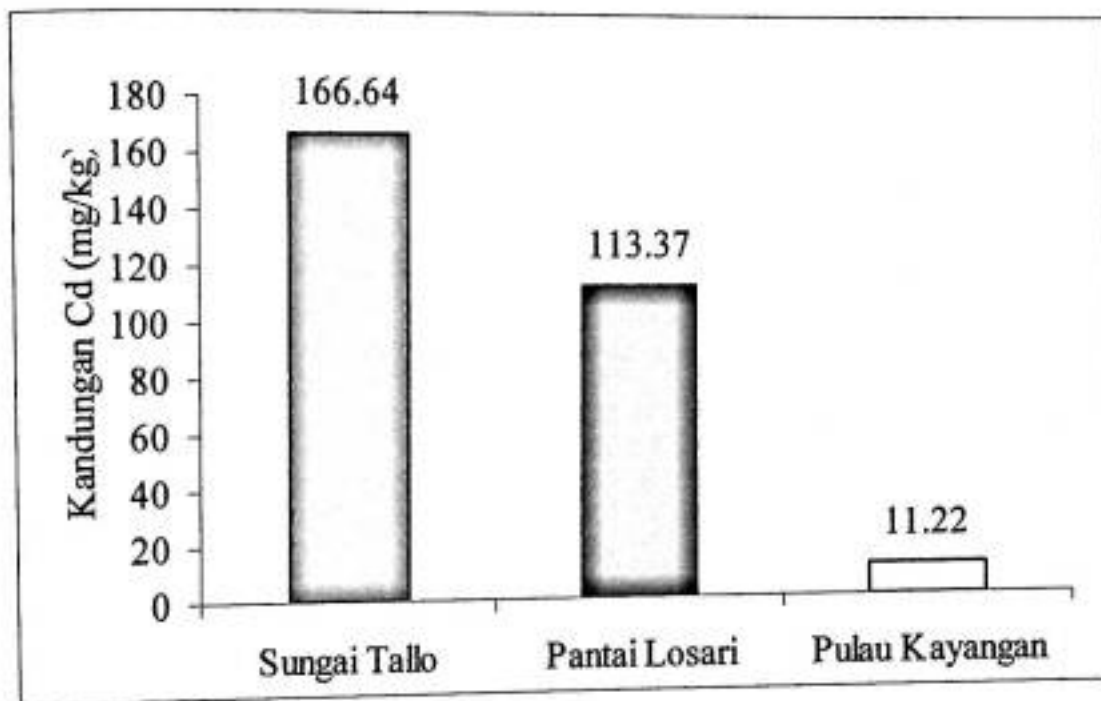
maksimum logam tembaga dalam sedimen yang dapat ditolerir oleh organisme akuatik adalah sebesar 30 mg/kg sedangkan kandungan sedimen sebesar 200 mg/kg dapat menimbulkan efek terhadap organisme benthos.

Kandungan logam berat tembaga yang tinggi pada sedimen akan kembali ke dalam badan air oleh proses difusi ke atas, sehingga proses ini berfungsi sebagai sumber yang nyata dari bertambahnya kandungan logam ke dalam badan air (Bryan 1976 dalam Connel dan Miller, 1995). Lebih lanjut dikemukakan bahwa proses selanjutnya akan terjadi transformasi biokimiawi, yakni perpindahan logam dari sedimen atau pengambilannya oleh makhluk hidup air dan kemudian dilepaskan melalui hasil dekomposisi.

Meskipun terjadi pengendapan logam dalam sedimen yang bersifat relatif stabil dan kurang reaktif, akan tetapi mobilisasi logam berat ke dalam badan air dapat terjadi melalui proses mikrobial. Akibatnya, logam akan terserap ke dalam biota perairan melalui tiga cara yakni (1) masuk melalui permukaan alat pernapasan, (2) penyerapan melalui kulit, dan (3) berasal dari makanan yang dicerna.

