

KANDUNGAN ION LOGAM TEMBAGA (Cu) DAN KADMIUM (Cd) PADA SEDIMEN DI SEKITAR PERAIRAN PELABUHAN PARE-PARE DENGAN METODE ADISI STANDAR



ERNAWATI A.

H 311 00 067

Tgl. Terima	25-08-05
Asal Data	FAK. MIPA
Banyaknya	1 (satu) eks
Harga	H
No. Inventaris	379/25-08-05



JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005

**KANDUNGAN ION LOGAM TEMBAGA (Cu) DAN KADMIUM (Cd)
PADA SEDIMEN DI SEKITAR PERAIRAN PELABUHAN PARE-PARE
DENGAN METODE ADISI STANDAR**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh

ERNAWATI A.

H 311 00 067



MAKASSAR

2005

SKRIPSI

**KANDUNGAN ION LOGAM TEMBAGA (Cu) DAN KADMIUM (Cd)
PADA SEDIMEN DI SEKITAR PERAIRAN PELABUHAN PARE-PARE
DENGAN METODE ADISI STANDAR**



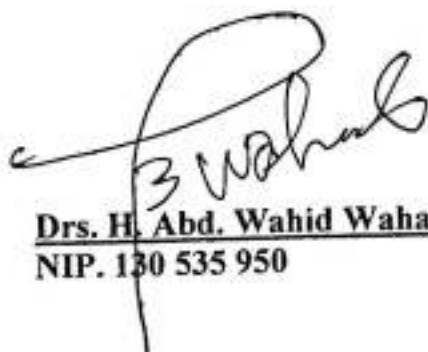
Disusun dan diajukan oleh :

ERNAWATI A.

H 311 00 067

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama



Drs. H. Abd. Wahid Wahab, MSc
NIP. 130 535 950

Pembimbing Pertama



Drs. H. Musa Ramang, MSi
NIP. 131 658 818

“Maha Suci Allah yang ditangan-Nyalah segala kerajaan dan Dia Maha Kuasa atas segala sesuatu yang menjadikan mati dan hidup, supaya Dia menguji kamu, siapa dinatara kamu yang lebih baik amalannya. Dan Dia Maha Perkasa lagi Maha Pengampun, yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu sekali-kali tidak dapat melihat ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang adakah sesuatu yang tidak seimbang? Kemudian pandanglah sekali lagi, niscaya penglihatanmu akan kembali kepadamu dengan menemukan sesuatu yang cacat, dan penglihatanmu itupun dalam keadaan payah”. (QS. Al Mulk: 1 – 4).

KATA PENGANTAR



Assalamu 'Alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah dengan penuh rasa syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan inayah-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

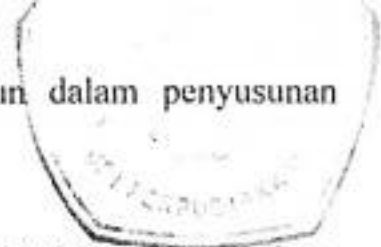
Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tak lepas dari doa, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yang dengan tulus dan ikhlas membantu penulis selama ini.

Penulis mempersembahkan karya kecil ini kepada dua orang yang sangat berarti dalam hidup penulis, ayahanda H. Arifin, AR dan ibunda Hj. Marhani tersayang yang dengan sekuat hati dan tenaga menyiapkan segala sesuatu yang anak-anaknya butuhkan walaupun mereka harus mengorbankan diri mereka sendiri.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya tak lupa juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Drs. Alimin Bado, Msi, selaku Pembantu Dekan I Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
2. Bapak DR. Ir. Prastawa Budi, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Drs. H. Abd. Wahid Wahab, MSi dan Drs. H. Musa Ramang, MSi, selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu dan senantiasa

membimbing penulis baik ketika penelitian maupun dalam penyusunan skripsi.



4. Tim dosen penguji Bapak Dr. H. Ambo Upe T., DEA (Ketua), Dr. Ahyar Ahmad (Sekretaris), Drs. H. Abd. Wahid Wahab, MSi (Ex. Officio), Drs. H. Yusafir Hala, MSi (anggota), Drs. Beddu Jawahir, MSi (anggota).
5. Seluruh staf dosen Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin atas ilmu yang telah diberikan.
6. Saudara-saudaraku tersayang, Bidan Ina, Irwan (be a good police) dan risma (semoga menjadi guru yang bijak) yang rela menjadi tempatku melepaskan penat setelah pulang dari kampus.
7. Seluruh keluarga besarku yang tidak mungkin saya sebutkan satu persatu.
8. Sahabat yang menjadi saudara keduaku : Odjie (alm), Inna, Tenri, Rhara, Melan, Pammi, Ani, Santi, Okta, Mery, 'Rose', Ammi, Ince, Risna, Ardi, Riri', Aris, Kalian telah menjadi bagian dari hidupku yang selalu menjadi aspirasi dan penyemangat kala suka dan duka.
9. Kanda-kanda terbaikku : Kak Saha, Kak Daddi, Kak Ucha, Kak Awal, Kak Lulu, dan Kak Asri. Terima kasih atas segalanya dan maafkan jika aku pernah mengecewakan kalian.
10. Rekan-rekan seperjuangan " Kimia Angkatan 00" , khususnya Sofyan, Anti SSi, Mufti, Ida Ssi. Semoga kebersamaan dan persaudaraan kita tetap terjalin selamanya.
11. Sahabat-sahabatku seluruh angkatan 2000 Fak. MIPA, kakak-kakak di koridor MIPA dan adik-adikku di kimia. Semoga kalian tetap mengingat masa-masa indah yang pernah kita lalui bersama.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan, karena itu penulis senantiasa mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penyajian selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat memberikan inspirasi dan manfaat bagi kita semua. Amin.

Penulis

2005

ABSTRAK

Kandungan ion logam tembaga (Cu) dan cadmium (Cd) pada sampel sedimen di sekitar perairan pelabuhan Parepare telah dilakukan. Pengambilan sampel meliputi empat stasiun di sekitar perairan pelabuhan Parepare pada tanggal 7 November 2005, dimana setiap stasiun diambil sebanyak dua titik, yaitu ± 100 m dan ± 500 m dari daratan. Kandungan ion logam Cu dan Cd dianalisis dengan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (metode-SSA) dan analisa datanya menggunakan metode adisi standar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan ion logam Cu dan Cd tertinggi pada Stasiun 1 (30,51 mg/kg untuk Cu dan 7,76 mg/kg berat kering sedimen untuk logam Cd) dan terendah pada Stasiun 3 (21,77 mg/kg untuk Cu dan 2,68 mg/kg berat kering sedimen untuk Cd).

Kata Kunci : *adisi standar, sedimen, tembaga, kadmiium.*

ABSTRACT

Copper and cadmium contents for sediment samples of the territorial waters Pare-Pare harbour have been determined. Sampling was conducted in four stations around of Pare-Pare harbour on November 7th 2005, were in every stations we take samples on two places ± 100 m and ± 500 m from the land. The Cu and Cd contents were analyzed by using Absorption Spectrofotometric method (AAS-method) and the result using standar adition method. The result research showed that Cu and Cd in sediment found in station 1 was highest (30,51 mg/kg for Cu and 7,76 mg/kg of dry weigth for Cd).

Key word : *standar adition, sediment, copper, cadmium*

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Maksud Penelitian.....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Umum Sedimen	5
2.2 Tinjauan Umum Logam Berat.....	6
2.2.1 Logam Berat Tembaga (Cu).....	7
2.2.2 Logam Berat Kadmium (Cd).....	9

2.3	Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....	11
2.3.1	Prinsip Kerja SSA	12
2.3.2	Komponen Instrumen SSA.....	12
2.3.3	Keunggulan dan Kelemahan SSA	14
2.3.3.1	Keunggulan SSA	14
2.3.3.2	Kelemahan SSA	14
2.4	Metode Standar Adisi Secara SSA.....	15
BAB III	METODE PENELITIAN.....	17
3.1	Alat yang Digunakan.....	17
3.2	Bahan yang Digunakan	17
3.3	Waktu Dan Tempat Penelitian	17
3.4	Metode Kerja.....	17
3.4.1	Pengambilan Sampel Sedimen:.....	17
3.4.2	Prosedur Kerja.....	18
3.4.2.1	Preparasi Sampel Sedimen	18
3.4.2.2	Analisis Kadar Air.....	19
3.4.2.3	Analisis Logam Berat dengan Metode Adisi Standar	19
3.5	Pembuatan Larutan Baku	20
3.5.1	Pembuatan Larutan Baku Induk Cu 1000 ppm	20
3.5.2	Pembuatan Larutan Baku Induk Cd 1000 ppm	20
3.5.3	Pembuatan Larutan Baku Kerja Cu 250 ppm.....	20
3.5.4	Pembuatan Larutan Baku Kerja Cd 100 ppm.....	20



3.5.5 Pembuatan Deret Larutan Standar.....	21
3.6 Analisa Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Ion Logam Tembaga (Cu).....	22
4.2 Ion Logam Kadmium (Cd).....	30
4.3 Kondisi Perairan Di Sekitar Pengambilan Sampel.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Bagan Kerja Preparasi Sampel Sedimen	41
2. Bagan Kerja Analisis Logam Cu dan Cd Dengan Metode Adisi Standar.....	42
3. Kurva Adisi Standar Logam Cu Pada Soreang 1	43
4. Kurva Adisi Standar Logam Cu Pada Soreang 2	43
5. Kurva Adisi Standar Logam Cu Pada Cappa' Ujung 1	44
6. Kurva Adisi Standar Logam Cu Pada Cappa' Ujung 2.....	44
7. Kurva Adisi Standar Logam Cu Pada Pasar Senggol 1.....	45
8. Kurva Adisi Standar Logam Cu Pada Pasar Senggol 2.....	45
9. Kurva Adisi Standar Logam Cu Pada Labukkang 1	46
10. Kurva Adisi Standar Logam Cu Pada Labukkang 2	46
11. Kurva Adisi Standar Logam Cd Pada Soreang 1	47
12. Kurva Adisi Standar Logam Cd Pada Soreang 2	47
13. Kurva Adisi Standar Logam Cd Pada Cappa' Ujung 1.....	48
14. Kurva Adisi Standar Logam Cd Pada Cappa' Ujung 2.....	48
15. Kurva Adisi Standar Logam Cd Pada Pasar Senggol 1.....	49
16. Kurva Adisi Standar Logam Cd Pada Pasar Senggol 2.....	49
17. Kurva Adisi Standar Logam Cd Pada Labukkang 1	50
18. Kurva Adisi Standar Logam Cd Pada Labukkang 2	50
19. Contoh Perhitungan Pembuatan Larutan Baku Induk Logam Cu 1000 ppm.....	51

20. Contoh Perhitungan Persamaan Garis Regresi Linear Logam Cu	52
21. Contoh Perhitungan Persamaan Garis Regresi Linear Logam Cd	53
22. Penentuan Konsentrasi Logam Berat Pada Sedimen dalam mg/L	54
23. Contoh Perhitungan Konversi Satuan (mg/L) Ke mg/kg Berat Kering Sedimen	56
24. Perhitungan Kadar Air Dan Koreksi Bahan Kering (kbb)	57
25. Petunjuk Kualitas Sedimen	58
26. Kondisi Peralatan SSA	59
27. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	60

BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Laut merupakan tempat bermuaranya aliran-aliran sungai yang membawa berbagai jenis sampah dan bahan pencemaran dari daratan. Laut juga merupakan tempat pembuangan langsung sampah atau limbah dari berbagai aktifitas manusia dengan cara yang mudah dan murah. Dengan demikian maka di laut akan dijumpai berbagai jenis sampah dan bahan pencemar (Siahaenenia, L, 2001).

Menurut Kantor Menteri Kependudukan Dan Lingkungan Hidup, KLH (1991), pencemaran laut adalah masuknya zat atau energi secara langsung ataupun tidak langsung oleh kegiatan manusia ke dalam lingkungan laut termasuk daerah pesisir pantai, sehingga menimbulkan akibat yang merugikan baik terhadap sumber daya alam hayati, kesehatan manusia, gangguan terhadap kegiatan di laut, termasuk perikanan dan lain-lain yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air laut serta menurunkan kualitas tempat tinggal dan rekreasi (Siahaenenia, L, 2001).

Perairan Teluk Pare-Pare merupakan salah satu kawasan perairan di Sulawesi-Selatan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan, terutama dalam sektor perikanan dan perhubungan. Sektor perhubungan laut merupakan sarana angkutan yang cukup memegang peranan penting dalam pembangunan. Kegiatan utama dari pelabuhan erat kaitannya dengan dampak terhadap lingkungan, diantaranya kegiatan yang berkaitan dengan tumpahan minyak, pembuangan limbah dari kapal, kegiatan bongkar muat, operasi kapal, limbah domestik yang masuk dalam kawasan pelabuhan serta kegiatan pengerukan

lumpur kolam pelabuhan yang merupakan sumber dari pencemaran di sekitar pelabuhan, terutama berupa logam berat dan bahan organik beracun (Asiah, 1998).

Secara alamiah logam berat telah ada dalam ekosistem perairan. Namun sebagai akibat aktivitas manusia, maka konsentrasi logam tersebut dapat bertambah dan mencemari perairan yang secara bertahap dapat mengalami sedimentasi. Logam mengalami siklus perputaran dari kerak bumi ke lapisan bumi, ke dalam makhluk hidup, ke dalam kolom air, mengendap dan akhirnya kembali lagi ke dalam kerak bumi, tetapi kandungan alamiah logam berubah-ubah tergantung pada kadar pencemaran yang dihasilkan manusia maupun karena erosi alami. Pencemaran akibat aktivitas manusia lebih banyak berpengaruh dibandingkan pencemaran secara alami (Marganof, 2003).

Sedimen permukaan di kawasan pantai adalah lokasi yang sangat baik untuk penelitian parameter kimia jangka menengah dan panjang. Karena selain menampung limbah dalam bentuk padat, sedimen laut akan menghasilkan *stock* limbah yang relatif stabil dalam fasa padat (Noor, A., 2000). Konsentrasi logam berat pada sedimen lumpur akan meningkat seiring dengan masuknya bahan pencemar logam berat ke perairan karena sifatnya yang terakumulasi. Logam-logam berat seperti Pb, Cu, Cd, Ni, dan Fe dalam kadar yang tinggi di perairan akan menimbulkan efek toksik yang dapat berpengaruh sistem kehidupan organisme akuatik. Oleh karena itu keberadaannya di perairan khususnya pada sedimen lumpur perlu diawasi sesuai dengan standar baku lingkungan yang dianjurkan (Tompodung, 2000).

Penelitian yang dilakukan oleh Tauhid Umar (2001) tentang kandungan logam tembaga pada sampel sedimen, kerang dan air laut pada Perairan Teluk Pare-Pare menunjukkan bahwa dari ketiga sampel tersebut, sedimen mengandung logam yang lebih tinggi dibandingkan pada kerang dan air laut.

Metode prosedur analisa yang sering digunakan dalam analisa suatu unsur secara kuantitatif, terutama dalam pengukuran secara spektrofotometri umumnya menggunakan teknik kurva kalibrasi. Suatu metoda lain yang sudah lama dikenal adalah metode adisi standar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wahab (2004) yang membandingkan teknik kurva kalibrasi dan metode adisi standar untuk analisa boron dengan cara spektrofotometri serapan atom menunjukkan bahwa metode adisi standar memiliki ketelitian dan ketepatan yang lebih tinggi daripada teknik kurva kalibrasi.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu diadakan penelitian untuk mengetahui kandungan ion tembaga dan kadmium pada sedimen di sekitar perairan pelabuhan Pare-Pare secara Spektrofotometri Serapan Atom dengan metode adisi standar.

1.2 Rumusan Masalah

1. Logam berat Cu dan Cd merupakan toksikan yang mempunyai daya racun yang tinggi sehingga berbahaya jika terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dalam konsentrasi yang tinggi.
2. Sedimen adalah sampel yang kompleks dan baik digunakan sebagai sampel dalam penelitian jangka panjang dan menengah.
3. Metode adisi standar adalah metode yang tepat digunakan untuk sampel yang kompleks.

1.3.1 Maksud Penelitian

Mengetahui kandungan ion logam Cd dan Cu yang terdapat pada sedimen di sekitar perairan pelabuhan Pare-Pare.

1.3.2 Tujuan Penelitian

1. Menentukan kandungan ion logam Cd dan Cu yang terdapat pada sedimen di sekitar perairan pelabuhan Pare-Pare.
2. Menentukan perbedaan kandungan ion logam Cd dan Cu pada sedimen di sekitar perairan pelabuhan Pare-Pare.

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan informasi tentang tingkat pencemaran ion logam Cd dan Cu di sekitar perairan pelabuhan Pare-Pare dan dampaknya terhadap pencemaran lingkungan sekitar serta data yang diperoleh dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Sedimen

Sedimen merupakan konsentrator dan sampel yang baik untuk penelitian jangka panjang karena sifatnya yang stabil untuk beberapa zat pencemar di hidrosfir. Zat pencemar tersebut dapat dikonsumsi oleh organisme dan merupakan sumber pencemar pada kolom air melalui pencucian sedimen tersuspensi dan desorpsi (Dahab, 1998).

Bahan partikel yang tidak terlarut seperti pasir, lumpur, tanah, dan bahan kimia anorganik dan organik menjadi bentuk bahan tersuspensi di dalam air, sehingga bahan tersebut dapat menjadi penyebab polusi tertinggi di dalam air, dan salah satunya adalah sedimen itu sendiri. Sedimen adalah hasil dari proses pengendapan yang berupa padatan yang dapat langsung mengendap jika dibiarkan, tidak terganggu selama beberapa waktu (Suhendar, 1978 dalam Herwati, 2004).

