

ANALISIS LOGAM BERAT Pb DAN Zn
PADA SEDIMEN DI PERAIRAN LAUT DANGKAL
SELAT BUTON KABUPATEN MUNA

Oleh:

ANDI NUR MAIFUD
H 311 96 015



PERPUSTAKAAN PERAL UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	5/9 ⁰²
Asal Dari	HIPA
Sanyaknya	1 (satu)
Harga	-
No. Inventaris	000905/35

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2002

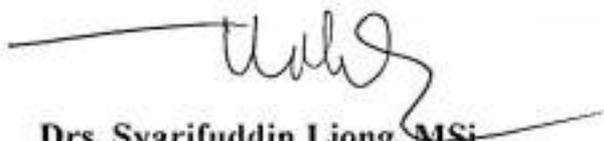
**ANALISIS LOGAM BERAT Pb DAN Zn
PADA SEDIMEN DI PERAIRAN LAUT DANGKAL
SELAT BUTON KABUPATEN MUNA**

Disetujui pada tanggal,

2002

Oleh:

Pembimbing Utama



Drs. Syarifuddin Liong, MSi
NIP. 130 523 618

Pembimbing Pertama



Prof. DR. Alfian Noor, MSc
NIP. 130 520 685

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Assalaamu 'Alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Alhamdulillah rabbil 'aalamiin, penulis panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana pada **Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**.

Penulis menyadari banyaknya kekurangan dan kelemahan dalam penulisan skripsi ini yang tidak lepas dari adanya keterbatasan yang penulis miliki. Adapun judul skripsi ini adalah “ **ANALISIS LOGAM BERAT Pb DAN Zn PADA SEDIMEN DI PERAIRAN LAUT DANGKAL SELAT BUTON KABUPATEN MUNA** ”

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan sejak awal studi hingga selesainya skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak **Prof. DR. M. Syahrul, MAgr.** (ketua penguji), Bapak **Drs. Abd. Karim, MSi.** (sekretaris penguji), **Drs. Syarifuddin Liong, MSi** (anggota), **Drs. Hanapi Usman, MS** (anggota), **Ir. Abd. Hayat Kasim, MS** (anggota).
2. Bapak **Drs. Syarifuddin Liong, MSi** selaku **Pembimbing Utama** dan Bapak **Prof. DR. Alfian Noor, MSc** selaku **Pembimbing Pertama**, yang telah memberikan saran, bimbingan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.

3. Seluruh Staf Dosen dan Staf Pegawai Jurusan Kimia serta Staf Dosen dan Staf pegawai Fakultas MIPA Unhas yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menjalani perkuliahan.
4. Ayahanda Andi Sommeng Bachtiar, BA (almarhum) *Allaahummarhamhu wastagfirhu* dan Ibunda Hj. Andi Siangka, sembah sujud penulis haturkan atas limpahan kasih sayang, pengertian dan doa yang telah dicurahkan selama penulis menuntut ilmu.
5. My inspiration Intan Dwi Novieta, SPT dan A. Muh. Fadhil yang senantiasa setia menerima 'keluh kesah' ku.
6. Saudaraku Kakanda Dra. A. Hernawati (sek), Ir.A. Asdar Jaya (sek), Dra. A. Hestiwati (sek), Dra. A. Zulfitri (sek), A. Ichsan M, SPT; A. Srie A, Sked; dan Adinda Letda A. Hasbullah serta A. Arief D, terima kasih atas dukungannya.
7. Teman – teman seperjuangan se-Fakultas MIPA, terkhusus Kimia '96 : Ijal, Lilo, Joko, Yayat, Bherlin, Modhy, dll; *sweet and peace always forever*.

Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang membutuhkan dan semoga Allah Rabbul 'Alamin senantiasa meridhoi aktivitas kita.
Amin.

Wassalaamu 'Alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Makassar, Mei 2002

Penulis

ABSTRAK

Telah dilakukan analisis kandungan logam berat Pb dan Zn pada sedimen di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan rata – rata logam berat yang diteliti adalah Pb = 42, 7781 mg/Kg berat kering sedimen dan Zn = 17,4443 mg/Kg berat kering sedimen. Jika dibandingkan dengan nilai ambang batas yang dapat memberikan efek negatif oleh masing – masing logam dalam petunjuk kualitas sedimen yang dibuat oleh Febris dan Werner, (1994), maka nilai rata – rata untuk tiap logam yang diteliti masih jauh di bawah nilai standar tersebut



ABSTRACT

A research has been conducted to determine the contents of heavy metals Pb and Zn in the sediment of shallow sea water of Buton Strait, Muna by using Atomic Absorption Spectroscopy instrument. The results show that average contents of these metals in mg/Kg of dry sediment are Pb = 42,7781 mg/Kg and Zn = 17,4443 mg/Kg respectively. These results of each metal are lower than the threshold value that could given negative effect according to the manual of sediment quality from Febris and Werner, (1994).

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	2
1.3. Manfaat.....	3
BAB. II. TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Sedimen Laut.....	4
II.2. Tinjauan Umum Logam Berat.....	6
II.2.1. Logam Timbal (Pb).....	9
II.2.1.1. Sifat Fisika dan Kimia dari Timbal (Pb).....	9
II.2.1.2. Penggunaan Logam Timbal.....	11
II.2.1.3. Pengaruh Positif dan Negatif pada Makhluk Hidup.....	12

II.2.2. Logam Seng (Zn).....	12
II.2.2.1. Sifat Fisika dan Kimia dari Seng (Zn).....	12
II.2.2.2. Penggunaan Logam Seng.....	13
II.2.2.3. Pengaruh Positif dan Negatif Logam Seng.....	14
II.3. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....	14

BAB. III. METODE PENELITIAN

III.1. Waktu dan Lokasi.....	18
III.2. Alat dan Bahan.....	18
III.2.1. Alat.....	18
III.2.2. Bahan.....	19
III.3. Prosedur Penelitian	19
III.3.1. Pengambilan Sampel.....	19
III.3.2. Penyiapan Sampel.....	19
III.3.3. Analisis Sampel.....	20
III.3.3.1. Pembuatan Larutan Baku Induk.....	20
III.3.3.1.1. Pembuatan larutan baku induk Pb 1000 ppm.....	20
III.3.3.1.2. Pembuatan larutan baku induk Zn 1000 ppm.....	20
III.3.3.2. Pembuatan Larutan Baku Kerja.....	20
III.3.3.2.1. Pembuatan larutan baku kerja Pb.....	20
III.3.3.2.2. Pembuatan larutan baku kerja Zn.....	21
III.3.3.3. Analisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	21

BAB. IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Logam Timbal (Pb).....23

IV.2. Logam Seng (Zn).....25

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan.....28

V.2. Saran.....28

DAFTAR PUSTAKA.....29

LAMPIRAN31

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Daftar konsentrasi logam timbal (Pb) pada masing – masing stasiun pengambilan sampel dalam satuan mg/Kg berat kering sedimen.....	24
4.2. Daftar konsentrasi logam seng (Zn) pada masing – masing stasiun pengambilan sampel dalam satuan mg/Kg berat kering sedimen.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Bagian – bagian optik Spektrofotometer Serapan Atom.....	16
4.1. Histogram konsentrasi logam timbal (Pb) pada masing – masing stasiun pengambilan sampel.....	24
4.2. Histogram konsentrasi logam Seng (Zn) pada masing – masing stasiun pengambilan sampel.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Analisis Sampel Sedimen.....	31
2. Kurva Standar Logam Pb.....	32
3. Kurva Standar Logam Zn.....	33
4. Konversi satuan mg/L ke dalam mg/Kg.....	34
5. Petunjuk Kualitas Sedimen dalam satuan mg/Kg.....	35
6. Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang dua pertiganya terdiri dari lautan, sehingga memiliki peluang besar untuk memanfaatkan sumber daya lautnya. Kondisi geografis dan potensi sumber daya alam yang prospektif tersebut membuat kawasan pesisir pantai Indonesia menjadi sangat strategis. Kawasan pesisir di satu pihak merupakan pemusatan pemukiman penduduk dan di lain pihak juga merupakan pusat perekonomian masyarakat.