Kandungan Cadmium (Cd) Pada Sedimen

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa rata-rata konsentrasi kandungan logam cadmium pada sedimen tertinggi ditemukan pada Stasiun muara sungai Tallo yakni sebesar 166.64 mg/kg, sedangkan pada stasiun Losari sebesar 113.37 mg/kg dan terendah pada stasiun Kayangan sebesar 11.22 mg/kg.



Gambar 4. Nilai rata-rata kandungan logam kadmium dalam sedimen pada setiap stasiun di perairan Makassar

Kandungan rata-rata Kadmium (Cd) yang tinggi pada stasiun Tallo dan Losari disebabkan oleh aktifitas manusia. Menurut Dianhanjaya (1989) bahwa salah satu sumber Cd sebagian besar berasal dari limbah padat, limbah cair rumah tangga dan dari pemukiman perkotaan. Cairan limbah rumah tangga, limbah dan buangan industri cat, kapal dan plastik inilah yang diduga menjadi salah satu sumber masuknya logam cadmium dalam perairan yang selanjutnya mengendap dalam sedimen.

Kisaran kandungan logam kadmium terendah ditemukan pada stasiun Kayangan yakni sebesar 11.22 mg/kg. Kandungan tersebut dapat memberikan efek yang merugikan terhadap organisme akuatik. Menurut Fabries dan Warner (1994 dalam Mansyur, 2001), konsentrasi logam kadmium yang maksimum dalam sedimen yang dapat diterima oleh organisme akuatik adalah sebesar

1mg/kg sedangkan kandungan kadmium dalam sedimen sebesar 8.6 mg/kg dapat menimbulkan efek terhadap organisme benthos.

Konsentrasi logam berat dalam sedimen secara absolut lebih tinggi daripada konsentrasi logam berat yang terlarut dalam air. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: (1) logam Cd cenderung terikat oleh partikel sehingga karena adanya gravitasi menyebabkan logam-logam berat Cd dalam air mengalami deposisi ke sedimen, (2) semakin halus tekstur sedimen maka semakin kuat dia mengikat logam berat Cd, demikian pula sebaliknya sehingga tekstur sedimen dari lumpur memiliki kemampuan menahan logam berat lebih tinggi dibandingkan dengan tekstur pasir atau kerikil, (3) posisi sedimen di dasar perairan menyebabkan pergerakan massa air akibat arus tidak dominan karena pengaruh gaya friksi dari dasar perairan yang meredam gerakan arus.

Konsentrasi logam berat di sedimen relatif stabil dalam jangka waktu lama. Hal ini disebabkan sedimen cenderung akan mengikat logam berat dan mengendapkannya ke dasar perairan. Tekstur sedimen di stasiun Talio lebih didominasi liat, sedangkan stasiun Losari dominan liat berdebu dan stasiun Kayangan lebih didominasi pasir. Jenis tekstur liat lebih kuat mengikat unsur logam berat dibandingkan dengan tekstur pasir atau kerikil.

Perubahan konsentrasi logam berat di sedimen biasanya terjadi pada perairan yang banyak mengandung partikel tersuspensi. Jika partikel-partikel itu berasal dari erosi didarat akan terjadi peningkatan konsentrasi logam berat di sedimen. Jika partikel berasal dari proses pengadukan massa air lokal maka tidak terjadi peningkatan konsentrasi logam berat.

Sebaran logam berat di sedimen dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu karakteristik fisika air laut, seperti suhu, kekeruhan, viskositas, dan arah arus, jenis aliran air laut; karakteristik kimia air laut, seperti salinitas, kandungan oksigen, pH, kandungan bahan organik; dan karakteristik biologi air laut, seperti kelimpahan plankton dan organisme laut lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kandungan logam berat timbel (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) pada masing-masing stasiun sudah relatif tinggi dan melewati ambang batas konsentrasi maksimum yang dapat diterima oleh organisme perairan.
2. Kandungan logam timbel (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) relatif tinggi pada sedimen di muara Sungai Tallo, sedangkan kandungan logam timbel (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) terendah adalah pada Pulau Kayangan.