Jadi, sedimentasi dapat diartikan sebagai proses pengendapan mekanik atau fisika, kimia, dan biologis. Secara mekanik yaitu suatu material jatuh ke dasar, semata-mata akibat gaya gravitasi bumi. Secara kimia dapat terjadi apabila suatu larutan berubah menjadi padatan atau kristal-kristal akibat perubahan kondisi di sekitarnya terutama sifat kimia air. Sedangkan secara biologis dapat berupa langsung pada organisme sehingga ditemukan proses biokimianya (Connel, 1985).

Dari segi asal usulnya sedimentasi dapat berasal dari pasokan air sungai yang biasa terbentuk sebagai akibat dari erosi alamiah dari pinggir sungai dan pelapukan padatan yang umumnya terdapat di dalam air permukaan, yang membawa material organik (mineral) ataupun senyawa-senyawa lain. Aliran air perkotaan juga membawa berbagai jenis material yang berasal dari limbah rumah tangga, dan limbah industri, serta kegiatan transportasi. Material-material tersebut akan bermuara di laut dan suatu saat akan mengendap sebagai lumpur (sedimen). Dengan demikian sedimen merupakan material yang memiliki komposisi yang sangat kompleks (Geyer, 1981).

Menurut Hutabarat dan Evans (1984), sedimen dapat diklasifikasikan berdasarkan asalnya menjadi 3 bagian yaitu : (1) Sedimen Lhitogenous yaitu sedimen yang partikelnya berasal dari pengikisan batu-batuan di darat; (2) Sedimen Biogenonous yaitu sedimen yang partikelnya berasal dari sisa-sisa rangka organisme hidup; dan (3) Sedimen Hydrogenous yaitu sedimen yang partikelnya berasal dari hasil reaksi kimia dalam air laut.

2.2 Tinjauan Umum Logam Berat

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini akan berikatan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup (Palar, 1994).

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm^3 , terletak di sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92 dari periode 4 sampai 7 (Darmono, 1995).

Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Namun demikian meski semua logam berat mengakibatkan keracunan terhadap tubuh makhluk hidup, sebagian dari logam-logam berat tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup. Kebutuhan tersebut berada dalam jumlah yang sedikit, tetapi bila kebutuhan itu tidak terpenuhi maka akan berakibat fatal, demikian juga bila jumlah logam esensial tersebut masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan (Palar, 1994).

2.2.1 Logam Berat Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia Cuprum dilambangkan dengan Cu. Dalam tabel periodik tembaga terdapat dalam golongan IB, periode ke-4 dengan nomor atom 29 dan mempunyai berat atom 63,546 (Palar, 1994). Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan yang lunak dan dapat ditempa. Tembaga dapat melebur pada suhu 1038 °C, titik didihnya 2595 °C dan potensial elektroda standarnya positif (+0,34 V). Kerapatannya 8,94 g/cm³. Elektronegativitas Cu adalah 1,90 serta jari-jari atomnya adalah 1,57 Å (Cotton & Wilkinson, 1985).

Tembaga dapat membentuk alloy dengan logam lain misalnya barium sehingga membentuk logam yang tahan benturan. CuO dapat ditambah ke dalam cat kapal sebagai pigmen anti lumut (algisida), CuO juga digunakan dalam baterai dan elektroda, selain itu dapat ditambahkan ke dalam kaca (0,25%) untuk membuatnya berwarna merah. Dalam bidang pertanian CuSO₄ ditambahkan ke dalam larutan kapur atau soda sebagai fungisida. Zat dasar untuk galvanasi

dengan Cu dan untuk zat pewarna. Cu_2O yang berbentuk kristal hitam, dapat mewarnai kaca menjadi hitam, hijau atau biru dan juga sebagai zat tambahan pada pupuk (Safei, 2002).

Secara alamiah, Cu dapat masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan sebagai akibat dari berbagai peristiwa alam. Unsur ini dapat bersumber dari peristiwa pengikisan (erosi) dari batuan mineral. Sumber lain adalah debu-debu atau partikulat-partikulat Cu yang ada dalam lapisan udara yang dibawa turun oleh air hujan. Dalam badan perairan laut diperkirakan proses alamiah ini memasok Cu sebesar 325.000 ton per-tahun. Melalui jalur nonalamiah, Cu masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia. Jalur dari aktivitas manusia ini untuk memasukkan Cu ke dalam tatanan lingkungan ada bermacam-macam pula. Sebagai contoh adalah buangan industri yang memakai Cu dalam proses produksinya, industri galangan kapal karena digunakannya Cu sebagai campuran bahan pengawet, industri, pengelolaan kayu, buangan rumah tangga, dan lain sebagainya (Palar, 1994).

Logam tembaga merupakan logam esensial, badan manusia mengandung 3 mg Cu/kg. Logam Cu dibutuhkan perhari sebesar 0,5-2 mg. Ada beberapa macam kepiting yang menggunakan Cu sebagai pengganti Fe dalam darah untuk transport oksigen. Pada bakteri dan kuman, logam Cu berfungsi sebagai racun (Palar, 1994).

Biota perairan sangat peka terhadap kelebihan Cu dalam badan perairan tempat hidupnya. Konsentrasi Cu terlarut yang mencapai 0,01 ppm akan mengakibatkan kematian bagi fitoplankton (Herwati, 2004).

Berdasarkan petunjuk kualitas sedimen oleh Febris dan Werner (1994), ambang batas logam Cu dalam sedimen adalah 30 mg/kg berat kering sedimen dan dapat menimbulkan efek biologis pada konsentrasi 200 mg/kg berat kering sedimen.

Keracunan Cu bersifat kronis dan dampaknya terlihat setelah beberapa tahun atau menyebabkan cacat janin jika menyerang ibu hamil. Logam ini bersifat akumulatif di dalam tubuh organisme dan konsentrasinya mengalami peningkatan dalam tingkat tropic yang lebih tinggi dalam rantai makanan. Keracunaan Cu pada manusia dapat menimbulkan dampak seperti kerusakan otak, penurunan fungsi ginjal, dan pengendapan Cu dalam kornea mata (Anonim, 2001).

2.2.2 Logam Berat Kadmium (Cd)

Logam Kadmium dalam tabel periodik terletak pada golongan II B periode ke-5. Sifat fisika dari logam Cd merupakan logam-logam yang berwarna putih keperakan mudah ditempa dan liat. Sedangkan sifat kimianya adalah Cd mempunyai bilangan valensi +2, memiliki nomor atom 48 dan berat atom 112,4 g/mol. Melebur pada suhu 321 °C dan titik didihnya 767 °C. Kerapatan Cd adalah 8,64 g/cm³, jari-jari atomnya 1,71 Å dan elektronegativitasnya 1,69 (Reza, 2003 dan Svehla, 1990).

Logam Cd sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia. Pada prinsipnya Cd digunakan sebagai bahan 'stabilisasi' sebagai bahan pewarna dalam industri plastik dan pada elektroplating juga digunakan dalam pembuatan baterai alkalin. Selain itu banyak digunakan dalam industri-industri ringan, seperti pada proses pengolahan roti, pengolahan ikan, pengolahan minuman, industri

tekstil dan lain-lain, meskipun penggunaannya hanyalah dalam konsentrasi yang sangat rendah (Palar, 1994).

Logam Cd dan bermacam-macam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke dalam sedimen, terutama merupakan efek samping dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Logam Cd dan persenyawaannya dapat berada dalam sedimen secara alamiah yaitu melalui proses penguapan yang selalu dikeluarkan dalam suatu proses peleburan dan pemurnian logam timah, besi, tembaga maupun emas yang dengan bantuan air hujan akan mengendap di dasar laut. Logam Cd yang dapat masuk ke dalam sedimen sebagai akibat dari aktivitas manusia adalah berbagai macam bentuk. Diantaranya adalah berasal dari pembakaran sampah-sampah kota, aliran lumpur perkotaan, dan juga berasal dari tanah-tanah pertanian yang tercemar. Disamping itu sumber logam Cd yang utama berasal dari aktivitas industri yang melibatkan Cd dalam proses operasional industrinya, baik berupa industri berat dan ringan (Herwati, 2004).

Keracunan Cd bersifat kronis dan biasanya terakumulasi dalam ginjal, dalam waktu yang lama dapat membahayakan kesehatan paru-paru, tulang, hati, kelenjar reproduksi dan ginjal. Logam ini juga bersifat neutritoksikan yang menimbulkan dampak kerusakan indra penciuman (Anonim, 2001).

Efek akut logam Cd adalah mengakibatkan iritasi lokal. Setelah termakan, manifestasi klinisnya berupa mual, muntah-muntah, dan nyeri perut. Logam Cd diekskresi sangat lamban dengan waktu paruh 30 tahun. Setelah waktu yang lama, kerusakan ginjal menonjol. Tempat kerja utama adalah tubulus proksimal. Kerusakan terhadap tubulus ini biasanya terjadi bila kadar Cd dalam ginjal mencapai 200 $\mu\text{g/g}$. "kadar kritisnya" (Frank, 1995).

Menurut badan dunia WHO konsumsi kadmium perminggu yang ditoleransikan pada makhluk hidup adalah 400 sampai 500 μg perorang atau 7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat badan (Suhendrayatna, 2001). Ambang batas konsentrasi Cd dalam sedimen hanya 1 mg/kg berat kering sedimen dan dapat mengakibatkan efek biologis pada konsentrasi 8,6 mg/kg berat kering sedimen (Febris & Werner, 1994).

Oleh karena itu, logam Cd membawa sifat racun yang sangat merugikan bagi semua organisme hidup, bahkan juga sangat berbahaya untuk manusia jika konsentrasi Cd sudah melebihi batasan normal di dalam badan perairan. Biota-biota yang tergolong bangsa udang-udangan akan mengalami kematian dalam selang waktu 24 – 504 jam bila dalam badan perairan di mana biota ini hidup terlarut logam atau persenyawaan Cd pada rentang konsentrasi 0,005 – 0,15 ppm (Herwati, 2004).

Daya racun yang dimiliki oleh logam Cd akan menurun bila bertemu dengan logam-logam tertentu. Sifat antagonis adalah suatu peristiwa dimana terjadi penurunan daya racun yang dimiliki oleh logam-logam beracun bila logam-logam itu berikatan dengan logam-logam lain. Logam Cd akan memperlihatkan sifat-sifat antagonisnya bila berikatan dengan logam-logam Zn, Cu, dan Fe (Palar, 1994).

2.3 Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom (SSA) adalah metode analisis unsur dalam larutan. Metode ini sangat peka, mampu mendeteksi unsur-unsur yang berbeda dan dalam konsentrasi ppm atau bahkan kurang dari itu (Noor, 2002). Berbeda

dengan spektrofotometer sinar tampak. metode ini tidak memperdulikan warna larutan (Qadar, 2000).

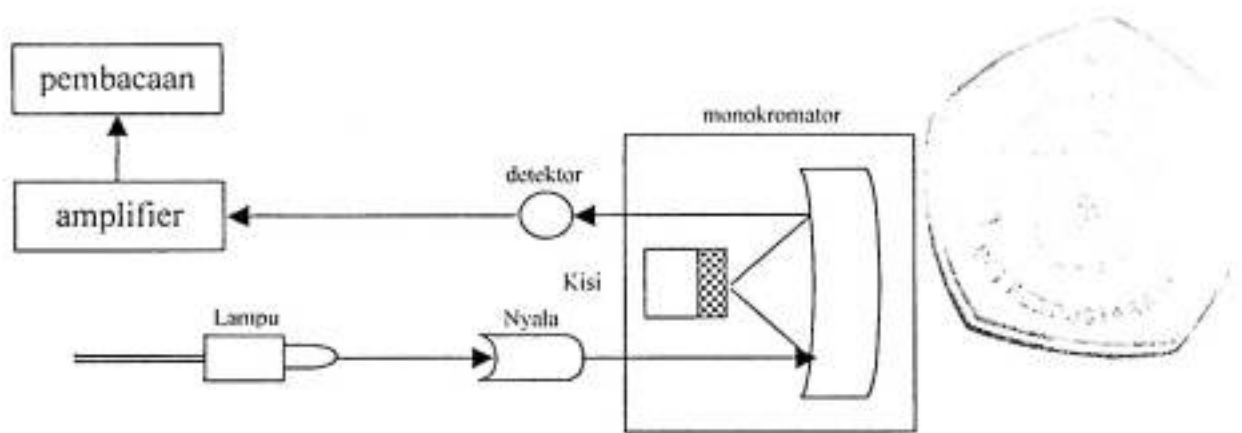
2.3.1 Prinsip kerja SSA

Prinsip kerja SSA didasarkan pada absorpsi cahaya oleh atom pada fasa gas. Cuplikan oleh alat ini berupa larutan. Larutan cuplikan mengalir ke ruang pengkabutan melalui pipa kapiler karena terserap oleh aliran bahan bakar dan udara yang cepat, dengan menggunakan sumber energi berupa lampu *hollow katoda* (Safei, 2002).

Sampel yang telah diatomkan dalam nyala yang berupa cahaya yang terang kemudian dilewatkan melalui gas. Penyerapan cahaya ini sebanding dengan konsentrasi atom dalam nyala. Cahaya yang tak terserap oleh gas selanjutnya melalui monokromator, lalu ke tabung fotomultiplier. Intensitas cahaya yang diteruskan secara elektronik dibandingkan dengan transmisi cahaya tanpa adanya cuplikan untuk mendapatkan absorban analit. Atom-atom unsur logam ini menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung pada sifat unsumnya. Jadi, dengan mengukur penyerapan sinar oleh atom-atom dalam nyala maka konsentrasi logam dalam cuplikan dapat ditentukan (Safei, 2002).

2.3.2 Komponen Instrumen SSA

Dalam suatu peralatan SSA terdapat lima komponen utama. Kelima komponen yang dimaksud adalah :



Gambar 1: Diagram komponen-komponen Spektrofotometer serapan atom

1. Sumber radiasi

Sumber radiasinya adalah lampu *hollow katoda* yang memancarkan cahaya dengan panjang gelombang yang khusus yang diperlukan untuk mengeksitasi atom yang akan dianalisis.

2. Monokromator

Sebuah kisi grating yang berfungsi untuk memilih panjang gelombang dan meneruskannya ke detektor. Berfungsi untuk mendispersi cahaya menjadi cahaya yang mempunyai panjang gelombang yang berbeda dan setelah melalui celah yang lebar dapat diatur sehingga memungkinkan pemilihan panjang gelombang (Hadisuwoyo, 1990).

3. Detektor

Sebuah tabung pengganda foton yang berfungsi menterjemahkan intensitas cahaya residual dari lampu halokatoda, sebelum dan sesudah absorpsi oleh atom yang dianalisis dalam nyala, dalam arus listrik dan menguatkan arus (Noor,2002).

4. Amplifier

Amplifier merupakan komponen yang berfungsi untuk menguatkan isyarat elektronik yang dikeluarkan oleh detektor (*output*) kedalam berbagai bentuk baik secara langsung maupun tidak langsung (Noor,2002).

5. Recorder

Jika dahulu peralatan baca ini berupa meteran, bandul dan peralatan digital, maka sekarang digantikan dengan layar komputer dan printer (Noor,2002).

2.3.3 Keunggulan dan kelemahan SSA

2.3.3.1 Keunggulan SSA

1. Sensitivitas (kepekaan)

Cara ini sangat peka, banyak unsur dapat ditentukan pada kadar ppm, bahkan beberapa unsur dengan teknik-teknik tertentu dapat ditentukan dalam orde ppb.

2. Selektivitas

Cara ini cukup tinggi selektivitasnya, sehingga dapat, menentukan beberapa unsur sekaligus dalam suatu larutan cuplikan tanpa perlu pemisahan.

3. Ketelitian dan ketepatan

Ketelitian alat ini relatif tinggi, karena gangguan dalam pengukuran menjadi lebih sedikit dibandingkan instrumen lainnya sehingga ketepatan dan keakuratan data yang diperolehpun lebih bagus.

2.3.3.2 Kelemahan SSA

1. Beberapa unsur tidak mudah menghasilkan gas atom keadaan dasar ketika mencapai nyala, seperti tidak terdissosiasinya oksida-oksida atau senyawa

stabil lainnya dan ini menghalangi deteksi dan penetapan misalnya Al, Mo, Si, dan Ti.

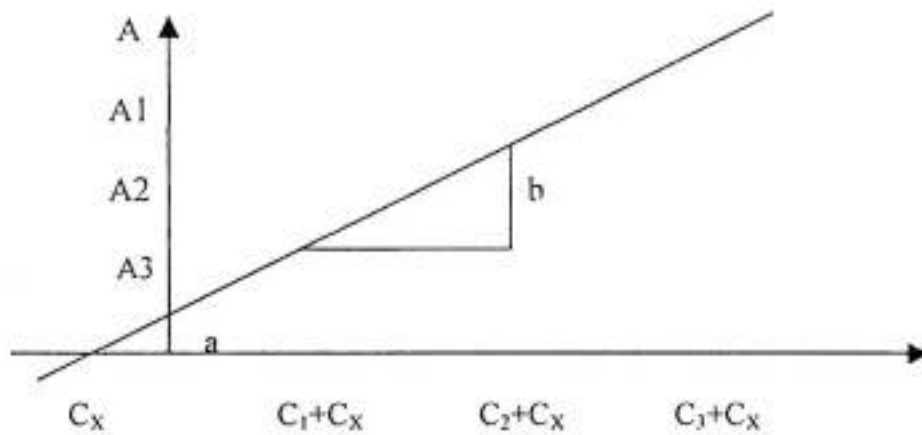
2. Karena beberapa nyala lebih tepat untuk beberapa unsur tertentu, maka bertambahnya analit yang akan ditentukan memerlukan tidak hanya satu penukaran sumber sinar dan setting, tetapi juga penukaran terhadap nyala, pembakaran dan sumber gas (Wahab dan Ramang, 1990).