Kondisi demikian sangat rentan akan timbulnya pencemaran di perairan pantai. Pengolahan yang berlebihan terhadap sumber daya alam di daratan, seperti penebangan hutan yang tidak terkendali akan mengakibatkan erosi yang cepat dan hilangnya berjuta – juta ton lapisan permukaan tanah melalui aliran – aliran sungai kemudian masuk ke dalam laut. Selain itu aliran – aliran sungai dan aliran air perkotaan yang membawa berbagai jenis material baik yang berasal dari limbah industri, limbah rumah tangga, penggunaan pestisida, kegiatan transportasi dan lain – lain akan terbawa hingga ke laut dan pada suatu saat akan mengendap sebagai sedimen.

Sedimen – sedimen yang terbentuk ini mungkin akan mengendap di daerah – daerah yang berdekatan dengan hulu sungai yang akibatnya dapat merusak terumbu karang. Endapan – endapan material ini tentu akan merusak lingkungan terlebih lagi

apabila material tersebut bersifat toksik dan konsentrasinya telah melebihi ambang batas yang seharusnya terkandung pada suatu sistem perairan. Toksisitas material tersebut disebabkan mengandung zat – zat kimia baik organik maupun anorganik yang dapat merusak sistem metabolisme dari makhluk hidup.

Diantara bahan pencemar yang ada, yang mendapat perhatian serius adalah terkontaminasinya perairan oleh logam – logam berat, karena efek pencemaran yang ditimbulkan cukup besar dan cenderung bersifat irreversibel.

Adanya fenomena ini, maka diperlukan penelitian – penelitian untuk memperoleh data – data tentang kandungan zat pencemar (khususnya logam berat) yang ada di perairan laut dangkal selat Buton kabupaten Muna yang nantinya akan diketahui apakah kawasan perairan tersebut telah mengalami pencemaran atau tidak, sehingga dapat dilakukan antisipasi secara dini atau upaya penanggulangan pencemaran oleh pihak terkait.

1.2. Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna.

1.3. Tujuan Penelitian

Bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat Pb dan Zn pada sedimen di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna.

I.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data primer dari konsentrasi logam berat yang diteliti, yang nantinya dapat dijadikan masukan bagi pemerintah daerah dalam upaya pemanfaatan dan pelestarian lingkungan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Sedimen Laut

Pengendapan atau sedimentasi dapat diartikan sebagai proses pengendapan material baik secara mekanik, fisika, kimiawi maupun organik. Secara mekanik yaitu suatu material jatuh ke dasar perairan akibat gaya berat atau gravitasi. Secara kimiawi dapat terjadi apabila suatu larutan (koloid) berubah menjadi padatan atau kristal akibat perubahan kondisi di sekitarnya terutama sifat kimia dari air laut. Hal ini dapat dipercepat dengan adanya pengaruh gravitasi bumi, sedangkan secara organik dapat berupa aktivitas organisme membangun rumahnya (sarang).

Seluruh permukaan dasar lautan ditutupi oleh sedimen yang telah mengendap secara perlahan – lahan dalam jangka waktu jutaan tahun. Ketebalan lapisan sedimen di laut sangat bervariasi di satu tempat ke tempat lainnya yang tergantung pada kedalaman lautan yang bersangkutan.

Sedimen umumnya terdiri dari partikel – partikel yang berasal dari hasil pembongkaran batu – batuan, potongan – potongan kulit (shell) serta sisa – sisa rangka organisme laut. Sedimen cenderung didominasi oleh satu atau beberapa jenis partikel dengan ukuran yang berbeda – beda. Berdasarkan asalnya sedimen diklasifikasikan sebagai berikut:

1. *sedimen lithogeneous*, jenis sedimen ini berasal dari sisa – sisa pengikisan batu – batuan di darat. Ini terjadi karena adanya suatu kondisi fisik tertentu,

misalnya proses pemanasan dan pendinginan terhadap batu – batuan yang berulang – ulang di padang pasir, embun – embun es di musim dingin atau reaksi kimia dari bahan yang ada di dalam air hujan atau air tanah terhadap permukaan batu. Partikel batu – batuan ini terbawa oleh air dari daratan ke laut lewat sungai,

2. *sedimen biogeneus*, sisa – sisa dari organisme hidup juga akan membentuk endapan partikel – partikel halus yang biasanya mengendap pada daerah – daerah yang letaknya jauh dari pantai,
3. *sedimen hidrogeneus*, sedimen tipe ini terbentuk sebagai hasil reaksi kimia dalam air laut. Reaksi kimia yang terjadi di sini relatif sangat lambat, (Hutabarat,1984).

Sedangkan menurut Geyer (1981), ditinjau dari segi asal usulnya, sedimen laut berasal dari pasokan air sungai yang membawa material anorganik (mineral) maupun senyawa – senyawa organik. Aliran air perkotaan juga membawa berbagai jenis material yang berasal dari limbah rumah tangga, produk dan kegiatan industri berupa limbah, kegiatan transportasi dan lain – lain. Material – material tersebut akan menuju ke laut dan pada suatu saat akan mengendap sebagai sedimen. Dengan demikian sedimen laut ini merupakan material yang memiliki komposisi yang sangat kompleks.

Sedimen terdiri dari pasir, tanah liat dan substansi organik. Kelimpahan komponen organik dari suatu sedimen sangat bervariasi tergantung dari tipe sedimennya. Setiap komponen mempunyai karakteristik partikel fisika kimia.

Interaksi logam berat dengan sedimen tergantung pada komposisi sedimen. Konsentrasi logam berat yang tinggi umumnya ditemukan pada lumpur, lanau, pasir berlumpur dan campuran ketiganya daripada pasir, (Geyer, 1981). Setelah pengendapan bahan organik dan logam, akan mengalami diagenesis, yang dapat meningkatkan bobot molekul dan hilangnya gugus fungsi. Terbentuklah cadangan logam berat pada sedimen di perairan yang relatif stabil dan kurang reaktif, (Connell dan Miller, 1995). Sedimen merupakan sampel yang baik untuk penelitian jangka panjang karena sifatnya yang stabil untuk beberapa zat pencemar di hidrosfer, (Dahab, 1988).

II.2. Tinjauan Umum Logam Berat

Menurut Connell dan Miller (1995), definisi “logam berat” terutama berdasarkan :

1. berat jenis (density) logam (lebih besar dari 5 g/cm^3),
2. tempatnya pada tabel periodik,
3. tanggapan spesifik biokimiawi di dalam hewan dan tumbuhan.

Logam berat mempunyai kelimpahan secara alamiah dengan konsentrasi yang relatif kecil (maksimal 0,1 % atau 1000 ppm dari berat kerak bumi). Logam – logam berat inilah yang lebih berbahaya, hal ini dimungkinkan karena jenis logam berat ini sangat besar pengaruhnya terhadap organisme hidup yang terdapat di laut, (Diananjaya, 1989).

Logam memasuki hidrosfer dari beragam sumber, baik secara alamiah atau disebabkan oleh aktivitas manusia. Logam berat masuk ke lingkungan laut secara alamiah dengan cara sebagai berikut:

1. pasokan dari daerah pantai, yang meliputi masukan dari sungai – sungai dan erosi yang disebabkan oleh gerakan gelombang dan gletser,
2. pasokan dari laut dalam yang meliputi logam – logam yang dilepaskan gunung berapi di laut dalam dan dari partikel – partikel atau endapan oleh adanya proses kimiawi,
3. pasokan yang melewati lingkungan dekat pantai yang meliputi logam yang terangkut ke dalam atmosfer sebagai partikel – partikel debu atau sebagai aerosol dan juga bahan yang dihasilkan oleh erosi gletser di daerah kutub dan diangkut oleh es - es yang terapung.

Kegiatan manusia juga merupakan suatu sumber utama pemasukan logam ke dalam lingkungan perairan. Logam tersebut berasal dari buangan langsung berbagai jenis limbah, gangguan pada cekungan – cekungan perairan, presipitasi, dan jatuhan dari atmosfer. Masukan utama dirangkum sebagai berikut:

1. *kegiatan pertambangan*, eksploitasi timbunan bijih membongkar permukaan batuan baru dan sejumlah besar sisa – sisa batu atau tanah untuk mempercepat proses pelapukan. Kegiatan proses pengambilan bijih, peleburan, dan penyulingan minyak dapat menyebabkan hamburan dan penimbunan sebagian besar logam runtuhan seperti Pb, Zn, Cu, As dan Ag ke dalam saluran

pembuangan di sekelilingnya atau pengeluaran langsung ke dalam lingkungan perairan,

2. *cairan limbah rumah tangga*, jumlah logam runtuhan yang cukup besar disumbangkan ke dalam cairan limbah rumah tangga oleh sampah – sampah metabolik dan korosi pipa – pipa air (Cu, Pb, Zn dan Cd),
3. *limbah dan buangan industri*, beberapa logam runtuhan dibuang ke dalam lingkungan perairan melalui cairan limbah industri demikian juga dengan penimbunan dan pencucian lumpur industri,
4. *aliran pertanian*, sangat banyak endapan yang mengandung logam telah hilang dari daerah pertanian sebagai akibat dari erosi tanah . Tanah – tanah pertanian dapat menjadi kaya akan logam berat yang berasal dari sisa – sisa hewan dan tumbuhan, pupuk fosfat, herbisida dan fungisida tertentu.

