



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Fe, Cu, Pb dan Cd
DALAM SEDIMEN SEKITAR KERAMBA JARINGAN APUNG DI
PERAIRAN DANAU MANINJAU**

SKRIPSI



**FITRA RAHMI
06 932 020**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2011**

Analisis Kandungan Logam Berat Fe, Cu, Pb dan Cd Dalam Sedimen Sekitar Keramba Jaring Apung Di Perairan Danau Maninjau

Oleh:

Fitra Rahmi (06932020), Drs. Zamzibar Zuki, MP*, Yulizar Yusuf, MS**

*Pembimbing I **Pembimbing II

UNIVERSITAS ANDALAS

Abstrak

Penelitian tentang analisis kandungan logam berat Fe, Cu, Pb dan Cd dalam sedimen disekitar keramba jaring apung di perairan Danau Maninjau telah dilakukan. Sampel sedimen diambil pada 7 titik di lokasi dimana terdapat keramba jaring apung. Selanjutnya sampel didestruksi dengan HNO_3 dan H_2O_2 kemudian kandungan logam diukur dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Dari hasil analisis sampel sedimen Danau Maninjau diperoleh kandungan logam Fe berkisar antara 772,77 – 946,78 ppm, logam Cu berkisar antara 447,92 – 531,44 ppm, logam Pb berkisar antara 356,81 – 483,47 ppm dan logam Cd berkisar antara 249,68 – 318,95 ppm. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa keempat logam telah melampaui ambang batas yang telah ditetapkan oleh Roseau National d Observation.

Kata kunci : *logam berat, metoda nyala AAS, sedimen,destruksi.*

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah serta kurnia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisis Kandungan Logam Berat Fe, Cu, Pb dan Cd Dalam Sedimen Sekitar Keramba Jaring Apung Di Perairan Danau Maninjau”**. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sain pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak lain secara moril maupun materil. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Zamzibar Zuki, MP selaku pembimbing I dan Bapak Yulizar Yusuf, MS selaku pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberikan bimbingan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sebuah kesempurnaan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Akhirul kalam, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat menambah khasanah keilmuan bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Padang, Mei 2011

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sedimen	4
2.2 Logam Berat	5
2.2.1 Besi (Fe)	6
2.2.2 Tembaga (Cu)	6

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sedimen	4
2.2 Logam Berat	5
2.2.1 Besi (Fe)	6
2.2.2 Tembaga (Cu)	6

2.2.3 Timbal (Pb)	7
2.2.4 Cadmium (Cd)	8
2.3 Kisaran Kadar Logam Berat Dalam Sedimen	9
2.4 Pakan Ikan	9
2.5 Danau Maninjau	12
2.6 Destruksi	13
2.6.1 Destruksi Kering	13
2.6.2 Destruksi Basah	13
2.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	14
 III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Pengambilan sampel dan Persiapan Sampel	17
3.2.1 Teknik Pengambilan Sampel.....	17
3.3 Alat dan Bahan	17
3.3.1 Alat yang digunakan	17
3.3.2 Bahan yang digunakan	17
3.4 Prosedur Kerja	18
3.4.1 Pengerjaan Pendahuluan	18
3.4.2 Pembuatan Larutan Standar dan Pengukuran Sampel	18

3.4.3 Pengolahan Data	20
-----------------------------	----

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kurva Kalibrasi Larutan Standar	21
---	----

4.2 Hasil Analisis Kadar Logam pada Sedimen.....	23
--	----

4.3 Konsentrasi Logam Berat Fe, Cu, Pb dan Cd Pada Sedimen	25
--	----

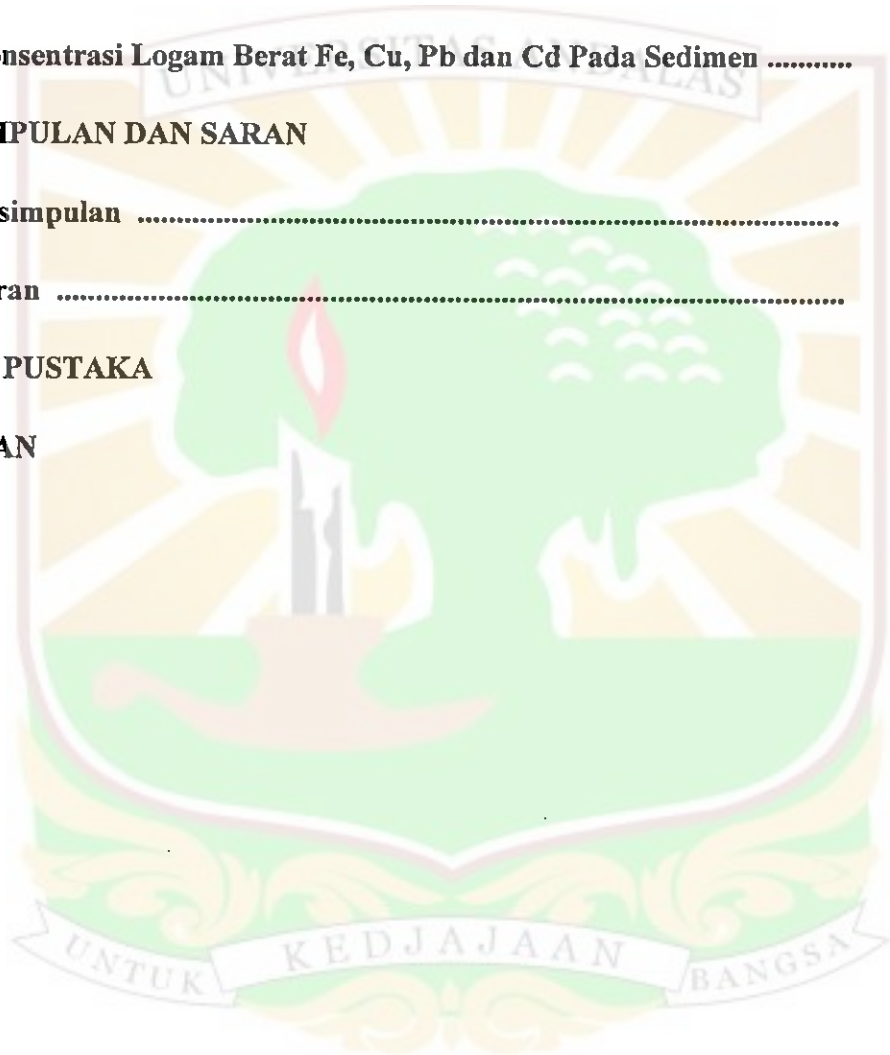
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	29
----------------------	----