2.4 Metode Adisi Standar secara SSA

Teknik analisis yang paling baik dan cukup teliti untuk logam adalah dengan SSA, sedangkan untuk analisis hasil pengukuran yang dipakai dalam SSA yaitu metode kurva kalibrasi dan metode adisi standar. Metode adisi standar sangat efektif dipakai untuk bahan-bahan yang kompleks dan banyak ion-ion pengganggu serta konsentrasi sampel yang rendah.

Metode ini dilakukan dengan menambahkan larutan standar ke dalam larutan cuplikan dan pengukuran absorbansi terhadap larutan cuplikan maupun campuran cuplikan dan standar. Seharusnya kurva kalibrasi mempunyai komposisi larutan cuplikan yang akan dianalisis, baik konsentrasi analit maupun konsentrasi zat lainnya yang terdapat di dalam cuplikan untuk mengurangi perubahan beberapa komponen cuplikan terhadap absorbansi.

Untuk melakukan metode ini, dimasukkan larutan sampel (V_x) dengan konsentrasi (C_x) ke dalam beberapa labu ukur dengan volume (V_t), kemudian ke dalam tiap labu ukur tersebut ditambahkan larutan standar dengan volume berbeda dengan konsentrasi yang telah ditentukan (C_s), hasil pengukuran konsentrasi standar ditambah sampel dibuat kurva sebagai berikut :



Gambar 2: Grafik hubungan antara absorban dan konsentrasi dalam metode adisi standar.

Metode adisi standar ini juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari metode ini adalah; mudah digunakan untuk analisis bahan-bahan yang kompleks, dapat menghilangkan efek matriks, tidak diperlukan perlakuan awal dari sampel yang akan dianalisis jika sampelnya adalah larutan, karena larutan standar ditambahkan langsung dalam larutan sampel, dapat dipakai untuk analisis logam pada konsentrasi rendah. Sedangkan kekurangannya adalah; menggunakan sampel dan larutan standar dalam jumlah yang banyak, menggunakan waktu yang lama, dan memerlukan biaya yang banyak pula.

BAB III

METODE PENELITIAN



3.1 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: *Grab sampler*, Botol Polietilen, Alat-alat gelas yang lazim digunakan di laboratorium, Kertas Saring, Neraca Analitik, pH meter, *Hot Plate*, Lumpang dan Alu Porselen, Deksikator, Oven (*Thelco*), Spektrofotometer Serapan Atom (*Varian Spektra AA 50*).

3.2 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Sampel Sedimen Laut, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Asam Nitrat p.a, Asam Klorida p.a dan Aquadest.

3.3 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober hingga Februari 2005 yang mencakup studi literatur, survey lokasi, pengambilan sampel, dan analisis sampel. Preparasi sampel dan analisis kandungan logam berat Cd dan Cu dengan alat SSA dilakukan di Instansi Balai Penelitian Tanah, Kabupaten Maros, Sulawesi-Selatan.

3.4 Metode kerja

3.4.1 Pengambilan sampel sedimen

Pengambilan sampel dilaksanakan pada empat stasiun, yaitu:

1. Stasiun 1 : Pada Perairan Sekitar Depot Pertamina, Soreang
2. Stasiun 2 : Pada Perairan Sekitar Pelabuhan Barang Cappa' Ujung
3. Stasiun 3 : Pada Perairan Sekitar ± 500 m dari Pasar Senggol

4. Stasiun 4 : Pada Perairan Sekitar Pelabuhan Penumpang PELNI Nusantara, Labukkang.

Setiap stasiun diambil sampel pada dua titik, yaitu pada jarak ± 100 m dan ± 500 m dari pantai (daratan). Sampel sedimen diambil dengan menggunakan *Grab sampler* yang diulur ke dasar perairan dengan menggunakan tali. Sampel diambil pada bagian tengah dari sampel yang terangkat guna menghindari kontaminasi dengan bahan cemaran lain. Untuk memperkecil adanya kontaminasi, sampel disimpan dalam botol plastik (polietilen) dan untuk menghindari adanya penguapan, sampel disimpan pada suhu rendah (dalam *ice box*) untuk dianalisis selanjutnya.

3.4.2 Prosedur Kerja

3.4.2.1 Preparasi sampel sedimen

1. Sampel yang telah diambil dibersihkan, kemudian dikeringkan dengan cara dioven pada suhu $105 - 110$ °C selama 2×24 jam.
2. Sampel yang telah kering, digerus hingga halus dengan menggunakan lumpang lalu diayak dengan ayakan 80 mesh.
3. Sampel yang telah halus ditimbang dengan teliti sebanyak ± 5 g dan dimasukkan dalam gelas kimia.
4. Ditambahkan 75 ml HCl pekat dan 25 ml HNO₃ pekat, kemudian dipanaskan diatas *hot plate* hingga hampir kering.
5. Setelah dingin ditambahkan 50 ml HCl encer (1 %), dan dipanaskan lagi hingga mendidih lalu dicuci dengan aquades panas.
6. Larutan disaring ke dalam labu ukur 250 ml dan dicukupkan volumenya dengan aquades hingga tanda batas. Larutan sampel siap diukur.

3.4.2.2 Analisis kadar air

1. Sampel halus ditimbang sebanyak 2 g ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot kosongnya.
2. Sampel dioven pada suhu 105 °C selama 4 jam.
3. Setelah itu didinginkan di dalam deksikator lalu ditimbang.

Untuk menghitung kadar air yang terdapat dalam sampel maka digunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ Kadar Air (KA)} = \frac{\text{Kehilangan bobot}}{\text{Bobot contoh}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Koreksi Bahan Kering (kbc)} = \frac{100}{100 - \% \text{ KA}} \quad (2)$$

3.4.2.3 Analisis logam berat Cd dan Cu dengan teknik adisi standar

1. Larutan sampel dipipet sebanyak 20 ml untuk penentuan logam Cu dan 20 ml sampel untuk penentuan logam Cd yang tidak diketahui konsentrasinya lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml. Setelah itu ditambahkan larutan standar ke dalam labu tersebut dengan konsentrasi 100 ppm sebanyak 0,125; 0,2; 0,3; 0,5; 0,75 ml untuk penentuan logam Cd dan sebanyak 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,8 ml dengan konsentrasi 250 ppm untuk penentuan logam Cu kemudian ditambahkan HNO₃ 5 M sebanyak 0,1 ml (pH 1 – 2)
2. Larutan blanko diukur
3. Setelah itu larutan contoh ditambah larutan standar diukur
4. Dibuat kurva hasil pengukuran selanjutnya ditentukan konsentrasi sampel.

Untuk konversi kandungan logam Cu dan Cd dalam sedimen dari satuan mg/L ke mg/kg dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

$$y = \frac{b \times c}{a} \times \text{kbk} \quad (3)$$

Di mana : y = Kandungan logam berat pada sedimen dalam mg/Kg

a = Berat sampel dalam Kg

b = Volume sampel dalam L

c = Konsentrasi sampel dari kurva dalam mg/L

kbk = Koreksi Bahan Kering

3.5 Pembuatan Larutan Baku

3.5.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Cu 1000 ppm

3,9277 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ditimbang dengan teliti kemudian dilarutkan dalam HNO_3 1:1 dalam labu ukur 1000 mL, lalu dicukupkan volumenya dengan aquadest.

3.5.2 Pembuatan Larutan Baku Induk Cd 1000 ppm

2,7437 gram $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ditimbang dengan teliti kemudian dilarutkan dalam HNO_3 1:1 dalam labu ukur 1000 mL, lalu dicukupkan volumenya dengan aquadest.

3.5.3 Pembuatan Larutan Baku Kerja Cu 250 ppm

Dipipet sebanyak 25 ml larutan baku induk Cu 1000 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml lalu dicukupkan volumenya hingga tanda batas dengan aquadest.

3.5.4 Pembuatan Larutan baku kerja Cd 100 ppm

Dipipet sebanyak 10 ml larutan baku induk Cd 1000 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml lalu dicukupkan volumenya hingga tanda batas dengan aquadest.

3.5.5 Pembuatan Deret Larutan Standar

Hasil pengukuran larutan baku kerja 100 ppm, kemudian dibuat deret larutan baku standar untuk tiap-tiap logam dengan menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut:

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2 \quad (4)$$

Dimana; V_1 = Volume larutan baku

M_1 = Konsentrasi larutan baku

V_2 = Volume larutan yang akan dibuat

M_2 = Konsentrasi larutan yang akan dibuat

Sehingga diperoleh deret larutan standar sebagai berikut:

Cu = 1 ppm; 2 ppm; 3 ppm; 5 ppm; 8 ppm.

Cd = 0,5 ppm; 0,8 ppm; 1,2 ppm; 2 ppm; 3 ppm.

3.6 Analisa Data

Dari hasil pengukuran serapan dengan SSA, diperoleh data serapan untuk larutan baku. Jika data serapan sebagai Y dan konsentrasi sebagai X, maka diperoleh persamaan regresi linear:

$$Y = a + bX \quad (5)$$

Dimana, nilai-nilai dari a dan b dapat dihitung dengan rumus:

$$a = \frac{\sum y(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (6)$$

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (7)$$

Walaupun suatu garis lurus dapat ditarik dari sejumlah titik yang tersebar dalam grafik, belum tentu terdapat korelasi antara kedua variabel X dan Y. Cara statistika yang dipakai untuk menentukan adanya hubungan antara kedua variabel ialah koefisien korelasi r.

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \cdot \sum y}{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2 \cdot (n(\sum y^2) - (\sum y)^2)]^{1/2}} \quad (8)$$

Secara teori biasa :

= +1, berarti ada korelasi positif

= 0, berarti tidak ada korelasi

= -1, berarti ada korelasi negatif

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada tanggal 17 November 2005, pukul 15.00-18.00 WITA saat air laut dalam keadaan pasang. Sampel sedimen diambil pada empat Stasiun, yaitu :

Stasiun 1 : di perairan sekitar Depot Pertamina, Sorcang

Stasiun 2 : di perairan sekitar Pelabuhan barang Cappa' Ujung

Stasiun 3 : di perairan sekitar Pasar Senggol

Stasiun 4 : di perairan sekitar pelabuhan Pelni Nusantara, Labukkang.

Setiap Stasiun sampel diambil pada dua titik yang berjarak ± 100 m dan ± 500 m dari pantai (daratan). Sampel diambil dengan alat *Van Veen Grab (Grab Sampler)*. Preparasi sampel dan analisisnya dilakukan di Laboratorium Instalasi Tanah BPTP (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian) Kab. Maros, sedangkan pengukuran parameter kualitas air dilakukan di lapangan.

Adapun hasil analisis kandungan logam tembaga (Cu) dan kadmium (Cd) dalam sampel sedimen pada setiap Stasiun adalah sebagai berikut :

4.1 Ion Logam Tembaga (Cu)

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam tembaga termasuk logam esensial di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh semua organisme hidup (Tompodung, 2000). Tembaga diperlukan dalam oksidasi cytochrome, akan tetapi logam tembaga dapat bersifat racun apabila terdapat dalam konsentrasi di atas normal (Hutabarat & Evans, 1985).

Tabel 1 merupakan data hasil pengukuran logam tembaga dalam sedimen pada delapan titik sampel.

Tabel 1 : Data hasil pengukuran absorban logam Cu dengan SSA

No	Titik Sampel	Cx (mg/L)	Absorban
1	Stasiun 1 titik 1 (Soreang 1)	0	0,035
		1	0,154
		2	0,269
		3	0,377
		5	0,592
		8	0,909
2	Stasiun 1 titik 2 (Soreang 2)	0	0,042
		1	0,160
		2	0,269
		3	0,368
		5	0,596
		8	0,905
3	Stasiun 2 titik 1 (Cappa' Ujung 1)	0	0,048
		1	0,163
		2	0,283
		3	0,382
		5	0,602
		8	0,933
4	Stasiun 2 titik 2 (Cappa' Ujung 2)	0	0,035
		1	0,172
		2	0,285
		3	0,395
		5	0,631
		8	0,954
5	Stasiun 3 titik 1 (Pasar senggol 1)	0	0,036
		1	0,162
		2	0,284
		3	0,403
		5	0,625
		8	0,979
6	Stasiun 3 titik 2 (Pasar senggol 2)	0	0,036
		1	0,150
		2	0,285
		3	0,399
		5	0,637
		8	0,979

7	Stasiun 4 titik 1 (Labukkang 1)	0	0,044
		1	0,179
		2	0,301
		3	0,400
		5	0,628
		8	0,952
8	Stasiun 4 titik 2 (Labukkang 2)	0	0,132
		1	0,034
		2	0,234
		3	0,323
		5	0,522
		8	0,805

Ket : Titik 1 : Titik pada jarak \pm 100 m

Titik 2 : Titik pada jarak \pm 500 m

Cx : Konsentrasi larutan standar yang ditambahkan

Dari hasil pengukuran dengan menggunakan SSA ini, dibuat grafik yang menghubungkan konsentrasi dan absorban (Grafik pada Lampiran 4 - 11). Deret konsentrasi larutan standar untuk logam Cu yang dimasukkan ke dalam setiap sampel adalah : 0; 1; 2; 3; 5 dan 8 ppm. Dimana deret tersebut dibuat berdasarkan batas deteksi (daerah kerja) logam Cu yaitu 0 – 10 ppm.

Tabel 2 : Konsentrasi (Cx) logam Cu dalam sampel sedimen

No.	Titik Sampel	Konsentrasi (Cx) (mg/L)
1	Soreang 1	0,4737
2	Soreang 2	0,4316
3	Cappa' Ujung 1	0,4779
4	Cappa' Ujung 2	0,4452
5	Pasar Senggol 1	0,3766
6	Pasar Senggol 2	0,3392
7	Labukkang 1	0,4139
8	Labukkang 2	0,3786

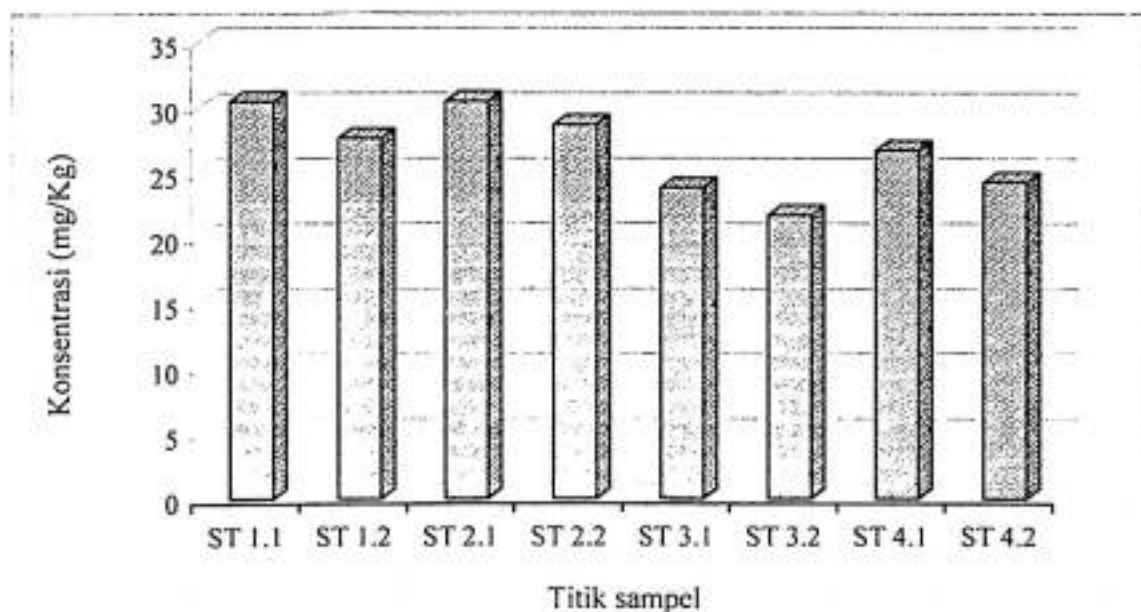
Dari grafik (Lampiran 4 - 11). diperoleh nilai konsentrasi (Cx) logam Cu dalam sampel sedimen, seperti yang terlihat dalam tabel 2. Dalam penelitian ini analisa datanya menggunakan metode adisi standar, oleh karena itu nilai

konsentrasi (Cx) pada Tabel 2 belum menunjukkan konsentrasi logam Cu yang sebenarnya karena belum dikalikan dengan faktor pengencerannya, yaitu 25/20 (20 ml sampel dalam labu 25 ml). Setelah diperoleh nilai konsentrasi logam Cu yang sebenarnya, maka perlu dilakukan konversi satuan dari mg/L (ppm) menjadi mg/kg berat kering sedimen.

Tabel 3. Konsentrasi logam Cu yang sebenarnya dalam sampel sedimen.

No.	Titik Sampel	Konsentrasi (Cx) (mg/L)	Konsentrasi (Cx) (mg/kg)
1	Soreang 1	0,59	30,51
2	Soreang 2	0,54	27,70
3	Cappa' Ujung 1	0,60	30,51
4	Cappa' Ujung 2	0,56	28,72
5	Pasar Senggol 1	0,47	23,72
6	Pasar Senggol 2	0,42	21,77
7	Labukkang 1	0,52	26,75
8	Labukkang 2	0,47	24,28

Dari nilai konsentrasi logam Cu yang diperoleh dalam sampel sedimen pada Tabel 3 dibuat histogram yang menunjukkan kandungan logam Cu dalam setiap titik sampel.