Sedangkan menurut Hutabarat dan Evans (1984), logam merupakan pencemar yang berbahaya akibat dari pembuangan sampah – sampah ke laut secara berlebihan.

Hal ini dapat melalui tiga cara sebagai berikut :

1. akibat dari pembuangan sisa – sisa industri yang tidak terkontrol di mana kemudian mengalir ke dalam estuari dan terus masuk ke laut,
2. berasal dari lumpur minyak mentah yang kadang – kadang juga mengandung logam berat dengan konsentrasi yang tinggi yang terbuang ke laut,

3. berasal dari pembakaran minyak mentah (hidrokarbon) dan batu bara di daratan. Pembakaran tersebut melepaskan logam berat ke dalam atmosfer di mana bercampur dengan air hujan kemudian jatuh ke dalam air laut.

II.2.1. Logam Timbal (Pb)

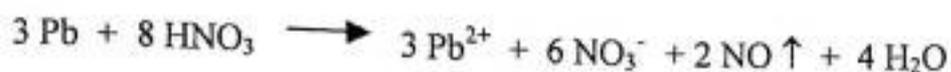
II.2.1.1. Sifat Fisika dan Kimia dari Timbal (Pb).

Menurut Vogel (1990), timbal (Pb), adalah logam yang berwarna abu – abu kebiruan, dengan berat jenis 11,48 g/mL pada suhu kamar. Timbal dalam tabel periodik terletak dalam golongan IV B, dengan nomor atom 82, berat atom 207,2 g/mol dan memiliki titik leleh 327 °C.

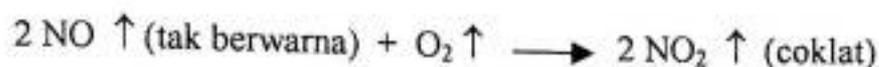
Sifat – sifat umum timbal antara lain:

- 1) mempunyai titik lebur relatif rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal,
- 2) timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk,
- 3) sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab,
- 4) dapat membentuk alloy dengan logam lainnya, dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat yang berbeda dengan timbal murni,
- 5) densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri, (palar, 1994).

Menurut Vogel (1990), timbal mudah larut dalam asam nitrat yang kepekatannya 8 M, dan terbentuk nitrogen oksida:



Gas nitrogen oksida yang tidak berwarna itu bila bercampur dengan udara akan teroksidasi menjadi nitrogen dioksida yang berwarna coklat;



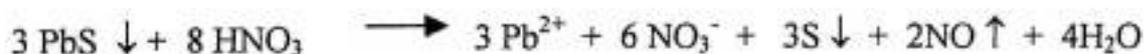
Timbal klorida kurang larut dalam air, dan karena itu timbal tak pernah mengendap dengan sempurna bila ditambahkan asam klorida encer kepada suatu cuplikan. Reaksi ion timbal(II) dengan asam klorida encer (atau klorida yang larut) akan terbentuk endapan putih dalam larutan yang dingin dan tidak terlalu encer:



Endapan larut dalam air panas (33,4 g/L pada 100^o C), tetapi memisah lagi sebagai kristal – kristal yang panjang seperti jarum setelah dingin. Timbal juga larut dalam asam klorida pekat atau kalium klorida pekat, membentuk ion kompleks tetrakloroplumbat(II):



Endapan timbal sulfida akan terurai apabila ditambahkan asam nitrat pekat, yang membentuk endapan berwarna putih dari belerang (S):



Jika endapan dididihkan, belerang akan dioksidasi oleh asam nitrat menjadi sulfat:



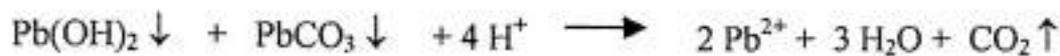
yang kemudian langsung membentuk endapan timbal sulfat putih dengan ion timbal yang ada di dalam larutan:



Timbal sulfat bila dididihkan dengan natrium karbonat, akan mengendap sebagai timbal karbonat dalam suatu reaksi pertukaran sebagai berikut:



Endapan timbal karbonat dan timbal hidroksida larut dalam asam nitrat encer, bahkan dalam asam asetat:



II.2.1.2. Penggunaan Logam Timbal

Timbal tersebar luas dibanding dengan logam toksik lainnya. Kadarnya dalam lingkungan meningkat karena penambangan, peleburan, dan berbagai penggunaannya dalam industri, (Frank, 1995).

Menurut Passivitra (1991), secara alamiah ada 11.000 ton per tahun timbal yang masuk ke dalam laut, produksi pertanian dan konstruksi tanah sebesar 33.000 ton per tahun. Dari sistem aliran air sebesar 140.000 ton per tahun dan dari asap kendaraan bermotor 300.000 ton per tahun (pada tahun 1970).

Timbal digunakan dalam industri untuk pembuatan lempengan baterai dan aki yang digunakan kendaraan bermotor. Kira – kira 10 % dari hasil tambang timbal digunakan untuk produksi tetra etil timbal, yang ditambahkan pada bensin sebagai “anti knock” yang mengurangi bunyi berisik pada mesin, (Palar,1994).

Penggunaan utama dalam industri, misalnya sebagai zat tambahan bahan bakar dan pewarna dalam cat, yang merupakan penyebab utama peningkatan kadar

Pb di lingkungan, kini secara berangsur – angsur mulai dihentikan. Tetapi penggunaan dalam aki mobil dan kabel tidak banyak berkurang. Air minum dapat tercemar cukup tinggi oleh Pb karena penggunaan pipa berlapis timbal dan pipa PVC, (Frank, 1995).

II.2.1.3. Pengaruh Positif dan Negatif pada Makhluk Hidup

Timbal adalah bahan kimia semacam kalsium yang merupakan bahan pokok bagi pembentukan tulang. Tetapi dalam dosis yang tinggi logam timbal adalah beracun karena dapat menimbulkan penyumbatan sel – sel darah merah dan mempengaruhi anggota tubuh yang lain. Keracunan logam timbal dalam darah dapat terjadi jika konsentrasinya telah mencapai 0,8 ppm bagi orang dewasa atau 0,4 ppm bagi anak – anak. Secara umum konsentrasi logam timbal dalam darah kira – kira 0,2 ppm, (Diananjaya, 1989).

Susunan saraf juga merupakan organ sasaran utama Pb. Dengan kadar Pb dalam darah di atas 8×10^{-2} mg/dL, terjadi kerusakan pada arteriol dan kapiler yang mengakibatkan edema otak, meningkatnya tekanan cairan serebrospinal, dan degenerasi neuron. Secara klinis keadaan ini disertai dengan munculnya ataksia, stupor, koma dan kejang – kejang, (Frank, 1995).

II.2.2. Logam Seng (Zn).

II.2.2.1. Sifat Fisika dan Kimia dari Seng (Zn)

Menurut Vogel (1990), seng adalah logam yang putih kebiruan, logam ini mudah ditempa dan liat pada 110° C – 150° C. Seng melebur pada 410° C dan mendidih pada 906° C. Seng terletak pada golongan II B dalam sistem periodik

dengan nomor atom 30 dan berat atom 65,38 g/mol. Logam murni Zn sukar larut dalam asam dan alkali, adanya zat – zat pencemar atau kontak dengan platinum atau tembaga mempercepat reaksi. Ini menjelaskan larutnya seng – seng komersial. Yang terakhir ini dengan mudah larut dalam asam klorida encer dan asam sulfat encer dengan mengeluarkan hidrogen:



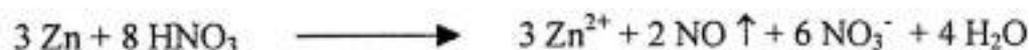
Juga larut dalam asam nitrat yang encer, terjadi reaksi seperti berikut:



Dengan bertambah pekatnya konsentrasi asam nitrat, akan terbentuk dinitrogen oksida:



dan nitrogen oksida:



Endapan seng fosfat dan seng amonium fosfat larut dalam amonia dengan reaksi sebagai berikut:



II.2.2.2. Penggunaan Logam Seng

Seng terdapat secara luas namun sumber utamanya adalah sphalerite (ZnFe)S yang biasanya terdapat bersama dengan galena, PbS. Senyawa seng, khususnya

$ZnCO_3$ dan ZnO digunakan sebagai obat salep, karena seng nampaknya memberikan kemungkinan terjadinya proses penyembuhan, (Cotton dan Wilkinson, 1989).