Saran

1. Perlu penelitian tentang konsentrasi Pb, Cu, dan Cd pada musim yang berbeda untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap tentang pencemaran Pb, Cu, dan Cd pada perairan Kota Makassar.
2. Perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang dampak negatif yang ditimbulkan terhadap beberapa aspek ekologi dan biologi organisme air serta studi kesehatan bagi warga yang ada di sekitar perairan Makassar

DAFTAR PUSTAKA



- Buchanan, J. B. 1970. Sediment analysis. Hal. 45-57. In Holme, N. A, dan A. D. Mc Intyre (Ed). 1984. Methods for study marine benthos. Blockwell Scientific Publications. England.
- Connel, D. W. dan Gregory J Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Universitas Indonesia Pres. Jakarta.
- Dahuri, R. 2001. Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. UI press. Jakarta.
- Dianhanjaya. 1989. Distribusi Logam Berat Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Timbal (Pb) dan Zeng (Zn) dalam Sedimen permukaan laut dangkal. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. UNHAS. Ujung Pandang.
- Effendi, H. 2000. Telaah Kualitas Air. Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan. FPIK. IPB. Bogor.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air Dan Udara. Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi L.stitut Pertanian Bogor. Kanisius. Yogyakarta.
- Hutagalung, H.P. 1991. Pencemaran Laut oleh Logam Berat. Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. LIPI. Jakarta.
- Hutagalung, H.P. dan D. Setyapermana. 1997. Metode analisis air laut, sedimen dan biota. LIPI. Jakarta.
- Kunarso, D.H. dan Ruyitno. 1991. Status Pencemaran Laut Di Indonesia Dan Teknik Pemantauannya. LON-LIPI. Jakarta.
- Lendriani, B. 1985. Kandungan Logam Berat Hg, Cd, dan Pb dalam Tubuh Udang Windu yang Dibudidayakan di Pertambakan Pantai Jakarta. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mansyur. E. 2001. Skripsi. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Sedimen di Perairan Sekitar Reklamasi Pantai Losari Kota Makassar. Jurusan Perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Pelindo, 2004. PT. Pelindo (Pelayaran Indonesia) Pelabuhan Makassar. Makassar.
- PPLH-UH. 2004. Laporan Akhir Pemantauan Dan Pengelolaan Dampak Lingkungan Hidup Pemanfaatan Kawasan Pantai Kota Makassar. Kerjasama Badan Pengelolaan Dampak Lingkungan Daerah (BAPEDALDA) Prov. Sul-Sel dengan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Hasanuddin (PPLH-UH). Makassar. 2004.
- Setyorini, D. 2001. Beberapa hal penting tentang timbal dan keracunan timbal. [online]<http://www.ecoton.or.id/tulisanlengkap.php?id>
- Shelvia, G. 1995. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semi Makro Terjemahan Soetiono. L dan Purjatwoko A. M. PT. Kaiman Medan Pusataka. Jakarta.
- Sumirat, J. 1994. Kesehatan Lingkungan. Gadjah Mada University Press. Jogjakarta.
- Sutrisno, C.T. dan Suciastuty. E. 1987. Teknologi penyediaan Air bersih. Rineka Cipta. Jakarta.
- Tamsil, A. 2000. Analisis kandungan logam berat, kadmium, timbal, arsen, tembaga dan seng di pesisir pantai kota Makassar. Laporan penelitian bidang kualitas lingkungan hidup. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. UMI. Makassar.
- Tetelepta, C. H. A. 1990. Hubungan Antara Kandungan Logam Berat Zn, Pb, Cd, dan Hg dalam Habitat Serta Jaringan Tubuh Terhadap Kemungkinan Terjadinya Anomali Ove Kerang Darah (*Anadara granosa* L) di Muara Hati dan Muara Mauk [tesis]. Bogor. Program Pasca Sarjana, IPB.
- Umar, M. T. (2001) Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen, dan Kerang *Marcia sp.* Di Teluk Pare-Pare, Sulawesi Selatan.
- Wardhana, A.W. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. PT. Andi. Yogyakarta
- Wilson, J. G., 1988. The Biology of Estuarine Management. St Edmundsbury Press Ltd, Suffolk, Great Britain.