Gambar 4. Histogram logam Cu dalam setiap titik sampel

Pada Gambar 3 tampak bahwa konsentrasi logam Cu berkisar antara 30,51–21,77 mg/kg berat kering sedimen. Titik sampel yang memiliki kandungan logam Cu yang tertinggi adalah pada titik ± 100 m dari Pelabuhan Depot Pertamina Soreang (Stasiun 1 titik 1) sebesar 30,51 mg/kg berat kering sedimen. Sedangkan kandungan logam Cu yang terendah berada pada titik ± 500 m dari pasar senggol (Stasiun 3 titik 2) sebesar 21,77 mg/kg berat kering sedimen.

Konsentrasi logam berat yang terikat dalam sedimen dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu faktor oseanografi, tipe (tekstur) sedimen dan keadaan/aktivitas penduduk di sekitarnya. Menurut Supriharyono (1984) dalam Marganof (2003), logam berat cenderung terserap pada sedimen yang mempunyai diameter relatif kecil dan permukaannya halus maka luas bidang penyerapannya akan semakin besar sehingga banyak logam berat yang terakumulasi. Menurut Geyer (1981) dalam Umar (2001), interaksi logam berat dengan sedimen bergantung pada komposisi sedimen itu sendiri. Kandungan logam berat yang tinggi umumnya ditemukan pada sedimen lumpur, lanau, pasir berlumpur daripada pasir.

Kandungan logam Cu pada Stasiun ke-2 yaitu pada Pelabuhan barang/kayu Cappa' Ujung merupakan kandungan logam tertinggi diantara 8 titik sampel yaitu sebesar 30,51 mg/kg berat kering sedimen dan 28,72 mg/kg berat kering sedimen. Menurut Palar (1994), logam Cu dapat masuk ke perairan sebagai akibat dari aktivitas manusia, seperti buangan industri yang menggunakan Cu dalam proses produksinya salah satunya adalah industri pengelolaan kayu yang menggunakan logam Cu sebagai bahan pengawet. Lokasi pengambilan sampel yang berdekatan dengan pasar Lakessi juga merupakan salah satu penyebab tinggi

kandungan logam Cu pada Stasiun ini. Limbah domestik dari pasar dan pemukiman penduduk langsung di buang ke laut tanpa pengolahan terlebih dahulu. Selain itu aktivitas kapal-kapal barang yang sering bongkar-muat selama sehari-hari juga berpotensi menambah kandungan logam Cu dalam sedimen.

Pada Stasiun 1 di Perairan sekitar Pelabuhan Depot Pertamina Soreang juga mengandung logam Cu yang tinggi dan hanya berbeda sangat sedikit dengan konsentrasi logam Cu di Stasiun 2 di atas, yaitu 30,51 mg/kg berat kering sedimen dan 27,70 mg/kg berat kering sedimen. Hal ini mungkin disebabkan oleh korosi kapal-kapal pengangkut minyak karena logam Cu digunakan dalam industri galangan kapal juga digunakan sebagai paduan logam agar logam menjadi tahan benturan. Penggunaan cat pada kapal yang menggunakan logam Cu sebagai antifouling meskipun hanya sedikit yang terlarut dalam air tetapi juga dapat menambah kandungan logam Cu pada Stasiun ini.

Kandungan ion Cu mengalami penurunan pada Stasiun ke-4 disekitar Pelabuhan pelni Nusantara Labukkang, yaitu 26,75 mg/kg berat kering sedimen dan 24,28 mg/kg berat kering sedimen. Senyawa Logam Cu pada Stasiun ini kemungkinan berasal dari limbah kapal dan limbah rumah tangga. Limbah tersebut dapat berupa sisa-sisa makanan yang menggunakan logam Cu sebagai zat aditif, kaleng-kaleng bekas, cat-cat kapal dan lempengan baterai yang menggunakan Cu dalam proses produksinya.

Kandungan senyawa logam Cu yang terendah dan mendekati kandungan normal senyawa logam Cu dalam sedimen terdapat pada Stasiun ke-3 di perairan sekitar pasar senggol. Kandungan senyawa logam Cu pada Stasiun ini adalah 23,28 mg/kg berat kering sedimen dan 21,77 mg/kg berat kering sedimen.

Kemungkinan kandungan ion logam Cu pada Stasiun hanya sedikit yang berasal dari bahan pencemar, karena kandungan ion logam Cu yang normal dalam tanah sebesar 10 – 20 mg/kg. Tekstur sedimen pada Stasiun ini yang berupa pasir berlumpur merupakan salah satu faktor yang memperlambat proses akumulasi ion logam Cu pada sedimen. Sumber bahan pencemar yang masuk pada Stasiun ini kemungkinan berasal dari limbah domestik pasar senggol dan dari pemukiman penduduk.

Berdasarkan data penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Farida Idris (2005) dengan sampel berupa air laut, kandungan logam Cu pada sedimen lebih tinggi dibandingkan pada air laut, yaitu berkisar antara 0,0500 – 0,2000 ppm untuk air laut dan 0,4240 – 0,5979 ppm (21,77 – 30,51 mg/kg berat kering sedimen) untuk sedimen. Pembuangan limbah yang mengandung senyawa logam Cu secara terus menerus dan dalam jangka waktu yang lama menyebabkan akumulasi logam Cu pada di sekitar perairan pelabuhan Pare-Pare menjadi meningkat. Hal ini didasarkan pada data penelitian yang dilakukan oleh Tauhid Umar, dkk (2001), dimana kandungan logam Cu yang diperoleh berkisar antara 12,06 – 14,78 mg/kg berat kering sedimen sedangkan pada penelitian ini diperoleh data kandungan logam Cu berkisar antara 21,77 – 30,51 mg/kg berat kering sedimen. Artinya terjadi peningkatan konsentrasi logam Cu dalam sedimen sebanyak ± 2 kali lipat dalam kurun waktu yang tidak lebih dari 4 tahun.

Jika data ini dibandingkan dengan petunjuk kualitas sedimen logam Cu dalam sedimen menurut Febris & Werner (1994), kandungan ion logam Cu pada Daerah Sekitar Pelabuhan Pare-Pare belum tercemar oleh logam Cu karena konsentrasi logam Cu yang diperbolehkan dalam sedimen sebesar 30 mg/kg berat

kering sedimen. Walaupun ada dua titik sampel yang melebihi nilai tersebut akan tetapi belum terlalu jauh, mengingat kandungan logam Cu yang dapat menyebabkan efek biologis berada pada konsentrasi di atas 200 mg/kg berat kering sedimen.

4.2 Ion Logam Kadmium (Cd)

Tabel 4 : Data hasil pengukuran absorban senyawa logam Cd dengan SSA

No.	Titik Sampel	Cx (mg/L)	Absorban
1	Stasiun 1 titik 1 (Soreang 1)	0	0,008
		0,5	0,082
		0,8	0,118
		1	0,140
		2	0,259
		3	0,400
2	Stasiun 1 titik 2 (Soreang 2)	0	0,009
		0,5	0,080
		0,8	0,120
		1	0,143
		2	0,267
		3	0,390
3	Stasiun 2 titik 1 (Cappa' Ujung 1)	0	0,009
		0,5	0,076
		0,8	0,113
		1	0,139
		2	0,260
		3	0,381
4	Stasiun 2 titik 2 (Cappa' Ujung 2)	0	0,008
		0,5	0,073
		0,8	0,113
		1	0,140
		2	0,259
		3	0,387
5	Stasiun 3 titik 1 (Pasar senggol 1)	0	0,005
		0,5	0,073
		0,8	0,113
		1	0,141
		2	0,274
		3	0,394

6	Stasiun 3 titik 2 (Pasar senggol 2)	0	0,006
		0.5	0,073
		0.8	0,117
		1	0,138
		2	0,269
		3	0,385
7	Stasiun 4 titik 1 (Labukkang 1)	0	0,007
		0.5	0,078
		0.8	0,115
		1	0,140
		2	0,257
		3	0,380
8	Stasiun 4 titik 2 (Labukkang 2)	0	0,007
		0.5	0,075
		0.8	0,118
		1	0,139
		2	0,257
		3	0,385

Dari hasil pengukuran dengan menggunakan SSA ini, dibuat grafik yang menghubungkan konsentrasi dan absorban (Grafik pada Lampiran 14 - 19). Deret konsentrasi larutan standar untuk ion logam Cd yang dimasukkan ke dalam setiap sampel adalah : 0; 0,5; 0,8; 1; 2; dan 3 ppm. Dimana deret tersebut dibuat berdasarkan batas deteksi (daerah kerja) senyawa logam Cd yaitu 0– 3 ppm.

Dari Grafik diperoleh nilai konsentrasi (Cx) senyawa logam Cd dalam sampel sedimen, seperti yang terlihat dalam Tabel 5.

Tabel 5 : Konsentrasi (Cx) senyawa logam Cd dalam sampel sedimen

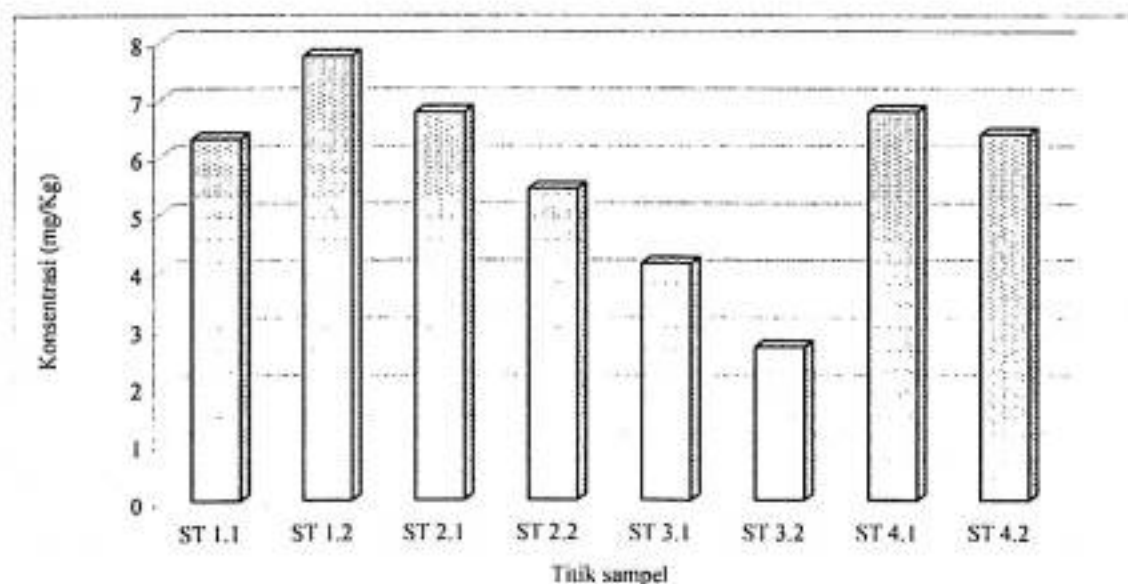
No.	Titik Sampel	Konsentrasi (Cx) (mg/L)
1	Soreang 1	0,0980
2	Soreang 2	0,1209
3	Cappa' Ujung 1	0,1063
4	Cappa' Ujung 2	0,0853
5	Pasar Senggol 1	0,0653
6	Pasar Senggol 2	0,0418
7	Labukkang 1	0,1050
8	Labukkang 2	0,0998

Dalam penelitian ini analisa datanya menggunakan metode adisi standar. Oleh karena itu nilai konsentrasi (Cx) pada Tabel 5 belum menunjukkan konsentrasi ion logam Cd yang sebenarnya karena belum dikalikan dengan faktor pengencerannya, yaitu 25/20 (20 ml sampel dalam labu 25 ml). Setelah diperoleh nilai konsentrasi ion logam Cd yang sebenarnya, maka perlu dilakukan konversi satuan dari mg/L menjadi mg/kg berat kering sedimen seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 : Konsentrasi ion logam Cd yang sebenarnya dalam sampel sedimen

No.	Titik Sampel	Konsentrasi (Cx) (mg/L)	Konsentrasi (Cx) (mg/kg)
1	Soreang 1	0,12	6,19
2	Soreang 2	0,15	7,76
3	Cappa' Ujung 1	0,13	6,78
4	Cappa' Ujung 2	0,11	5,44
5	Pasar Senggol 1	0,08	4,14
6	Pasar Senggol 2	0,05	2,68
7	Labukkang 1	0,13	6,79
8	Labukkang 2	0,12	6,40

Dari nilai konsentrasi ion logam Cd yang diperoleh dalam sampel sedimen pada tabel 6 di atas dibuat histogram yang menunjukkan distribusi senyawa logam Cd dalam setiap titik sampel.



Gambar 5. Histogram ion logam kadmium dalam setiap titik sampel

Berdasarkan histogram di atas, nampak bahwa konsentrasi ion kadmium berkisar antara 2,65 – 7,76 mg/kg berat kering sedimen. Tingginya kandungan ion logam Cd sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu : faktor oseanografi, tipe sedimen dan aktivitas penduduk di sekitarnya.

Pada Stasiun 1, yaitu sekitar 500 m dari Pelabuhan Depot Pertamina Soreang ternyata mengandung senyawa logam Cd yang merupakan titik maksimum dari delapan titik sampel yaitu 7,76 mg/kg berat kering sedimen, sedangkan titik minimumnya diperoleh pada Stasiun 3 titik 2 yaitu pada perairan sekitar 100 m dari pasar senggol sebesar 2,68 mg/kg berat kering sedimen.

Tingginya kandungan senyawa logam Cd pada Stasiun I (sekitar Pelabuhan Depot Pertamina) disebabkan karena berbagai faktor yang telah disebutkan di atas. Menurut Dahuri (1996), faktor oseanografi sangat berpengaruh terhadap konsentrasi logam berat yang ada dalam sedimen. Pada titik ini pergerakan airnya relatif lebih tenang sehingga logam-logam yang tersuspensi dalam air laut lebih mudah mengendap ke dasar perairan.

Baik minyak mentah maupun minyak yang dimurnikan banyak mengandung logam berat dan salah satunya adalah logam kadmium (Cd). Menurut Pacyna (1987) dalam Darmono (1995) kandungan senyawa logam Cd dalam minyak mentah sebesar 0,03 – 2,10 µg/g.

Aktivitas pengisian tanki-tanki minyak serta buangan limbah domestik penduduk sekitar secara tidak langsung menyebabkan tingginya kandungan logam kadmium pada daerah ini. Tumpahan minyak pada saat pengisian tanki dan buangannya (limbahnya) yang masuk ke dalam perairan akan membentuk lapisan film pada permukaan laut, mengalami emulsi atau mengendap dan diabsorpsi oleh

sedimen di dasar perairan. Minyak yang terabsorpsi oleh sedimen akan menutupi lapisan atas sedimen tersebut. Hal ini menyebabkan kandungan senyawa logam Cd pada sedimen di sekitar depot Pertamina soreang sangat tinggi.

Kandungan senyawa logam Cd juga tinggi pada Stasiun ke 4 disekitar pelabuhan nusantara Labukkang. Hal ini disebabkan oleh buangan sampah-sampah dari kapal penumpang yang biasanya berupa sisa-sisa makanan ringan yang mungkin mengandung Cd sebagai zat aditif, kaleng-kaleng bekas, cat dan kerangka besi kapal yang menggunakan Cd sebagai campuran logam meskipun hanya sedikit yang larut di dalam air. Sedangkan tumpahan bahan bakar dari kapal-kapal diduga juga memberikan kontribusi terhadap tingginya kandungan senyawa logam Cd pada daerah ini.

Kandungan senyawa logam Cd juga tinggi pada Stasiun 2, di sekitar pelabuhan barang Cappa' Ujung. Senyawa logam Cd pada Stasiun ini diduga berasal dari aktivitas kapal-kapal barang yang sering bongkar muat di pelabuhan tersebut selama sehari-hari, dari tumpahan bahan bakar kapal, dan dari limbah domestik yang berasal dari kota karena di sekitar tempat tersebut terdapat beberapa saluran pembuangan limbah perkotaan. Selain itu limbah yang berasal dari pasar Lakessi juga memberikan kontribusi yang cukup besar karena sampah-sampah dari pasar tersebut langsung dibuang ke laut dan itu terjadi setiap hari.

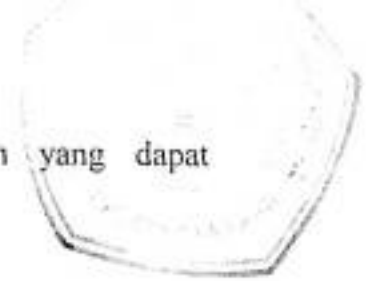
Konsentrasi logam kadmium yang terendah terdapat pada Stasiun ke-3 di perairan sekitar pasar senggol, yaitu sebesar 2,65 mg/kg berat kering sedimen). Hal ini dipengaruhi oleh tipe sedimennya, dimana menurut Supriharyono (1984) dalam Marganof (2003) logam berat cenderung terserap oleh sedimen yang mempunyai diameter yang relatif kecil dan permukaannya halus. Jika

dibandingkan dengan tekstur sedimen pada tiga Stasiun yang lain Stasiun ini tekstur sedimennya lebih kasar yaitu berupa lumpur berpasir sedangkan Stasiun yang lain berupa lumpur. Diduga sumber pencemaran senyawa logam Cd berasal dari pembuangan limbah dari pasar senggol dan dari pemukiman penduduk, karena senyawa logam Cd dapat digunakan sebagai pigmen dalam industri tekstil dan zat aditif pada makanan. Sedangkan limbah dari kapal-kapal yang lalu lalang di sekitar perairan tersebut mungkin hanya memberikan kontribusi yang kecil terhadap pencemaran.