Penggunaan seng terbesar secara tunggal adalah sebagai pelindung baja dari korosi. Penggunaan penting lainnya adalah dalam proses pengecoran logam, di mana kombinasi seng dengan baja membantu proses pemanasan dengan cepat. Campuran seng dengan tembaga dikenal sebagai kuningan, (Oehme, 1978).

II.2.2.3. Pengaruh Positif dan Negatif Logam Seng

Seng adalah kofaktor dalam banyak metaloenzim sehingga seng merupakan unsur yang esensial, (Frank, 1995). Logam seng berfungsi mengaktifkan enzim hidrogenase pada konsentrasi rendah, namun bersifat racun pada konsentrasi tinggi. Di samping itu menyebabkan kerusakan nekrotik pada insang, (Diananjaya, 1989). Pada ikan, seng dapat menyebabkan kematian, menghambat pertumbuhan, perubahan histopatologi, gangguan pernapasan dan jantung, menghambat proses pemijahan dan efek kerusakan pada berbagai jaringan yang dapat mengancam kelangsungan hidup ikan (Sorensen, 1991).

II.3. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri serapan atom adalah suatu metode yang memanfaatkan fenomena serapan sebagai dasar pengukuran, di mana terjadi penyerapan energi oleh atom – atom netral dalam keadaan gas. Daerah spektrum yang termasuk dalam metode ini adalah sinar tampak dan sinar ultra violet. Cara ini sangat sesuai dengan analisis logam berat karena mempunyai kepekaan yang tinggi (kadar logam yang

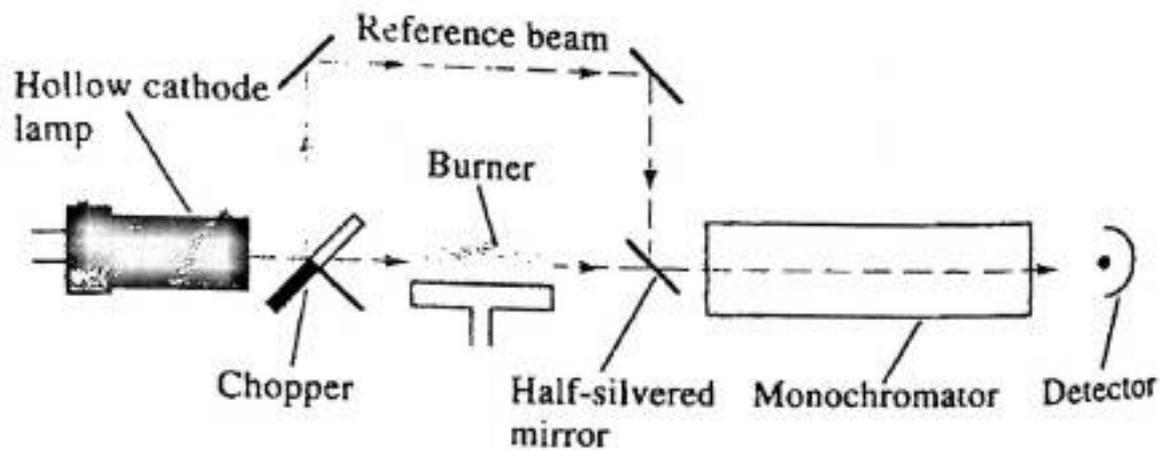
kurang dari 1 ppm dapat ditentukan). Metode analisisnya relatif sederhana dan dapat dilakukan tanpa pemisahan dengan unsur – unsur lain, (Ramang, M. 1993).

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dalam kontrol analitik didefinisikan sebagai suatu metode untuk penentuan konsentrasi dari suatu unsur dalam suatu cuplikan dengan cara mengukur absorpsi radiasi uap atom yang dihasilkan dari cuplikan pada panjang gelombang yang spesifik dan karakteristik dari setiap unsur, (Wahab, A. W, 1991).

Atom – atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unurnya. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Dengan absorpsi, berarti memperoleh banyak lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Tingkat eksitasinyapun bermacam – macam, (Khopkar, 1990).

Cuplikan yang diukur oleh fotometer nyala dan spektrofotometer serapan atom adalah berupa larutan, biasanya air sebagai pelarut. Larutan cuplikan mengalir ke dalam ruang pengkabutan, karena terhisap oleh aliran gas bahan bakar dan oksigen yang cepat. Berbeda dengan spektrofotometri sinar tampak, metode ini tidak memperdulikan warna larutan, (Hendayana, 1994).

Secara sederhana komponen – komponen dari sebuah spektrofotometer serapan atom digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Bagian – bagian optik Spektrofotometer Serapan Atom, (Skoog, 1991)

Setiap alat spektrofotometer serapan atom terdiri atas tiga komponen berikut:

1. sumber radiasi,
2. unit atomisasi,
3. sistem pengukur fotometrik.

Atomisasi dapat dilakukan baik dengan nyala maupun dengan tanpa nyala (tungku). Untuk mengubah unsur metalik menjadi uap atau hasil disosiasi diperlukan energi panas. Temperatur harus benar – benar terkendali dengan sangat hati – hati agar proses atomisasinya sempurna. Bila ditinjau dari sumber radiasi, haruslah bersifat sumber yang kontinyu. Di samping itu sistem dengan penguraian optis yang sempurna diperlukan untuk memperoleh sumber sinar dengan garis absorpsi yang semonokromatis mungkin. Seperangkat sumber yang dapat memberikan garis emisi yang tajam dari suatu unsur spesifik tertentu dikenal sebagai lampu pijar *hollow cathode*, (Khopkar, 1990).

Teknik SSA menjadi alat yang canggih dalam analisis. Ini disebabkan diantaranya oleh kecepatan analisisnya, ketelitian sampai tingkat runtu, tidak memerlukan pemisahan pendahuluan. Kelebihan kedua adalah kemungkinannya untuk menentukan konsentrasi semua unsur pada konsentrasi runtu. Ketiga, sebelum pengukuran tidak selalu perlu memisahkan unsur yang ditentukan karena kemungkinan penentuan satu unsur dengan kehadiran unsur lain dapat dilakukan asalkan katoda berongga yang diperlukan tersedia. SSA dapat digunakan sampai enam puluh satu logam, (Khopkar, 1990).

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan pada bulan juni 2001 sampai dengan November 2001 yang meliputi pembuatan proposal, analisis sampel dan olah data. Pengambilan sampel dilakukan di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. Analisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dilakukan di Balai Penelitian Tanah Maros.

III.2. Alat dan Bahan

III.2.1. Alat :

- Spektrofotometer Serapan Atom *Spectra A 50 Varians*
- Oven / inkubator *Sybron Thermolyne*
- Neraca Analitik *Mettler AE 100*
- Pemanas listrik *Sybron Thermolyne*
- Desikator
- Gelas Piala
- Labu Takar 100 mL
- Erlemeyer
- Kertas Saring *Whatman*

- Pengaduk
- Aluminium Foil
- Tissue Rol

III.2.2. Bahan:

- | | |
|---|----------|
| - HCl pekat | E. Merck |
| - HNO ₃ pekat | E. Merck |
| - Pb(NO ₃) ₂ | E. Merck |
| - ZnSO ₄ 5. H ₂ O | E. Merck |
| - Akuades. | |

III.3. Prosedur Penelitian

III.3.1. Pengambilan Sampel

- Sampel diambil di sekitar perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna dengan jumlah sebanyak 10 stasiun.
- Sampel yang diambil dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan disimpan di dalam termos es yang selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

III.3.2. Penyiapan Sampel

- Kadar air sampel dihilangkan dengan cara dioven pada suhu 100⁰ C selama kurang lebih 3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator.
- Setelah dihaluskan, ditimbang dengan teliti sebanyak 2,0000 g sampel dan dimasukkan ke dalam gelas piala.
- Ditambahkan 30 mL HCl (p) dan 10 mL HNO₃ (p).

- Dipanaskan hingga agak kering.
- Ditambahkan HNO_3 encer dan akuades.
- Disaring ke dalam labu ukur 100 mL dan dicukupkan volumenya hingga 100 mL dengan pH akhir ± 3 .

III.3.3. Analisis Sampel

III.3.3.1. Pembuatan Larutan Baku Induk

III.3.3.1.1. Pembuatan larutan baku induk Pb 1000 ppm.

- Ditimbang dengan teliti 1,5990 g timbal nitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$).
- Dilarutkan dan diencerkan dalam labu ukur 1000 mL dengan akuades hingga tepat volumenya.

III.3.3.1.2. Pembuatan larutan baku induk Zn 1000 ppm.

- Ditimbang dengan teliti 3,8610 g seng sulfat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$).
- Dilarutkan dan diencerkan dalam labu ukur 1000 mL dengan akuades hingga tepat volumenya.

III.3.3.2. Pembuatan Larutan Baku Kerja.

III.3.3.2.1. Pembuatan larutan baku kerja Pb

- Larutan baku kerja Pb 100 ppm, dibuat dengan mengambil sebanyak 10 mL larutan baku induk 1000 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga tepat volumenya.

- Larutan baku kerja Pb 10 ppm, dibuat dengan cara mengambil sebanyak 10 mL larutan baku kerja 100 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga tepat volumenya.
- Deret larutan baku kerja Pb. Diambil masing – masing sebanyak 5, 10, 20, 40 dan 60 mL larutan baku kerja 10 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga tepat volumenya untuk memperoleh konsentrasi 0,5; 1; 2; 4 dan 6 ppm.

III.3.3.2.2. Pembuatan Larutan Baku Kerja Zn.

- Larutan baku kerja Zn 100 ppm, dibuat dengan mengambil sebanyak 10 mL larutan baku induk 1000 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL hingga tepat volumenya.
- Larutan baku kerja Zn 10 ppm, dibuat dengan mengambil sebanyak 10 mL larutan baku kerja 100 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga tepat volumenya.
- Deret larutan baku kerja Zn. Diambil masing – masing sebanyak 2,5; 5; 10; 15 dan 20 mL larutan baku kerja 10 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga tepat volumenya untuk memperoleh konsentrasi 0,25; 0,5; 1; 1,5 dan 2 ppm.

III.3.3.3. Analisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

- Blanko, larutan baku dan sampel langsung dianalisis dengan SSA di mana perlakuan terhadap larutan baku dan blanko dikerjakan seperti pengerjaan terhadap sampel yang dianalisis.

- Hasil analisis larutan baku kerja dibuat kurva kalibrasi dengan memakai persamaan regresi.
- Kesimpulan diambil dari data yang diperoleh.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sampel sedimen yang dilakukan dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom, dapat diketahui bahwa sedimen di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna mengandung logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn). Kandungan logam – logam tersebut memiliki konsentrasi yang bervariasi pada setiap stasiun pengambilan sampel.

Berikut adalah kandungan masing – masing logam berat yang berhasil dianalisis pada masing – masing stasiun pengambilan sampel.

IV.1. Logam Timbal (Pb).

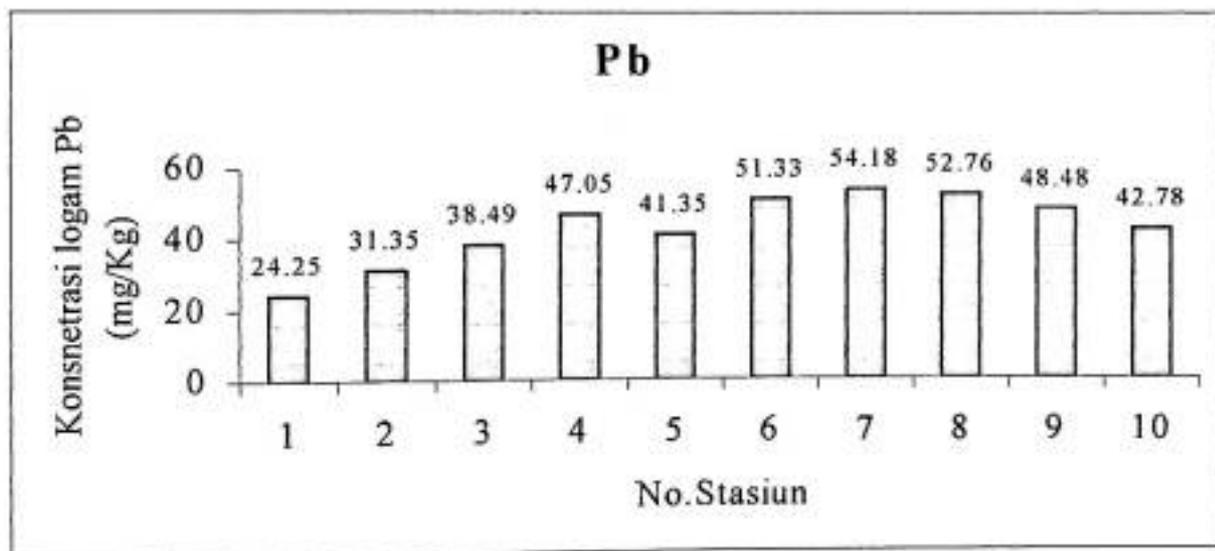
Menurut petunjuk kualitas sedimen yang dibuat oleh Febris dan Werner (1994), konsentrasi maksimum logam timbal yang diperbolehkan atau masih dapat ditolerir pada sedimen adalah 33 mg/Kg berat kering sedimen. Adapun tingkat konsentrasi yang akan memberikan efek negatif pada makhluk hidup adalah 170 mg/Kg berat kering sedimen.

Berdasarkan data dari analisis kandungan logam timbal pada sedimen di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna, maka diperoleh kandungan yang berkisar antara 24,25 – 54,18 mg/Kg berat kering sedimen dengan konsentrasi rata – rata 42,78 mg/Kg berat kering sedimen. Seperti yang tercantum pada tabel 4.1 dan gambar 4.1, konsentrasi tertinggi terdapat pada stasiun 7, yaitu 54,18 mg/Kg berat

kering sedimen dan konsentrasi terendah terdapat pada stasiun 1, yaitu 24,25 mg/Kg berat kering sedimen.

No. Stasiun	Berat Kering Sedimen (gram)	Konsentrasi Pb (mg/L)	Konsentrasi Pb (mg/Kg)
1	1,9990	0,48	24,25
2	2,0011	0,63	31,35
3	2,0002	0,77	38,49
4	2,0000	0,94	47,05
5	2,0001	0,83	41,35
6	2,0000	1,03	51,33
7	2,0000	1,08	54,18
8	2,0001	1,06	52,76
9	2,0000	0,97	48,48
10	2,0000	0,77	42,78

Tabel 4.1. Daftar konsentrasi logam timbal (Pb) pada masing – masing stasiun pengambilan sampel dalam satuan mg/Kg berat kering sedimen.



Gambar 4.1. Histogram konsentrasi logam timbal (Pb) pada masing – masing stasiun pengambilan sampel.

Jika dibandingkan dengan petunjuk kualitas sedimen (dalam satuan mg/Kg) yang dibuat oleh Febris dan Werner (1994), yaitu konsentrasi maksimum logam

timbal yang dapat ditolerir pada sedimen adalah 33 mg/Kg berat kering sedimen, maka pada umumnya konsentrasi logam timbal yang terkandung pada masing – masing stasiun pengambilan sampel telah melebihi standar tersebut kecuali yang terdapat pada stasiun 1 dan 2. Namun konsentrasi – konsentrasi logam timbal tersebut belum mencapai nilai standar konsentrasi yang dapat menimbulkan efek negatif, yang menurut Febris dan Werner (1994) adalah 170 mg/Kg berat kering sedimen.

Keberadaan logam timbal yang cukup tinggi pada perairan tersebut adalah dimungkinkan karena selain adanya aktivitas alam seperti erosi pada batuan terutama galena (PbS) juga karena adanya berbagai aktivitas manusia di sekitar perairan yang menjadi sumber utama bagi masuknya timbal ke dalam perairan tersebut. Aktivitas tersebut dapat berupa adanya pembuangan limbah rumah tangga misalnya sampah – sampah yang mengandung lempengan baterai, aki, sisa cat yang mengandung pigmen timbal dan adanya aliran air perkotaan yang mengandung korosi pipa – pipa air (seperti pipa PVC). Selain itu adanya polusi akibat kegiatan transportasi yang menggunakan bahan bakar yang mengandung timbal, di samping kegiatan industri dan produksi pertanian ikut memberikan andil dalam masuknya logam timbal ke dalam perairan.