Jika data penelitian ini dibandingkan dengan data penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Farida Idris (2005) dengan sampel air laut dengan metode yang sama, sedimen mengandung logam kadmium yang lebih tinggi dibandingkan air laut, yaitu antara 0,0040 - 0,0352 ppm untuk kandungan senyawa logam Cd dalam air laut sedangkan dalam sedimen antara 0,0522 - 0,1511 ppm atau 2,68 - 7,76 mg/kg berat kering sedimen. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tauhid Umar, dkk pada tahun 2001 yang membandingkan kandungan logam berat pada sedimen, biota laut dan air laut di Teluk Pare-Pare yang menyimpulkan bahwa kandungan logam berat lebih banyak pada sedimen kemudian biota laut (kerang) lalu pada air laut.

Logam kadmium merupakan racun yang dapat menyebabkan efek kronis jika terakumulasi dalam tubuh dengan konsentrasi yang tinggi. Menurut Febris dan Werner (1994), ambang batas logam kadmium dalam sedimen adalah 1 mg/kg berat kering sedimen dan dapat menimbulkan efek biologis pada konsentrasi di atas 8,6 mg/kg berat kering sedimen. Melihat data yang diperoleh, konsentrasi logam kadmium telah melebihi nilai ambang batas bahkan dalam taraf

mengkhawatirkan karena telah mendekati konsentrasi logam yang dapat menimbulkan efek biologis jika terakumulasi dalam tubuh.



4.3 Kondisi Perairan di sekitar Stasiun Pengambilan Sampel

Tabel 7: Data pengukuran parameter kualitas air di lapangan

Parameter	Titik Pengambilan Sampel							
	ST 1.1	ST 1.2	ST 2.1	ST 2.2	ST 3.1	ST 3.2	ST 4.1	ST 4.2
PH	7,5	7,4	7,6	7,6	7,4	7,5	7,4	7,5
Suhu (°C)	32	32	32	32	32	32	32	32
Kec. arus	Tenang	Cepat	Tenang	Cepat	Tenang	Cepat	Tenang	Cepat
Tekstur sedimen	lumpur	lumpur	lumpur	lumpur	Pasir berlumpur	Pasir berlumpur	lumpur	lumpur
Waktu sampling	16.16	16.55	15.15	15.30	15.45	15.50	15.15	15.27
Kedalaman (m)	10	9,5	15	15	12	15	17	17
Salinitas (%)	29,9	30	28,2	28,3	29,8	29,3	30,1	30,1

Keterangan : St = Stasiun

1 = Titik sampel berjarak ± 100 m dari daratan

2 = Titik sampel berjarak ± 500 m dari daratan

Terjadinya perbedaan kandungan logam tembaga dan kadmium pada setiap titik sampel dipengaruhi oleh beberapa faktor di atas, yaitu :

1. Derajat keasaman (pH)

Tingkat keasaman air laut mempengaruhi pengendapan logam dalam sedimen. Semakin tinggi nilai pH maka akan semakin mudah terjadi akumulasi logam. Dari data di atas pH air di sekitar Stasiun pengambilan sampel berkisar antara 7,4 – 7,6. Nilai ini masih berada dalam kisaran normal pH air laut yaitu 5,6 – 8,3. Oleh karena itu pada perairan sekitar pelabuhan Pare-Pare pH air laut kurang berperan dalam proses pengendapan atau akumulasi logam berat dalam sedimen.

2. Tekstur sedimen

Logam berat cenderung terserap pada sedimen yang mempunyai diameter relatif kecil dan memiliki permukaan yang halus, maka luas bidang penyerapannya pun akan lebih besar sehingga banyak logam berat yang terakumulasi. Konsentrasi logam berat yang tinggi umumnya ditemukan pada sedimen lumpur, lanau, pasir berlumpur daripada pasir (Supriharyono, 1984 dan Geyer, 1981).

Hal ini terbukti pada titik sampel yang teksturnya berupa lumpur memiliki kandungan logam berat yang lebih tinggi dibanding titik sampel yang teksturnya berupa pasir berlumpur.

3. Kecepatan arus

Tingginya kecepatan arus pada suatu daerah mempengaruhi distribusi logam berat. Titik sampel dengan arus yang lebih tenang memungkinkan pengendapan logam berlangsung lebih cepat. Sedangkan titik sampel dengan arus yang lebih cepat memungkinkan kandungan ion logam Cu yang telah mengendap pada sedimen tersuspensi kembali ke dalam air, karena sifat sedimen yang mudah tersuspensi oleh pergerakan massa air. Hal inilah yang menyebabkan kandungan logam berat Cu dan Cd pada beberapa Stasiun lebih tinggi pada titik yang dekat dengan daratan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN



5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kandungan ion logam tembaga dan kadmium pada sedimen di Perairan Sekitar Pelabuhan Pare-Pare, dapat disimpulkan bahwa :

1. Kandungan ion logam tembaga (Cu) dan kadmium (Cd) yang diperoleh masing-masing berkisar antara 21,77 mg/kg – 30,51 mg/kg berat kering sedimen untuk ion logam Cu dan 2,68 mg/kg – 7,76 mg/kg berat kering sedimen untuk ion logam Cd. Kandungan ion logam Cu dan Cd yang tertinggi pada Stasiun 1 di Sekitar Depot Pertamina Soreang dan terendah pada Stasiun 3 di sekitar Perairan Pasar Senggol.
2. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan ion logam Cu dan Cd masih berada dibawah nilai ambang batas yang dapat menimbulkan efek biologis bagi makhluk hidup, yaitu 200 mg/kg untuk logam Cu dan 8,6 mg/kg berat kering sedimen untuk ion logam Cd. Akan tetapi konsentrasi ion logam Cd sudah menghampiri nilai tersebut di atas, sehingga sangat mengkhawatirkan.

5.2 Saran

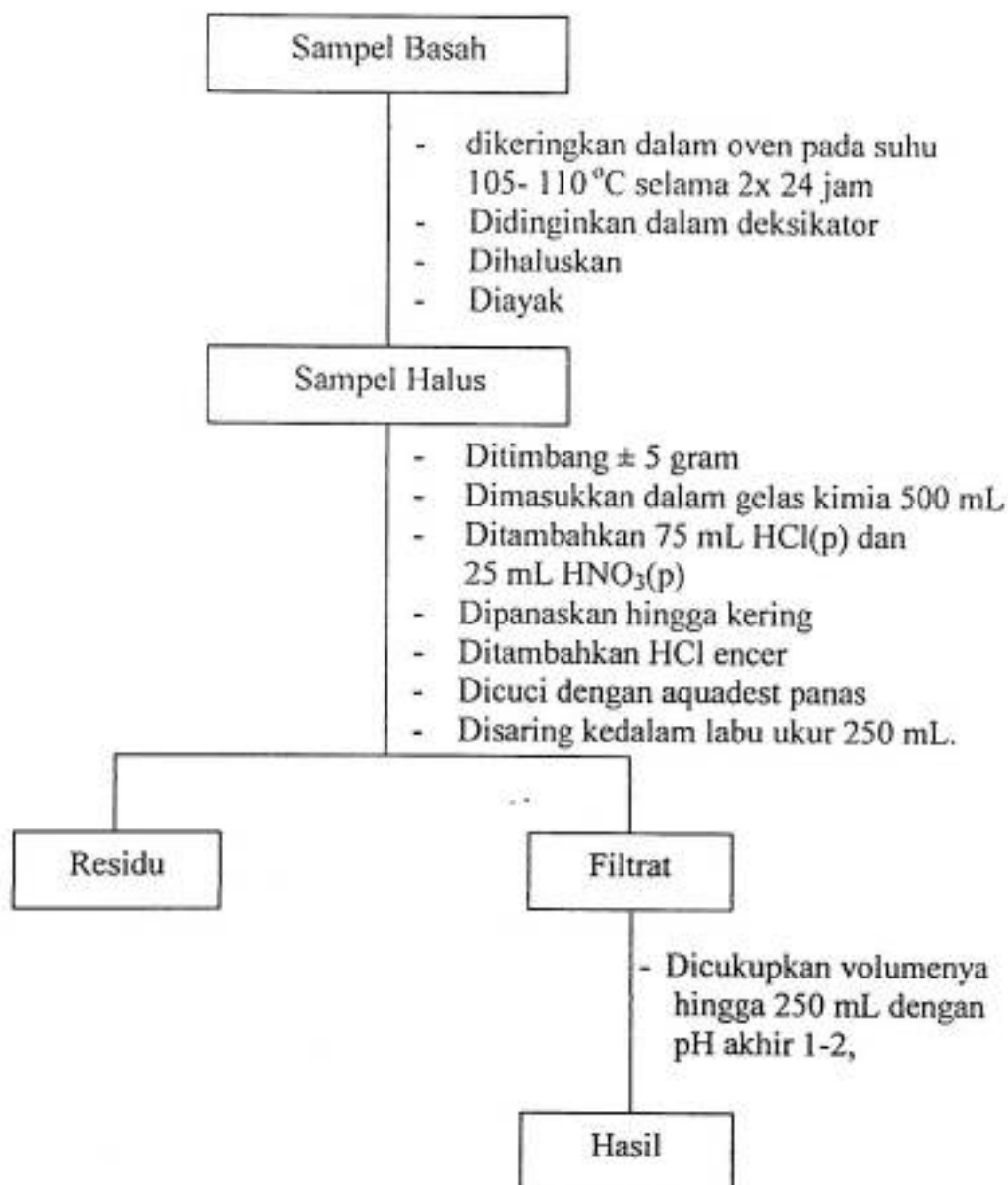
Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut secara menyeluruh meliputi sampel sedimen, biota laut, dan air laut dengan variasi waktu pengambilan sampel dan meliputi lokasi yang lebih luas dengan metode yang sama, yaitu metode adisi standar agar hasilnya lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

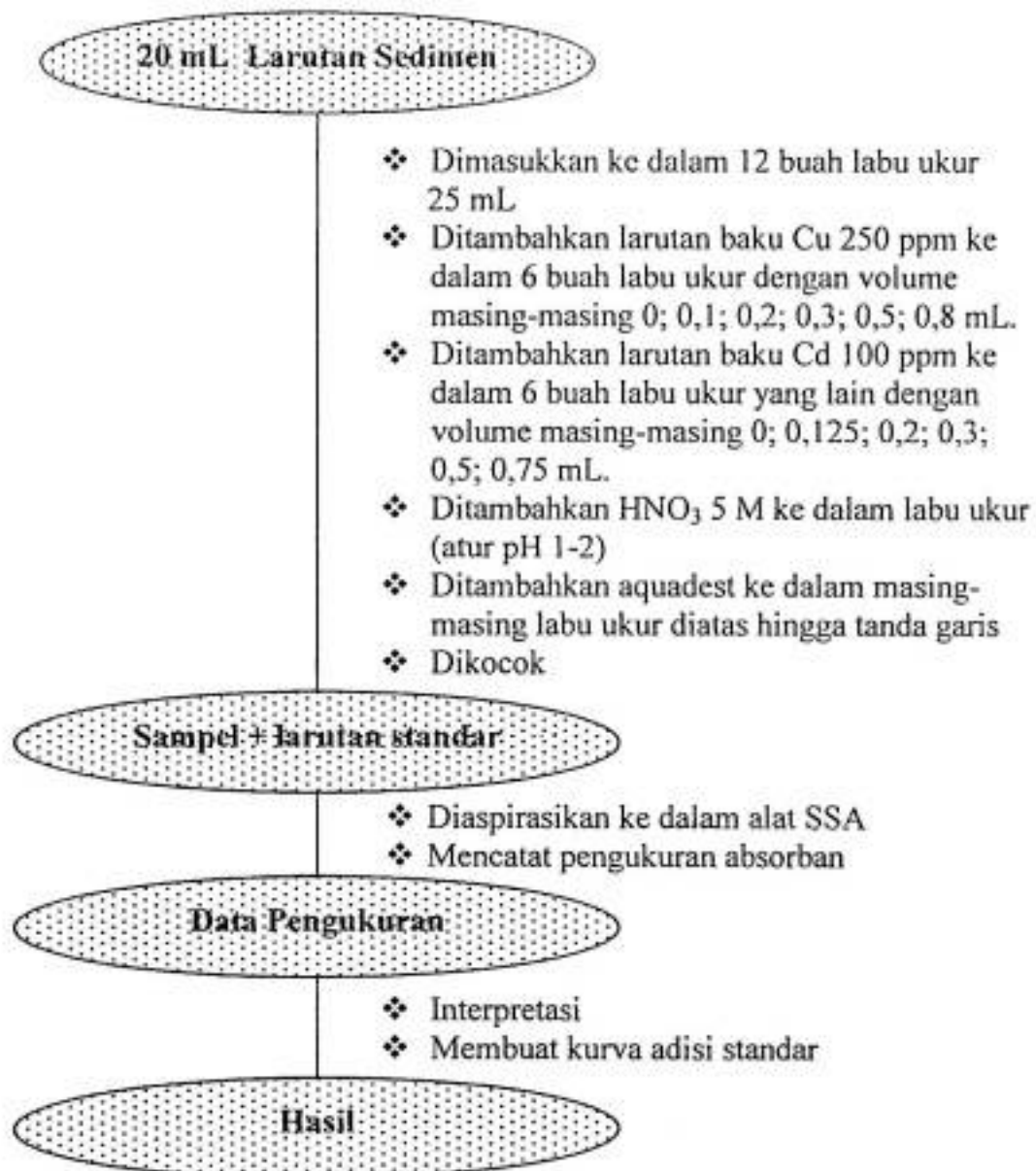
- Anonim., 2001, *Mangrove Jenis Api-Api (Avicenia marina) Alternatif Pengendalian Pencemaran Logam Berat Pesisir* ([http://www.terranel.or.id/tulisan detil.php id?=1300](http://www.terranel.or.id/tulisan%20detil.php?id=1300)).
- Asiah, Lahtiasi, S., Retnaningsih, D., 1998, *Pemantauan Sebaran Limbah Senyawa Organotin dan Logam Berat pada Daerah Pelabuhan*, (<http://www.disperindag-jabar.go.id/artman/publish/article-1116.html>), diakses 3 januari 2005.
- Connel., 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 Journal of Enviromental Pollution*, Kluwer Academic Publisher.
- Darmono., 1995, *Logam Dalam Sistem Biologi makhluk Hidup*, UI-Press, Jakarta.
- Febris,G.J dan Werner,G.F., 1994, *Characterization Of Toxicants in Sedimen From Port Philip Bay* : Metal Departemen of Conservation and Metal Resourcers Melbourne, Australia.
- Frank, C. Lu., 1995, *Toksikologi Dasar*, Edisi ke-2, UI-Press, Jakarta.
- Geyer, R. A., 1993, *Marine Enviromental Pollution 2*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam Oxford New York.
- Hadisuwoyo, M., 1990, *Analisis Spektroskopi Serapan Atom*, Laboratorium Kimia Analitik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Harisal., 2001, *Pola Sebaran Sedimen di Sekitar Perairan Muara Sungai Tallo Kec. Ujung Tanah kota Makassar*, Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas hasanuddin, Makassar.
- Herwati., 2004, *Analisis Kadar Cu dan Cd pada Sedimen Muara Sungai Tallo Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar, Makassar.
- Hutabarat, S dan Evans., S. M, 1984, *Pengantar Oseonografi*, UI-Press, Jakarta.
- Marganof., 2003. *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbai. Kadmium dan Tembaga) di Perairan*, (http://rudycet.topcities.com/ppp702_71034/marganof.htm), diakses 21 Desember 2004.

- Noor, A., 2002, *Monograf Kimia Analisis Unsur Runtut*, Edisi ke-2, Yayasan Mitra Sains Indonesia, Makassar.
- Palar, H., 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Qadar, Syamsul., 2000, *Analisis Logam Berat Cu, Zn, dan Pb pada Lamun (Halodule unenversis) di Perairan Pulau Baranggaddi Kotamadya Makassar*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Ressa, R., 2003, *Analisis Kandungan Logam Berat Cd dan Cu Pada Kerang Draht Anadara Granosa yang dipasarkan di Kota Makassar*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Safei, N., 2002, *Analisis Kandungan Logam Mn, Cu, dan Zn Pada Kerang Darah Anadara Granosa di Perairan Galangan Kapal Makassar*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Siahainena, L., 2001, *Pencemaran Laut, Dampak dan Penanggulangannya*, (<http://www.republika.co.id/suplemen/cetak-detail.asp?mid=2&id=1618197kat-id=105&kat-id=204>), diakses 25 maret 2004.
- Suhendrayatna., 2001, *Bioremoval Logam Berat dengan menggunakan Mikroorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan*, (<http://www.istecs.org/publication/Japan/010211-Suhendrayatna.PDF>), diakses 10 Desember 2004).
- Svehla. G., 1985, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, Edisi ke-5, PT. Kalman Media Pustaka Jaya, Jakarta.
- Tompodung, R., 2000, *Analisis kandungan Logam Timbal, Tembaga, Besi, Nikel dan Kadmium Dalam Lumpur Diperairan Teluk Buyat*, (<http://digilib.itb.ac.id/go.php?id=saptunrat-gdl-res-2000-rommy-1965>), diakses 5 januari 2005.
- Umar, M. T., dkk., 2001, *Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen dan Kerang Marcia sp. di Teluk Pare-Pare, Sulawesi Selatan*, Vol. 2, (2), (<http://www.pascaunhas.net/jurnal-pdf/Sci-2-2/tauhid-pdf>), diakses 28 Desember 2004.
- Wahab, W dan Ramang, M., 1990, *Teori dan Aplikasi Cara-Cara Optik Untuk Analisis Kimia*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Wahab, W., 2004, *Studi Perbandingan Kurva Kalibrasi, Metoda Adisi Standar Tunggal dan Adisi Standar Berganda Untuk analisa Boron dengan Cara Spektrofotometri Serapan Atom*, (<http://digilib.itb.ac.id.php?jbptitbpp-gdl-s2-1982-abdwahidwa-1734>), diakses 11 Februari 2005.