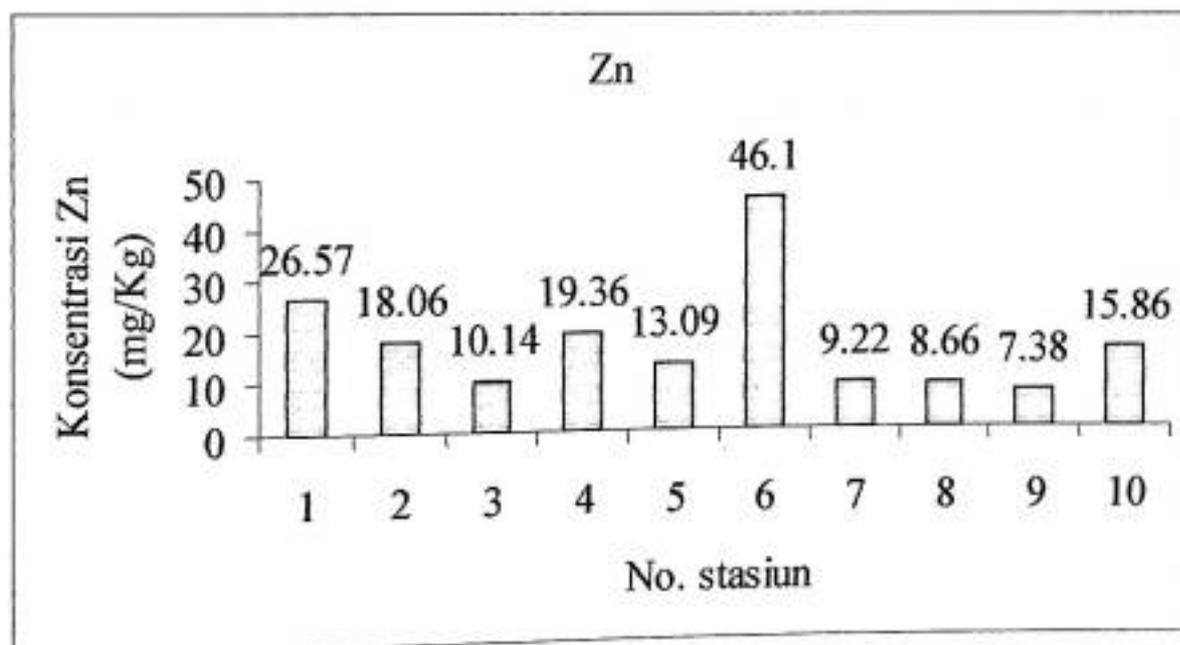
IV.2. Logam Seng (Zn)

Adapun data yang diperoleh dari analisis kandungan logam seng (Zn) pada sedimen di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna, maka diperoleh kandungan yang berkisar antara 7,38 – 46,1 mg/Kg berat kering sedimen dengan konsentrasi rata – rata 17,44 mg/Kg berat kering sedimen. Seperti yang tercantum

pada tabel 4.2. dan gambar 4.2. konsentrasi tertinggi terdapat pada stasiun 6, yaitu 46,1 mg/Kg berat kering sedimen dan konsentrasi terendah terdapat pada stasiun 9, yaitu 7,38 mg/Kg berat kering sedimen.

No. Stasiun	Berat Kering Sedimen (gram)	Konsentrasi Zn (mg/L)	Konsentrasi Zn (mg/Kg)
1	1,9990	0,53	26,57
2	2,0011	0,36	18,06
3	2,0002	0,20	10,14
4	2,0000	0,39	19,36
5	2,0001	0,26	13,09
6	2,0000	0,92	46,10
7	2,0000	0,18	9,22
8	2,0001	0,17	8,66
9	2,0000	0,15	7,38
10	2,0000	0,32	15,86

Tabel 4.2. Daftar konsentrasi logam seng (Zn) pada masing – masing stasiun pengambilan sampel dalam satuan mg/Kg berat kering sedimen



Gambar 4.2. Histogram konsentrasi logam seng (Zn) pada masing – masing stasiun pengambilan sampel.

Menurut Febris dan Werner (1994), konsentrasi maksimum logam seng yang dapat ditolerir atau masih diperbolehkan pada suatu sedimen adalah 70 mg/Kg berat kering sedimen. Adapun besarnya konsentrasi logam seng yang dapat menimbulkan efek yang membahayakan adalah 280 mg/Kg berat kering sedimen. Dan berdasarkan hasil analisis sedimen pada kesepuluh stasiun pengambilan sampel, semuanya mengandung logam seng dengan konsentrasi yang masih rendah atau jauh di bawah standar Febris dan Werner (1994) tersebut, sehingga keberadaan logam seng pada perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna belum perlu terlalu dikhawatirkan.

Keberadaan logam seng di perairan tersebut meskipun masih dalam konsentrasi yang rendah dimungkinkan oleh selain adanya aktivitas alam, seperti erosi pada batuan atau tanah terutama yang mengandung sphalerite ($ZnFe$)S, juga dimungkinkan oleh adanya aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah pada poses pengecoran logam, korosi pipa – pipa air, kegiatan pertambangan, las patri dan lain – lain.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kandungan logam berat Pb dan Zn di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. konsentrasi logam berat Pb berkisar antara 24,25 – 54,18 mg/Kg berat kering sedimen, dengan konsentrasi rata – rata 42,78 mg/Kg berat kering sedimen,
2. konsentrasi logam berat Zn berkisar antara 7,38 – 46,1 mg/Kg berat kering sedimen, dengan konsentrasi rata – rata 17,44 mg/Kg berat kering sedimen.

V.2. Saran

Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut tentang tingkat pencemaran di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna dengan menganalisis logam – logam berat yang lain.

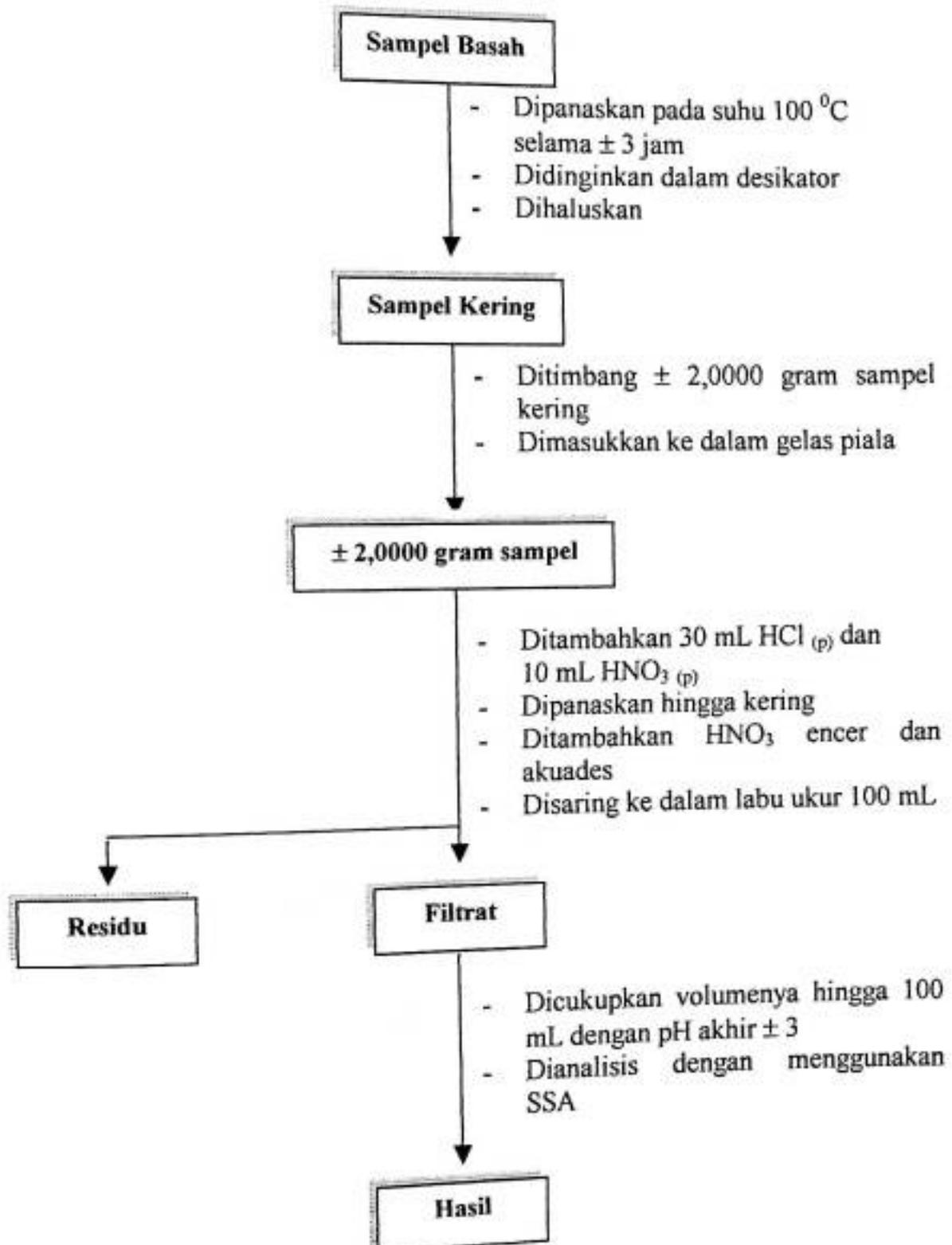
DAFTAR PUSTAKA

- Connell, Des W. Dan Gregory J. Miller. 1995. **Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran**. UI-Press: Jakarta.
- Cotton dan Wilkinson. 1989. **Kimia Anorganik Dasar**. UI-Press: Jakarta
- Dahab, O. A. 1988. **Speciation of Tin Compound in Sediment of the Alexandria Coastal Belt. Water, Air and Soil Pollution and International Journal of Environment Pollution**. Kluwer Academic Publisher.
- Day, R. A. Jr. Dan A. L. Underwood. 1990. **Analisis Kimia Kuantitatif**. Edisi kelima. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Diananjaya, L. 1989. **Distribusi Logam Berat Cd, Cu, Pb dan Zn dalam Sedimen Permukaan Laut Dangkal**. Skripsi F. MIPA Unhas: Ujungpandang.
- Febris, G. J. And Werner, G. F. 1994. **Characterization of Toxicants in Sediments from Port Philip Bay: Metals Final Report**. Department of Conservation and Natural Resources Melbourne, Australia.
- Frank, C. 1995. **Toksikologi Dasar. Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko**. Edisi Kelima. UI-Press: Jakarta.
- Geyer, R. A. 1981. **Marine Environmental Pollution**. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam Oxford, New York.
- Hendayana, S. Dkk. 1994. **Kimia Analitik Instrumen**. Edisi Pertama. IKIP Semarang Press.
- Hutabarat, S dan S. M. Evans. 1984. **Pengantar Oseanografi**. Penerbit UI-Press: Jakarta.
- Khopkar, S. M. 1990. **Konsep Dasar Kimia Analitik**. UI-Press: Jakarta.

- Palar, H. I. R. 1994. **Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat**. Penerbit Rineka Cipta: Jakarta.
- Passivitra, J. And R. K. Poole. 1991. **Chemical Ecotoxicology**. Lewis Publisher. Michigan. USA.
- Ramang, M. 1993. **Dasar – Dasar Kimia Analisis Kuantitatif**. Laboratorium Kimia Analitik. F. MIPA-UH: Ujungpandang.
- Skoog, A. Douglas et. All . 1991. **Fundamentals of Analytical Chemistry**. 7 th edition. Harcourt & Company : Orlando USA
- Sorensen, E. M. 1991. **Metal Poisoning in Fish**. CRC Press Boca Raton.
- Vogel. 1990. **Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro**. Edisi Kelima. PT. Kalman Media Pusaka; Jakarta.
- Wahab, A. W. 1991. **Teknik Spektrofotometer Serapan Atom**. Makalah untuk Kursus Penggunaan Instrumentasi Analisis Kimia. Staf Akademik PTN. INTIM. F. MIPA Unhas: Ujungpandang.

Lampiran 1

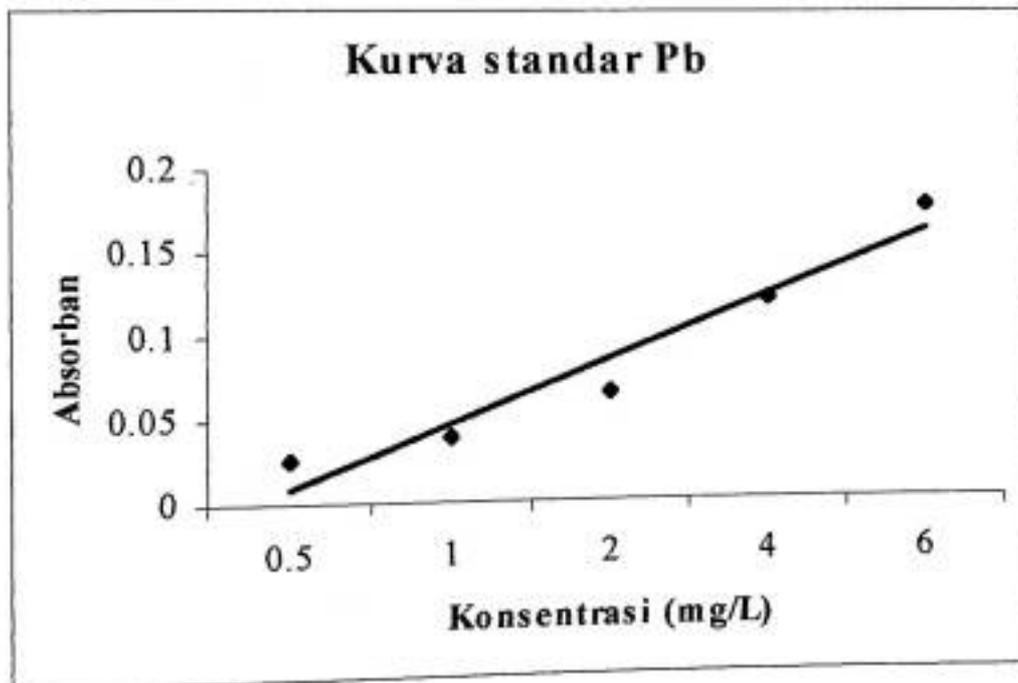
**SKEMA KERJA
ANALISIS SAMPEL SEDIMEN**



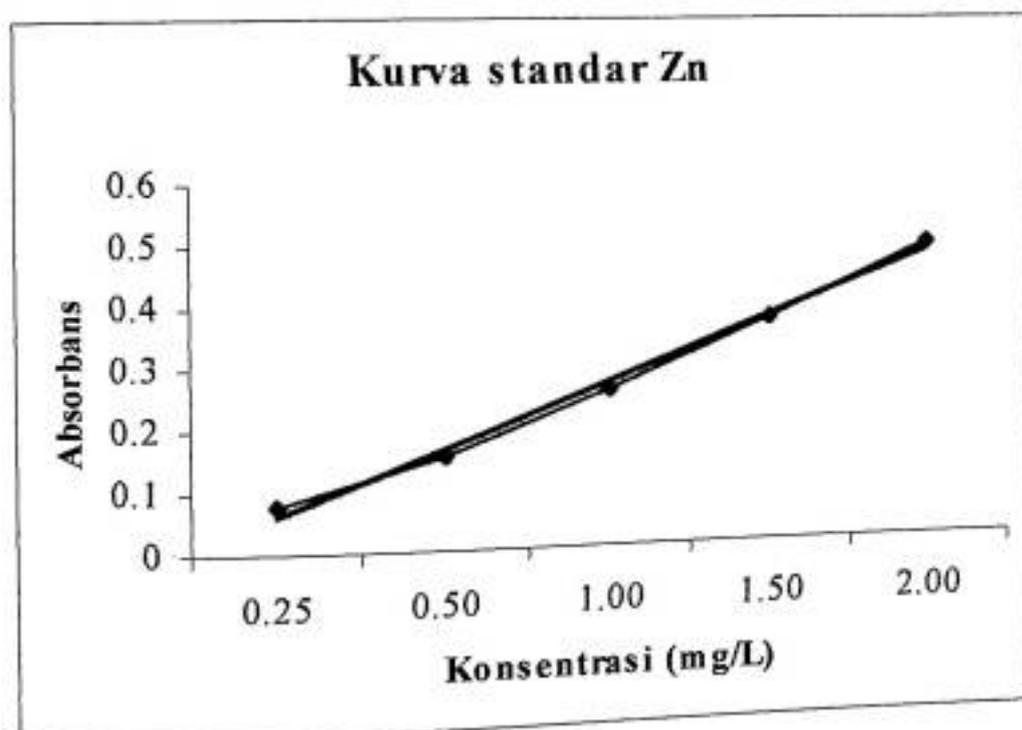
Lampiran 2

Kurva standar logam Pb

Konsentrasi (mg/L)	Absorban
0,5	0,026
1	0,039
2	0,065
4	0,121
6	0,177



Konsentrasi (mg/L)	Absorban
0,25	0,079
0,5	0,155
1	0,257
1,5	0,369
2	0,489



Lampiran 4

Konversi Satuan mg/L ke dalam mg/Kg

Sebagai contoh :