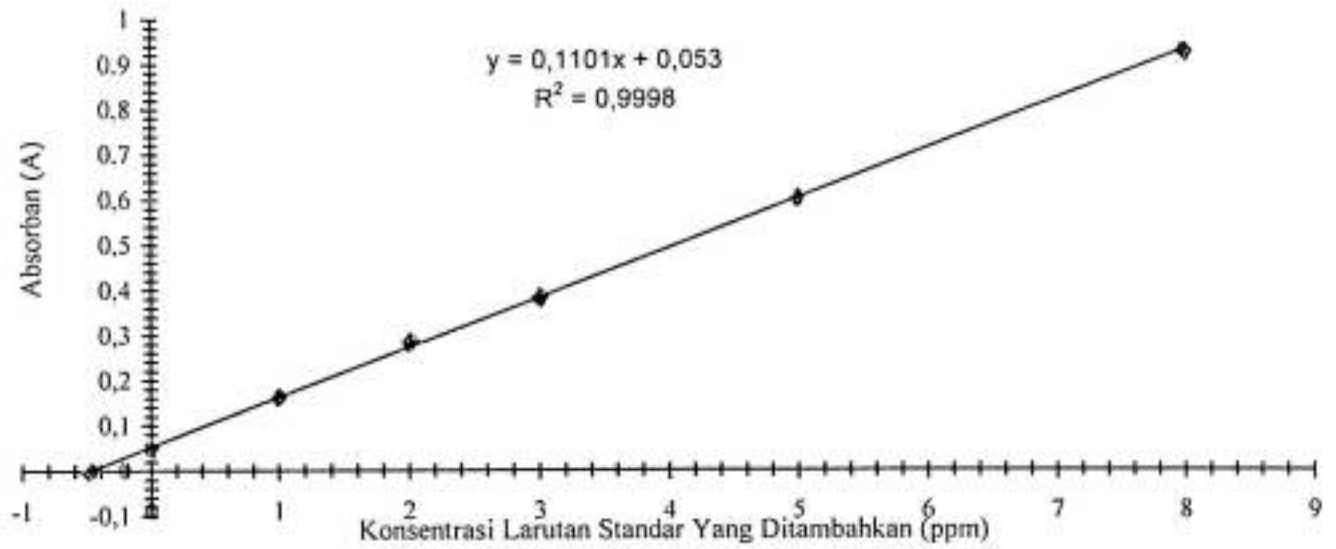
Lampiran 1. Bagan Kerja Preparasi Sampel Sedimen



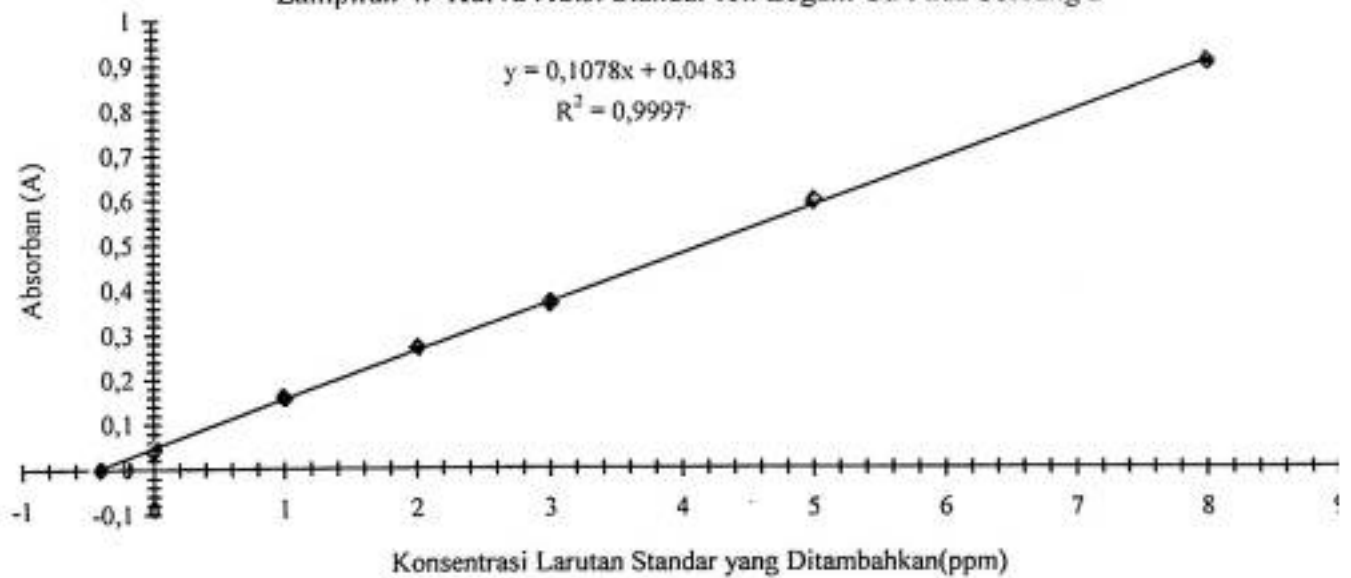
Lampiran 2. Bagan Kerja Analisis Ion Logam Cd Dan Cu Dengan Metode Adisi Standar



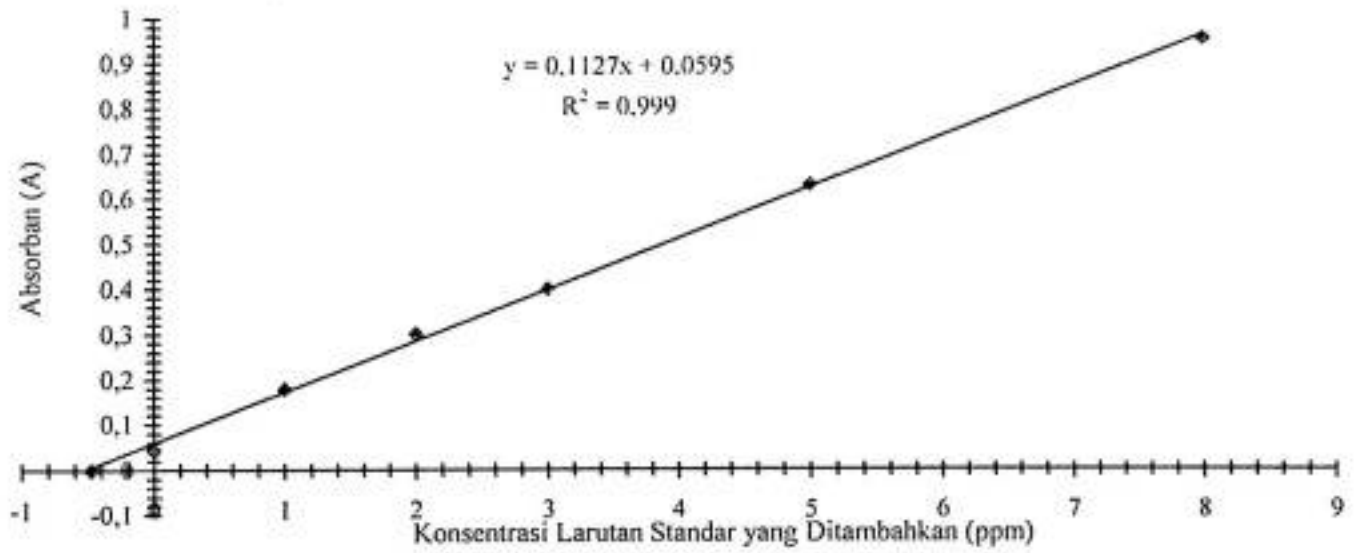
Lampiran 3. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cu Pada Soreang 1



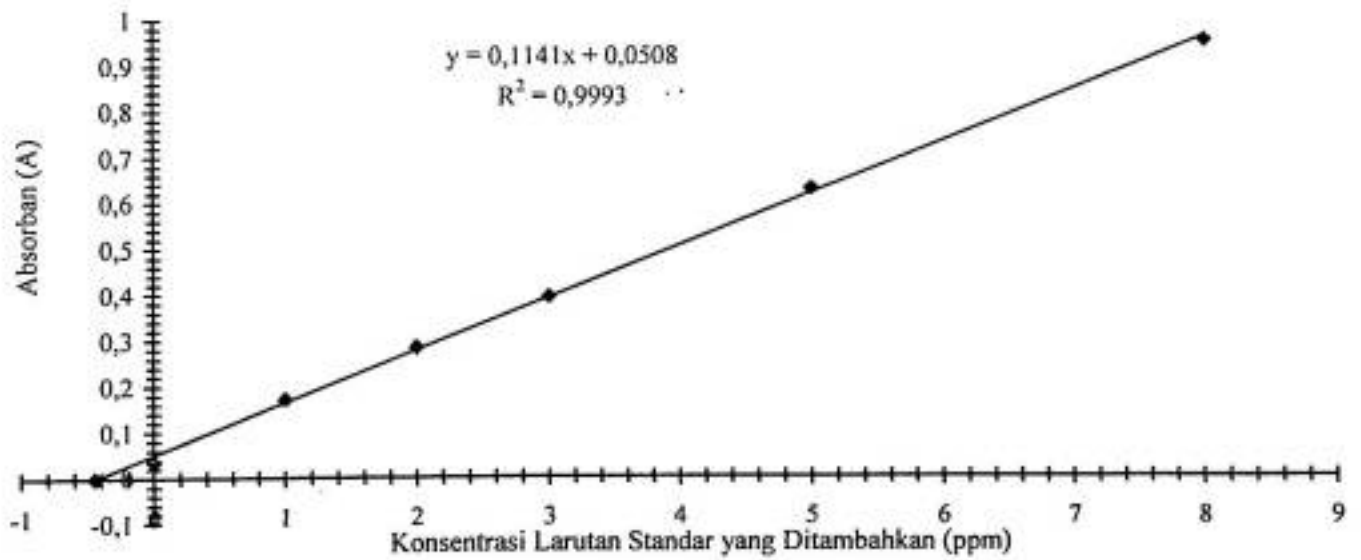
Lampiran 4. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cu Pada Soreang 2



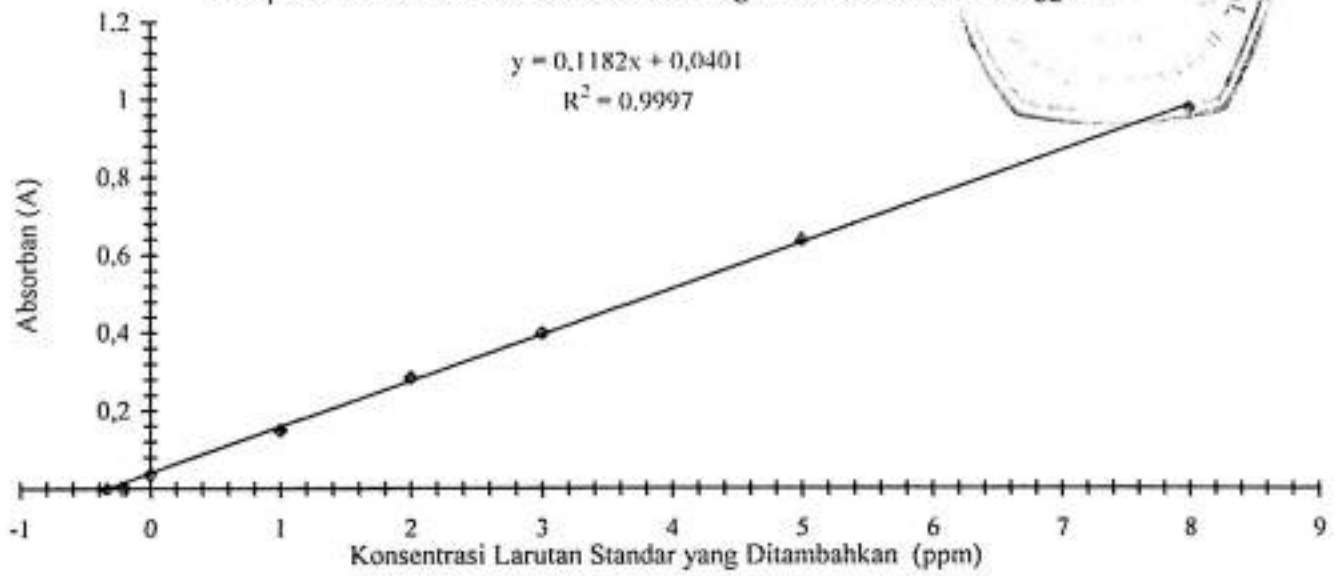
Lampiran 5. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cu Pada Cappa' Ujung 1



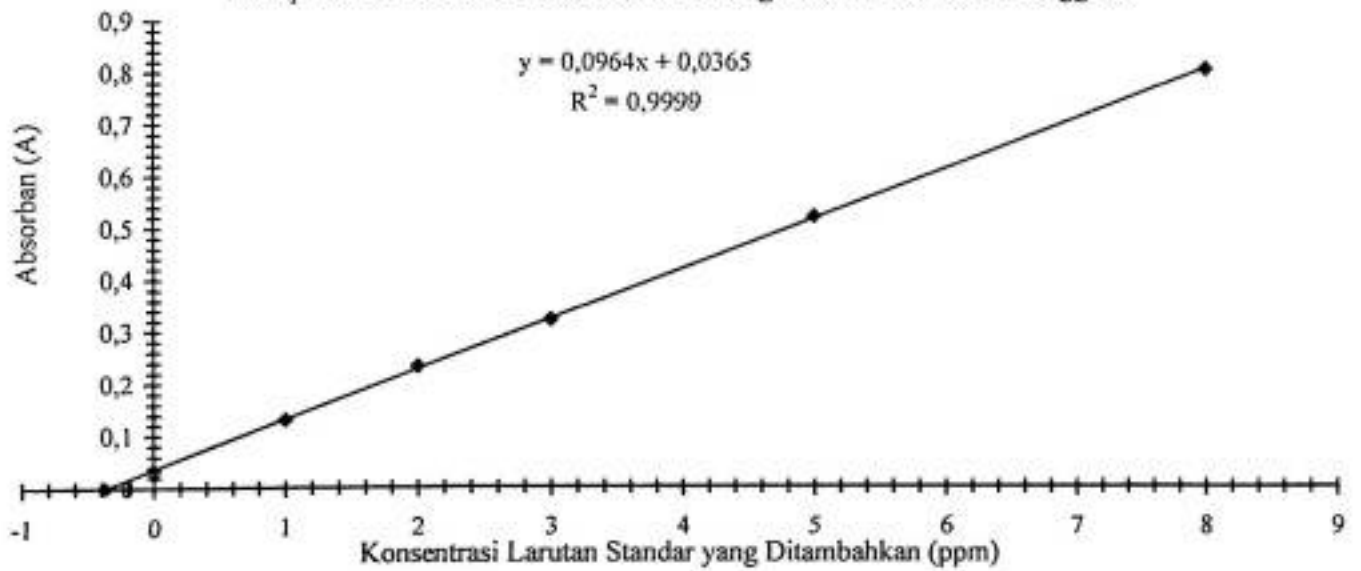
Lampiran 6. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cu Pada Cappa' Ujung 2



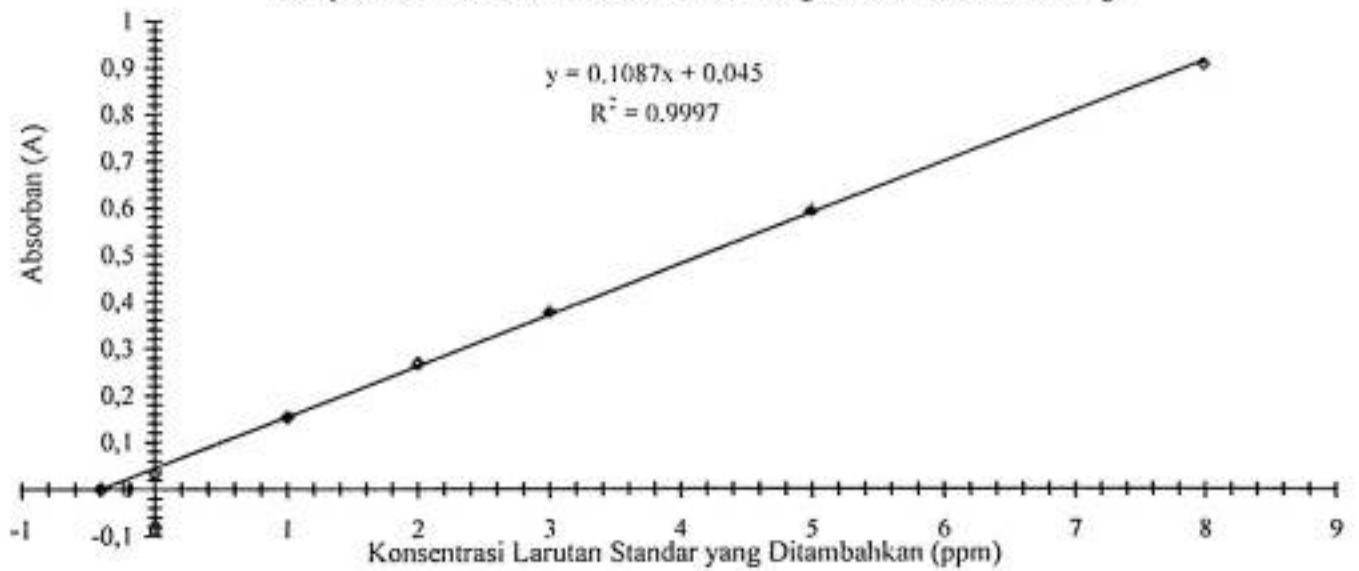
Lampiran 7. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cu Pada Pasar Senggol 1