Pada stasiun 4, logam Pb sebesar 0,9412 ppm dengan berat kering sedimen sebesar 2,0000 gram di dalam 100 mL pelarut. Maka :

$$\begin{aligned} 0,94 \text{ ppm} &= 0,94 \text{ mg/L} \\ &= \frac{0,94 \text{ mg/L}}{20,0000 \text{ gr/L}} \\ &= \frac{0,94 \text{ mg/L}}{0,0200 \text{ Kg/L}} \\ &= 47,05 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

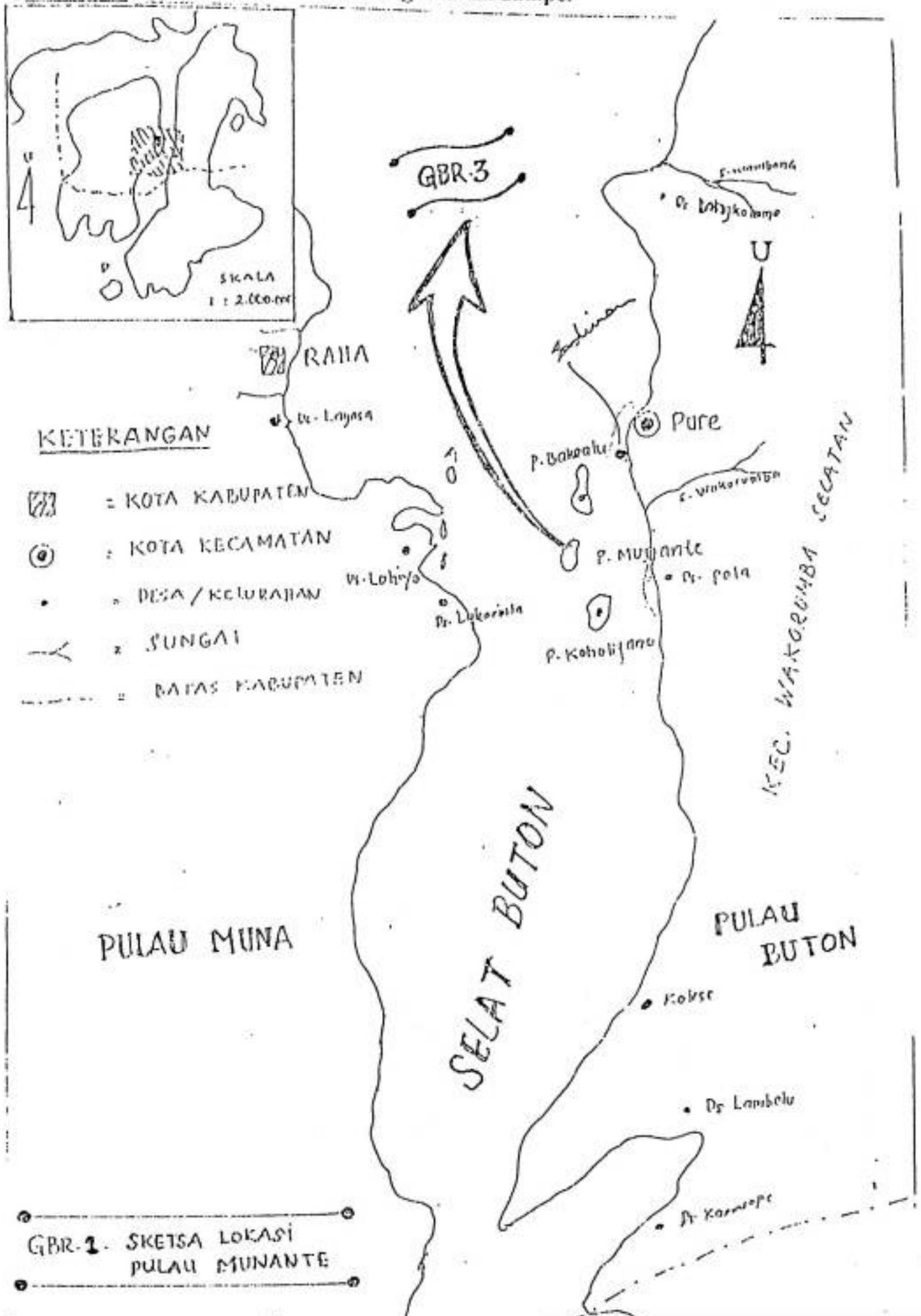
Lampiran 5

Petunjuk Kualitas Sedimen dalam satuan mg/Kg

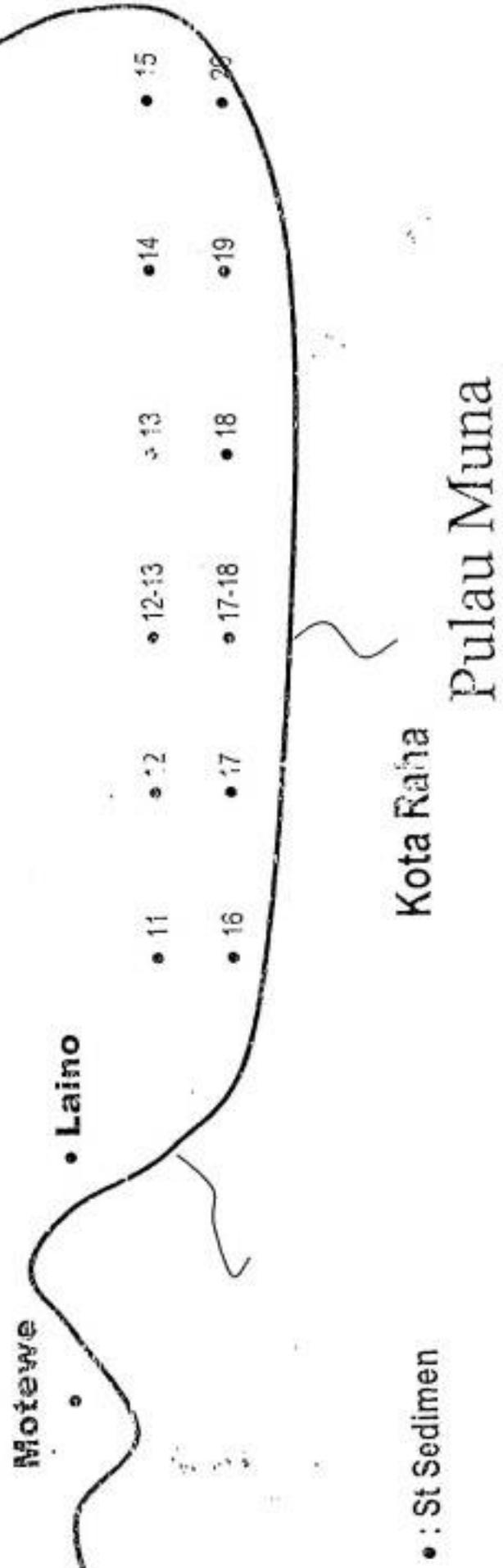
Elemen	Konsentrasi Maksimum yang dapat ditolerir	Tingkat konsentrasi yang mungkin menimbulkan efek negatif
Cd	1	8,6
Cr	51	230
Cu	30	200
Fe	4,7 (%)	tidak diketahui
Mn	600	tidak diketahui
Ni	26	60
Pb	33	170
Zn	70	280
Ag	3-24	70
Hg	0,15	1,4

Sumber : Febris, G.J. and Werner, G.F. 1994. Characterization of Toxicants in Sediments from Port Phillip Bay : Metals Final Report. Department of Conservation and Natural Resources Melbourne, Australia.

Peta Lokasi Pengambilan Sampel



Selat Buton/Butung



• : St Sedimen

Stasiun lain adalah Malewe dan Laino (bisa digabung). Stasiun 12-13 Kodanya Lohia. Stasiun-stasiun di atas dapat digabung vertikal or horizontal.