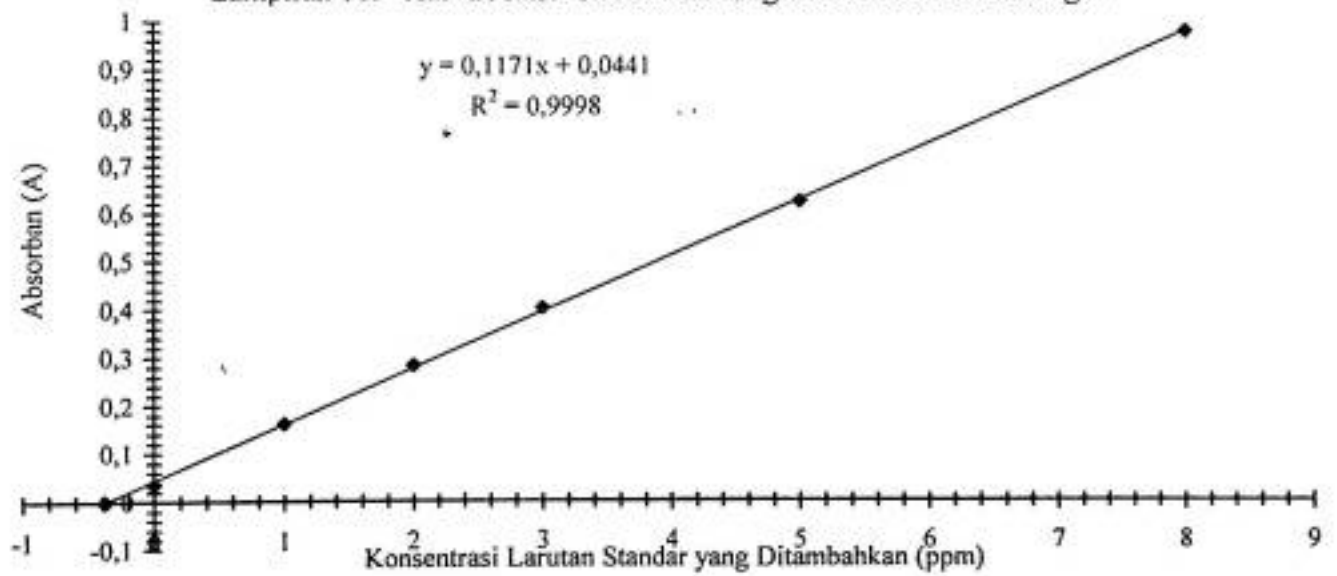
Lampiran 8. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cu Pada Pasar Senggol 2



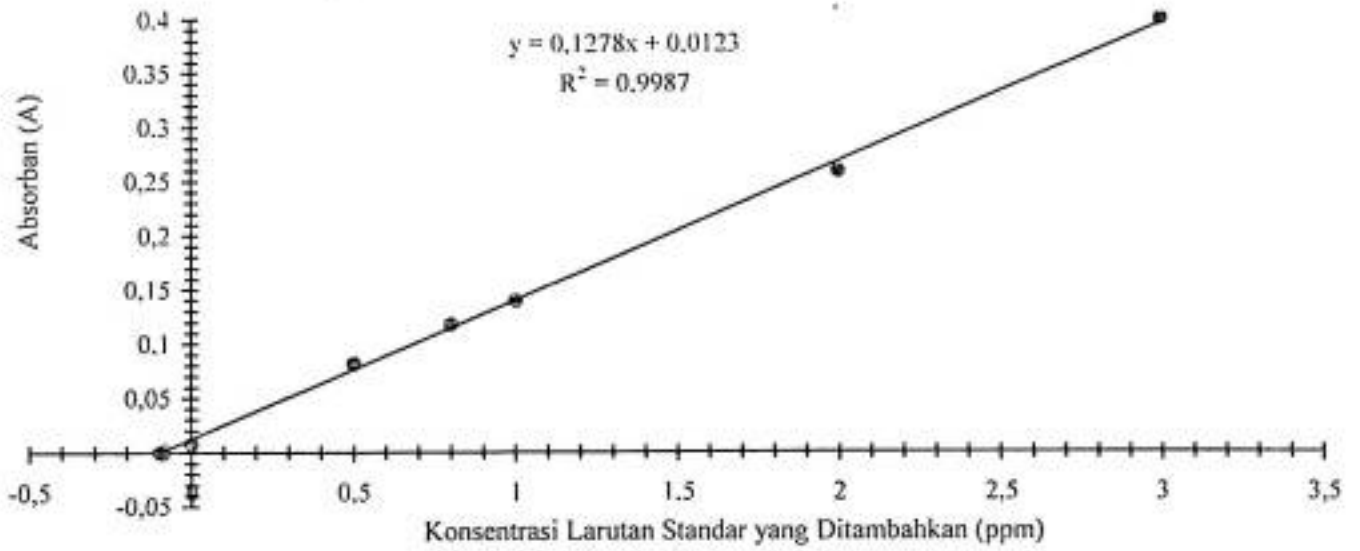
Lampiran 9. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cu Pada Labukkang 1



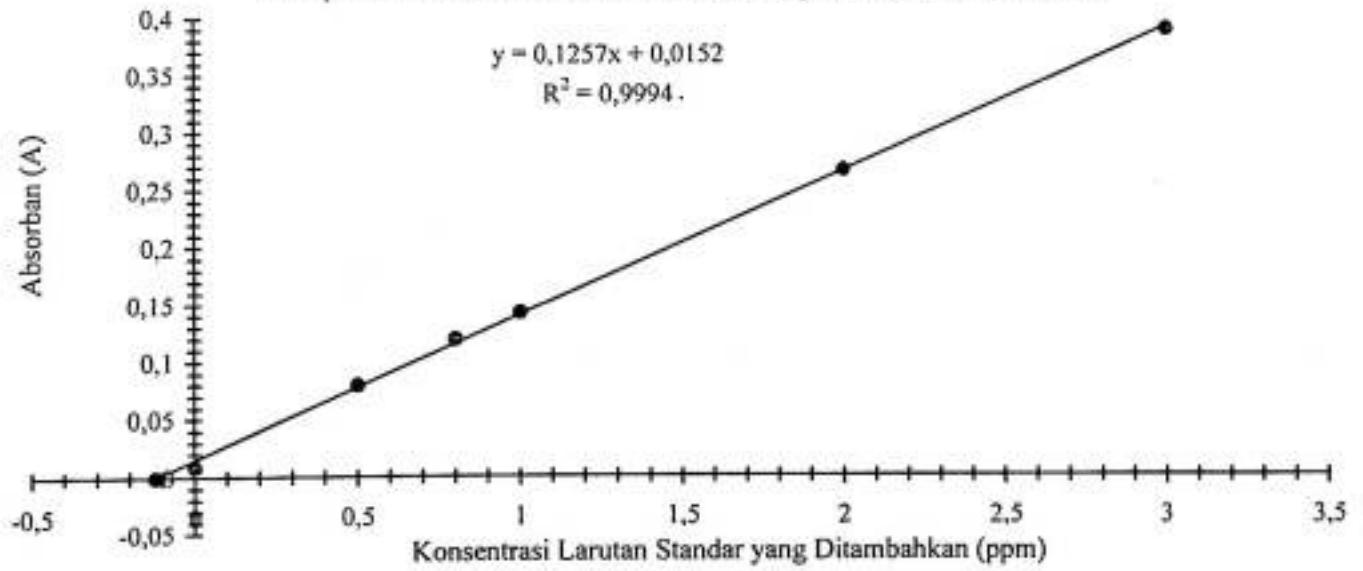
Lampiran 10. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cu Pada Labukkang 2



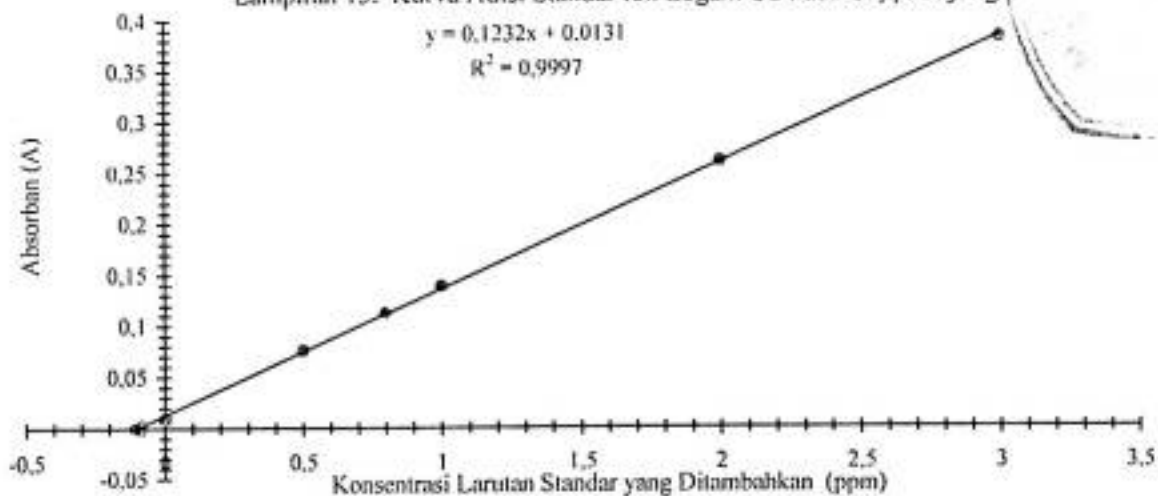
Lampiran 11. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cd Pada Soreang 1



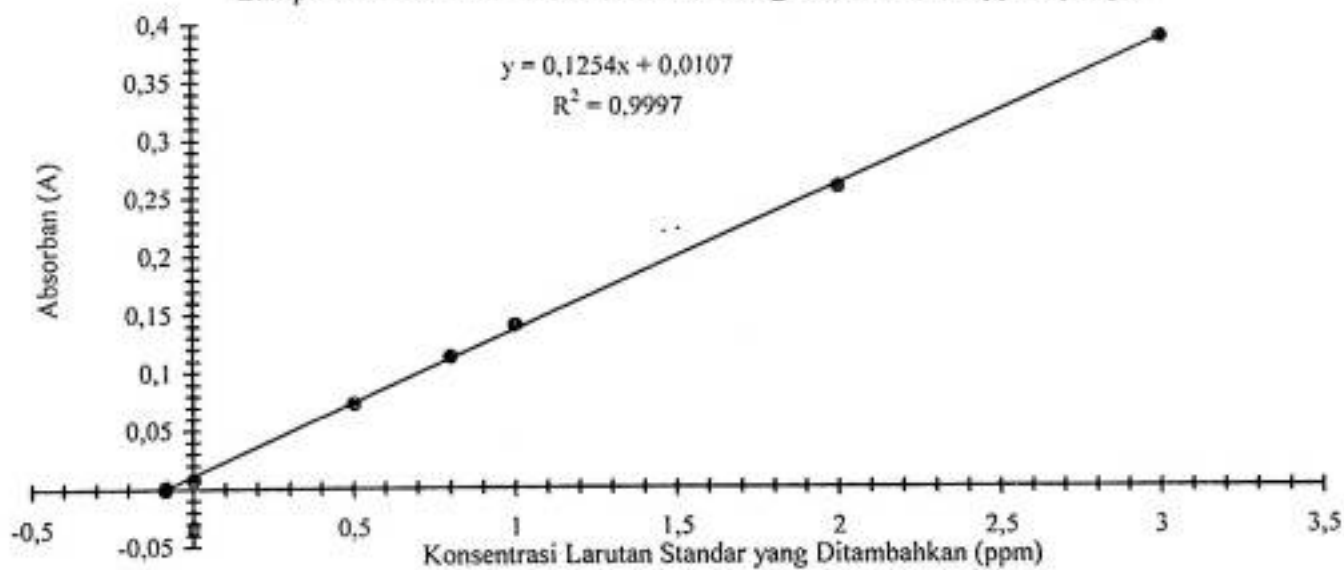
Lampiran 12. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cd Pada Soreang 2



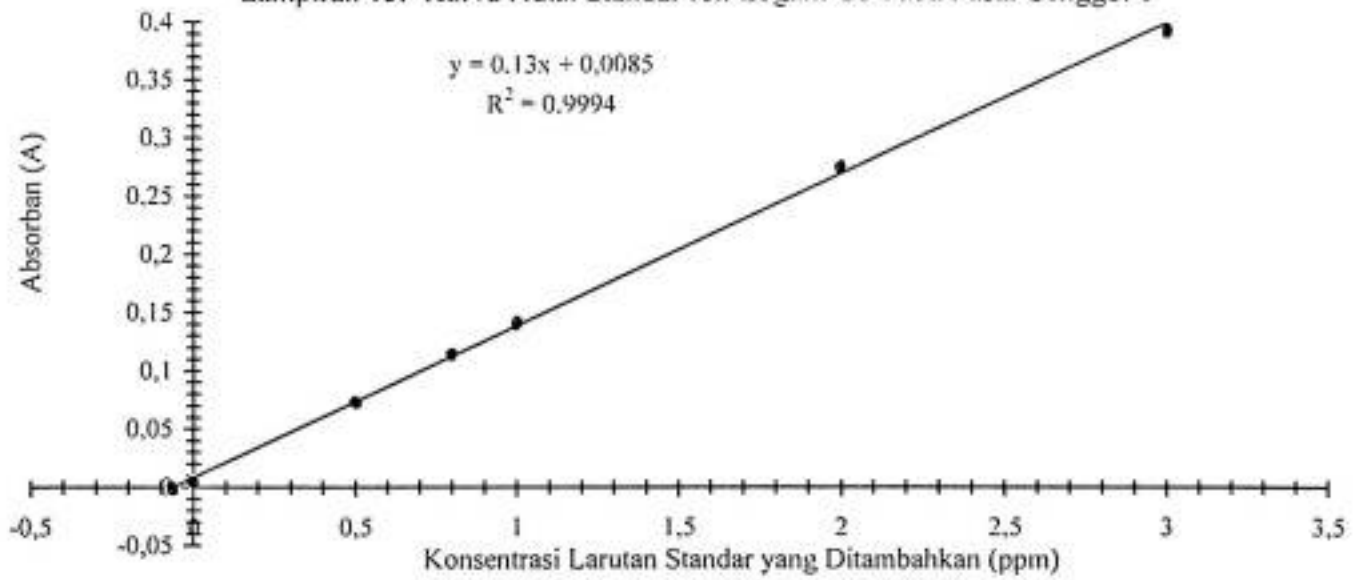
Lampiran 13. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cd Pada Cappa' Ujung 1



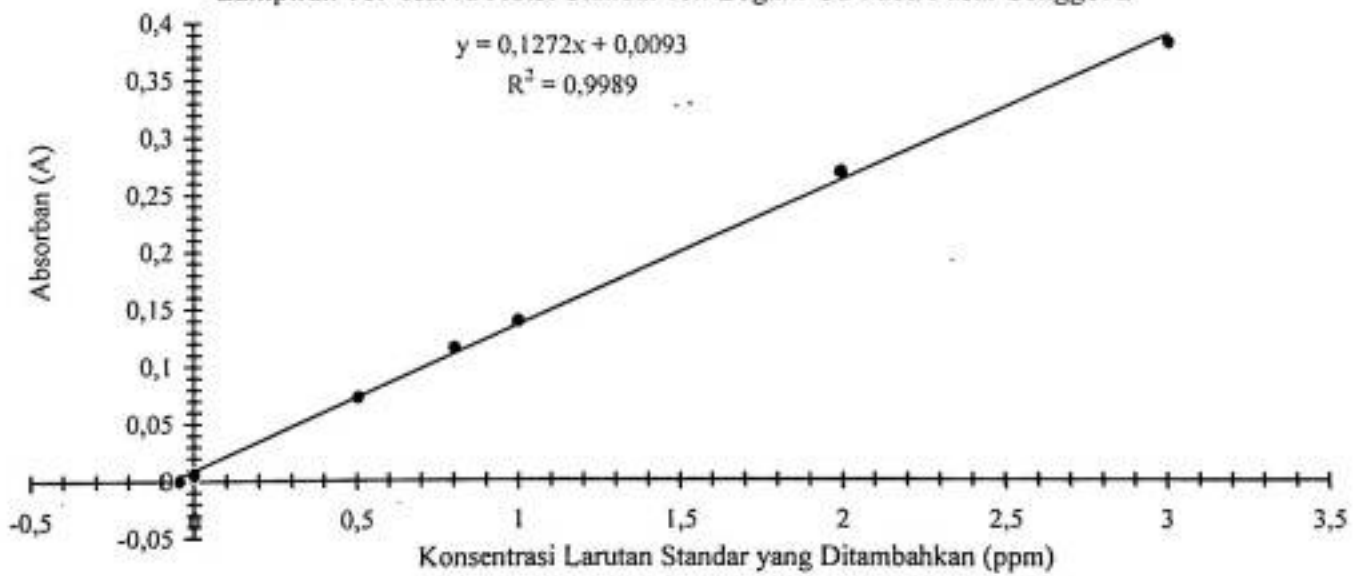
Lampiran 14. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cd Pada Cappa' Ujung 2



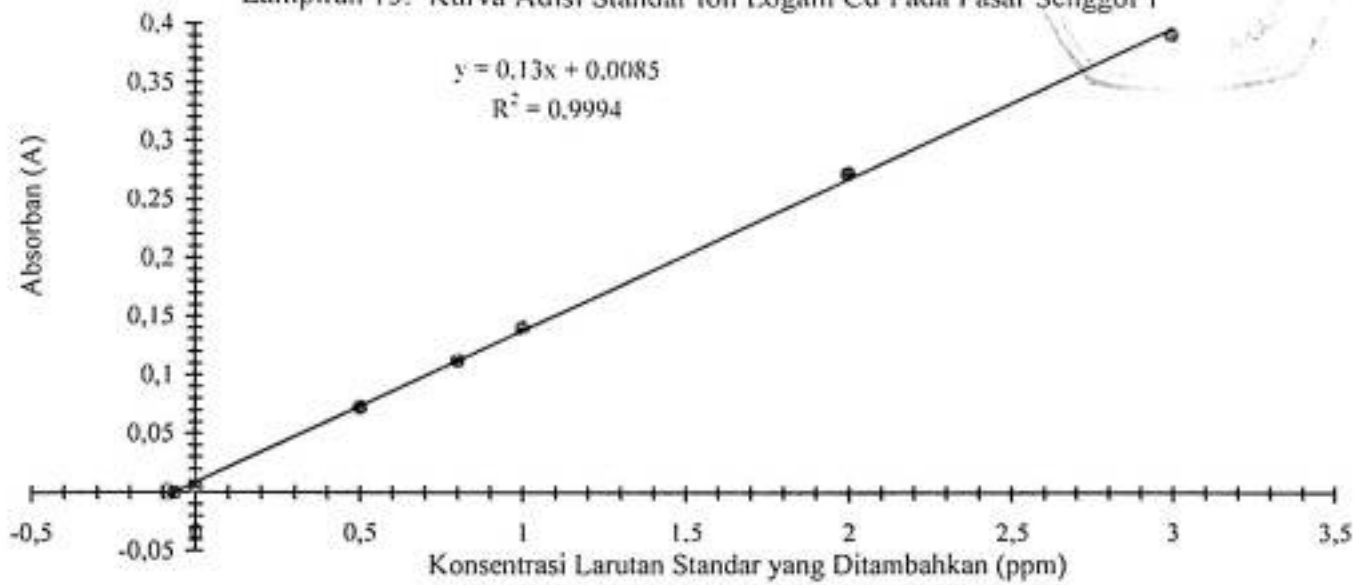
Lampiran 15. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cd Pada Pasar Senggol 1



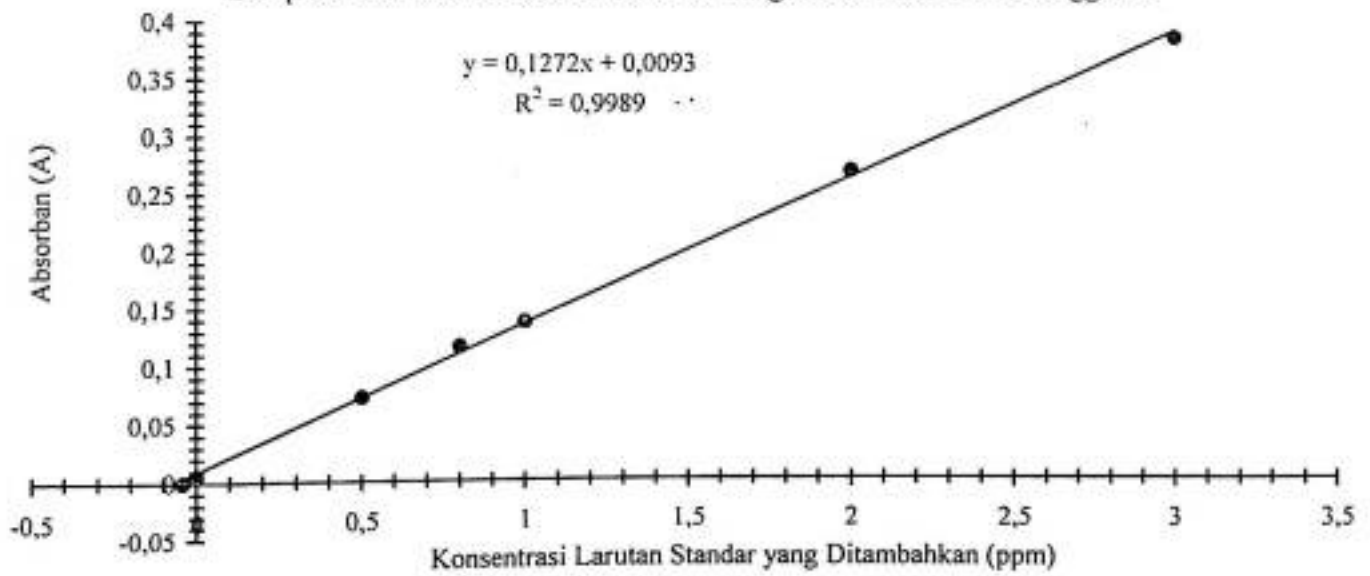
Lampiran 16. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cd Pada Pasar Senggol 2



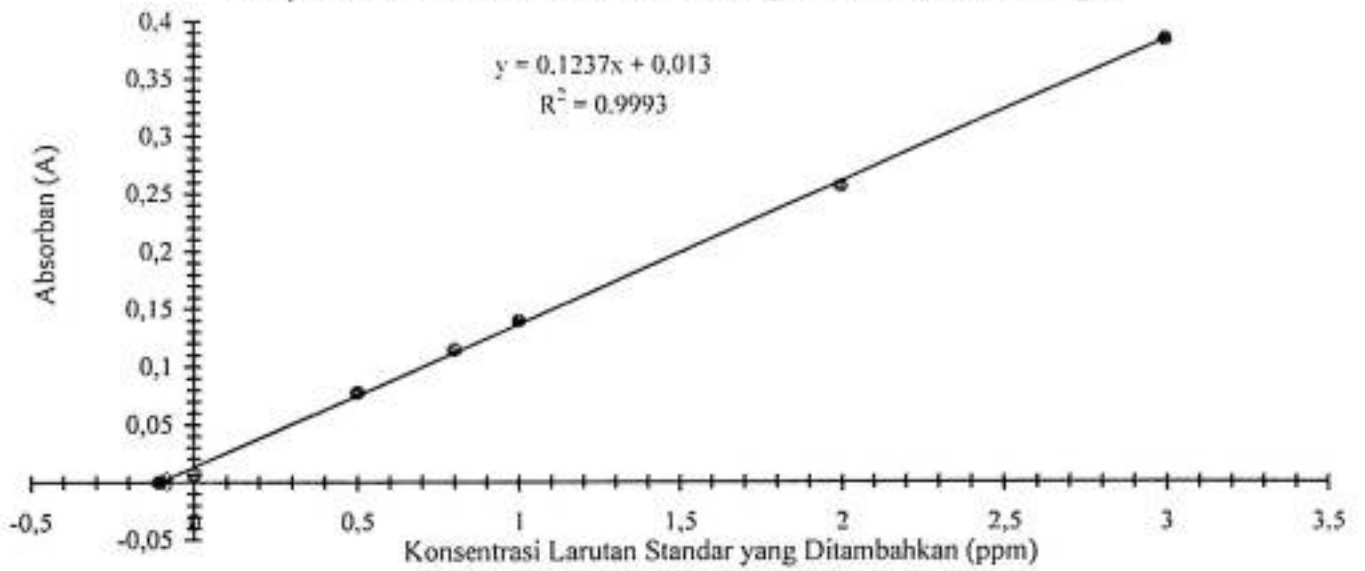
Lampiran 15. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cd Pada Pasar Senggol 1



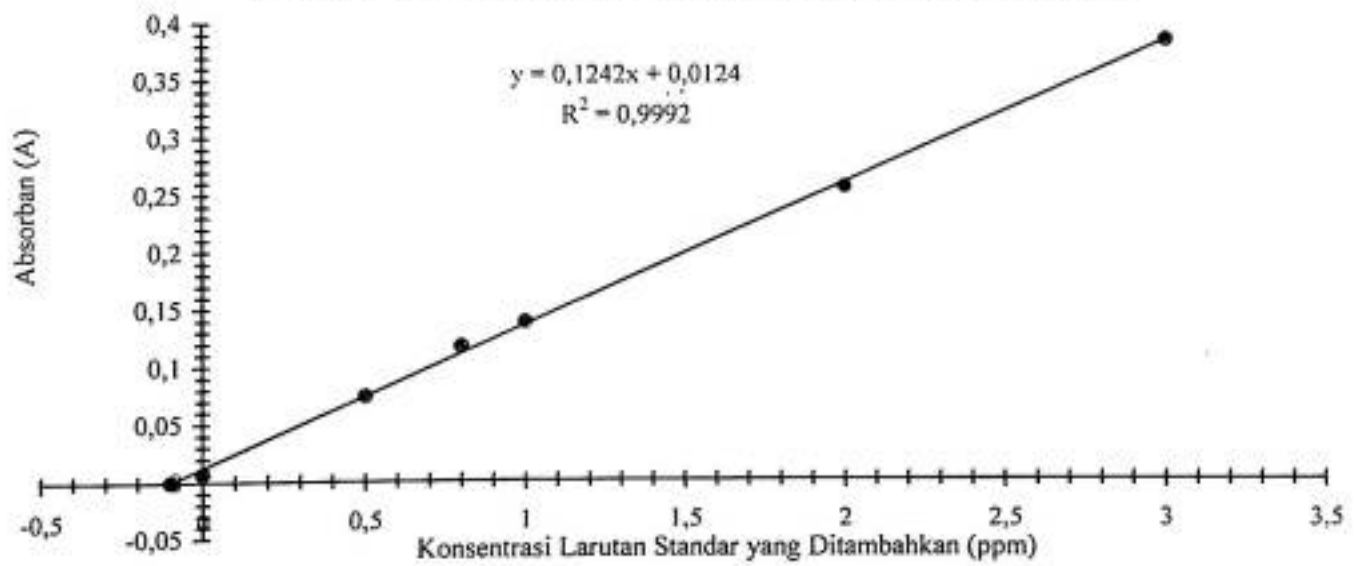
Lampiran 16. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cd Pada Pasar Senggol 2



Lampiran 17. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cd Pada Labuk kang 1



Lampiran 18. Kurva Adisi Standar Ion Logam Cd Pada Labuk kang 2



Lampiran 19. Contoh Perhitungan Pembuatan Larutan Baku Induk Logam Cu

1000 ppm

$$\begin{aligned} \text{ppm} &= \frac{\frac{\text{Mr CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}{\text{Ar Cu}} \times 1000 \text{ mg/L}}{1000 \text{ mL}} \\ &= \frac{\frac{249,55 \text{ g/mol}}{63,55 \text{ g/mol}} \times 1 \text{ g/L}}{1 \text{ L}} \\ &= 3,9268 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

Lampiran 20. Contoh Perhitungan Persamaan Garis Regresi Linear Logam Cu

Contoh perhitungan pada data logam Cu di stasiun I titik 1 :

Konsentrasi (mg/L) (x)	Absorban (y)	x.y	x ²	y ²
0	0,048	0	0	0,0023
1	0,163	0,163	1	0,0265
2	0,283	0,566	4	0,0800
3	0,382	1,146	9	0,1459
5	0,602	3,010	25	0,3624
8	0,933	7,464	64	0,8704
$\Sigma = 19$	$\Sigma = 2,411$	$\Sigma = 12,349$	$\Sigma = 103$	$\Sigma = 1,4515$

$$y = ax + b$$

➤ Nilai a dihitung dengan menggunakan persamaan 5, sehingga diperoleh nilai

$$a = 0,0110$$

➤ Nilai b dihitung dengan menggunakan persamaan 6, sehingga diperoleh nilai

$$b = 0,0533$$

Jadi, persamaan garis linear : $y = 0,0533x + 0,0110$

Lampiran 21. Contoh Perhitungan Persamaan Garis Regresi Linear Logam Cd

Contoh perhitungan pada data logam Cd di stasiun I titik 1 :

Konsentrasi (mg/L) (x)	Absorban (y)	x.y	x ²	y ²
0	0,008	0	0	6,4 x 10 ⁻⁴
0,5	0,082	0,041	0,25	6,724 x 10 ⁻²
0,8	0,118	0,094	0,64	0,0139
1	0,140	0,140	1	0,0196
2	0,259	0,518	4	0,0670
3	0,400	1,200	9	0,1600
Σ = 7,3	Σ = 1,007	Σ = 1,9934	Σ = 14,89	Σ = 0,2672

$$y = ax + b$$

- Nilai a dihitung dengan menggunakan persamaan 5, sehingga diperoleh nilai

$$a = 0,1278$$

- Nilai b dihitung dengan menggunakan persamaan 6, sehingga diperoleh nilai

$$b = 0,0122$$

Jadi, persamaan garis linear : $y = 0,0122x + 0,1278$

Lampiran 22. Penentuan Konsentrasi Logam Berat Pada Sedimen dalam mg/L

1). Konsentrasi logam Cu (Cx) pada sedimen dalam mg/L

Titik Sampel	Konsentrasi logam Cu Semula	Konsentrasi logam Cu sebenarnya
Soreang 1	0,4737	0,5921
Soreang 2	0,4316	0,5395
Cappa' Ujung 1	0,4779	0,5973
Cappa' Ujung 2	0,4452	0,5565
Pasar Senggol 1	0,3766	0,4707
Pasar Senggol 2	0,3392	0,4240
Labukkang 1	0,4139	0,5173
Labukkang 2	0,3786	0,4732

2). Konsentrasi logam Zn (Cx) pada sedimen dalam mg/L

Titik Sampel	Konsentrasi logam Cd Semula	Konsentrasi logam Cd sebenarnya
Soreang 1	0,0962	0,1202
Soreang 2	0,1209	0,1511
Cappa' Ujung 1	0,1063	0,1328
Cappa' Ujung 2	0,0853	0,1066
Pasar Senggol 1	0,0653	0,0816
Pasar Senggol 2	0,0418	0,0522
Labukkang 1	0,1050	0,1312
Labukkang 2	0,0998	0,1247

➤ Contoh perhitungan konsentrasi logam (Cx) semula dalam sampel :

Dari grafik kurva adisi standar diperoleh persamaan :

$$y = ax + b$$

$$y = 0,1274x + 0,0129$$

jika $y = 0$, maka :

$$x = \frac{0 - 0,0129}{0,1274}$$

$$x = -0,0962$$

$$-x = Cx$$

$$Cx = 0,0962 \text{ mg/L}$$

➤ Contoh perhitungan konsentrasi logam (Cx) sebenarnya dalam sampel :

Dari nilai Cx yang diperoleh selanjutnya dikalikan dengan Faktor pengenceran (Fp).

$$Fp = 25/20 \quad (\text{dalam labu ukur 25 mL terdapat 20 mL sampel sedimen})$$

$$Cx = 0,0962 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, nilai Cx sebenarnya} &= 0,0962 \text{ mg/L} \times 25/20 \\ &= 0,1202 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Lampiran 23. Contoh Perhitungan Konversi Satuan (mg/L) Ke mg/kg Berat Kering Sedimen

Konsentrasi logam berat (Cx) dalam mg/L yang diperoleh dikonversi ke dalam mg/kg berat kering sedimen dengan menggunakan persamaan (3).

Dik. Konsentrasi sampel (c) = 0,1202 mg/L

Volume sampel (b) = 250 mL = 0,25 L

Berat sampel (a) = 5 g = 5×10^{-3} kg

Kbk = 1,0305

Penyelesaian :

$$y = \frac{0,25 \text{ L} \times 0,1202 \text{ mg/L}}{5 \times 10^{-3} \text{ kg}} \times 1,0305$$

$$y = 6,1933 \text{ mg/kg berat kering sedimen}$$

Lampiran 24. Perhitungan Kadar Air Dan Koreksi Bahan Kering (kbb)

Dalam perhitungan kadar air digunakan persamaan (2) dan perhitungan kbb digunakan persamaan (3). Adapun nilai hasil perhitungan kadar air dan kbb untuk masing-masing lokasi pengambilan sampel adalah sebagai berikut :

Titik Sampel	Berat Cawan Kosong (gram)	Berat Cawan Stl Dipanaskan (gram)	% Kadar Air	Koreksi Bahan Kering
ST I.1	5,7372	7,6779	2,965	1,0305
ST I.2	5,7823	7,7300	2,615	1,0268
ST II.1	5,7372	7,6959	2,065	1,0210
ST II.2	5,7071	7,6394	3,115	1,0321
ST III.1	5,7172	7,6886	1,430	1,0145
ST III.2	5,6819	7,6295	2,620	1,0269
ST IV.1	5,7974	7,7308	3,330	1,0344
ST IV.2	5,6258	7,5751	2,535	1,0260

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar Air (KA)} &= \frac{(5,7372 + 2) \text{ g} - 7,6779 \text{ g}}{2 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 2,965 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Bahan Kering (kbb)} &= \frac{100}{100 - \% \text{ KA}} \\ &= \frac{100}{100 - 2,965 \%} \\ &= 1,0305 \end{aligned}$$

Lampiran 25. Petunjuk Kualitas Sedimen

PETUNJUK KUALITAS SEDIMEN DALAM mg/kg
BERAT KERING SEDIMEN

UNSUR	KONSENTRASI MAKSIMUM YANG DAPAT DITERIMA	KONSENTRASI MUNGKIN MENIMBULKAN EFEK
Cd	1	8,6
Cr	51	230
Cu	30	200
Sn	60	200
Fe	4,7	Tidak diketahui
Mn	650	Tidak diketahui
Ni	26	60
Pb	33	170
Zn	70	180
As	3,24	70
Hg	0,15	14

Sumber : Febris,G.J dan Werner,G.F, 1994, *Characterization Of Toxicants in Sedimen From Port Philip Bay* : Metal Departemen of Conservation and Metal Resourcers Melbourne, Australia

Lampiran 26. Kondisi Peralatan SSA

No.	Parameter	Cu	Cd
1.	Panjang gelombang	324,8 nm	228,8 nm
2.	Kuat Arus	7 mA	5,0 mA
3.	Lebar celah	1,0 nm	1,0 nm
4.	Komposisi nyala	Udara-asetilen	Udara-asetilen
5.	Laju aliran udara	13,5 L/min	13,5 L/min
6.	Laju aliran asetilen	2,0 L/min	2,0 L/min