5.2 Saran	29
-----------------	----

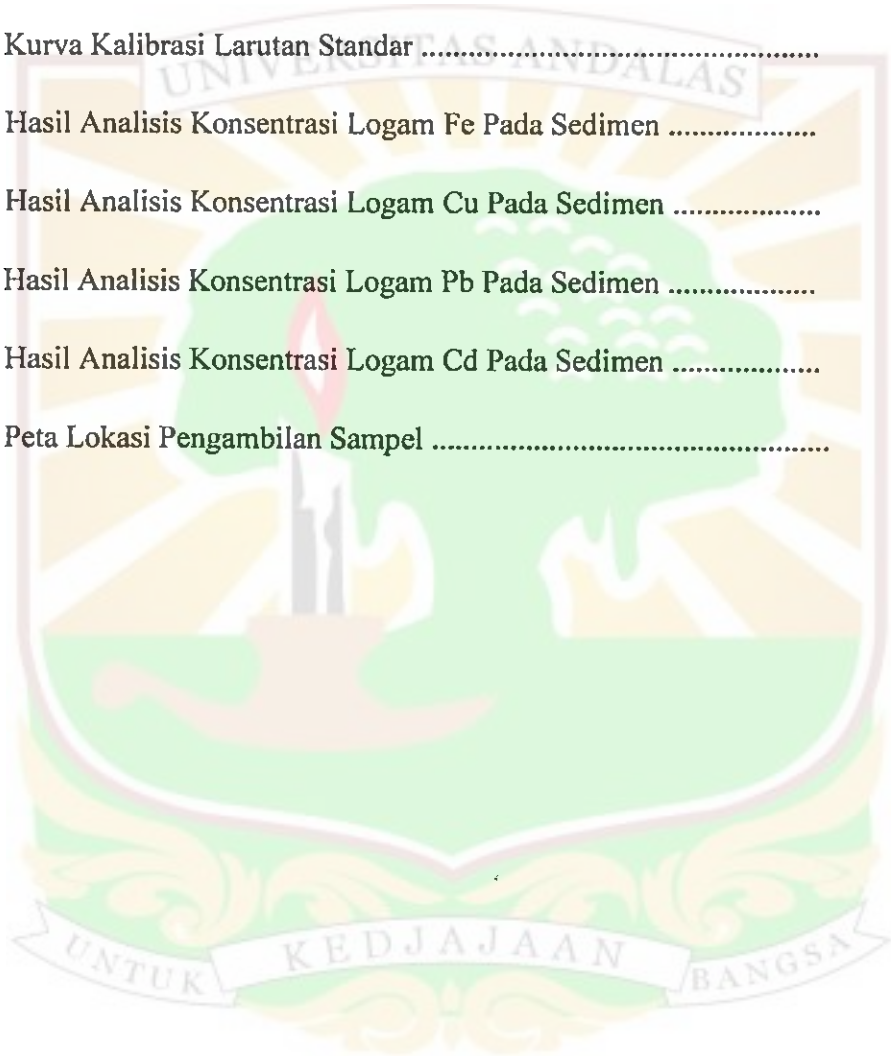
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Peralatan SSA	15
Gambar 2. Kurva Kalibrasi Larutan Standar	21
Gambar 3. Hasil Analisis Konsentrasi Logam Fe Pada Sedimen	25
Gambar 4. Hasil Analisis Konsentrasi Logam Cu Pada Sedimen	26
Gambar 5. Hasil Analisis Konsentrasi Logam Pb Pada Sedimen	27
Gambar 6. Hasil Analisis Konsentrasi Logam Cd Pada Sedimen	27
Gambar 7. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	48

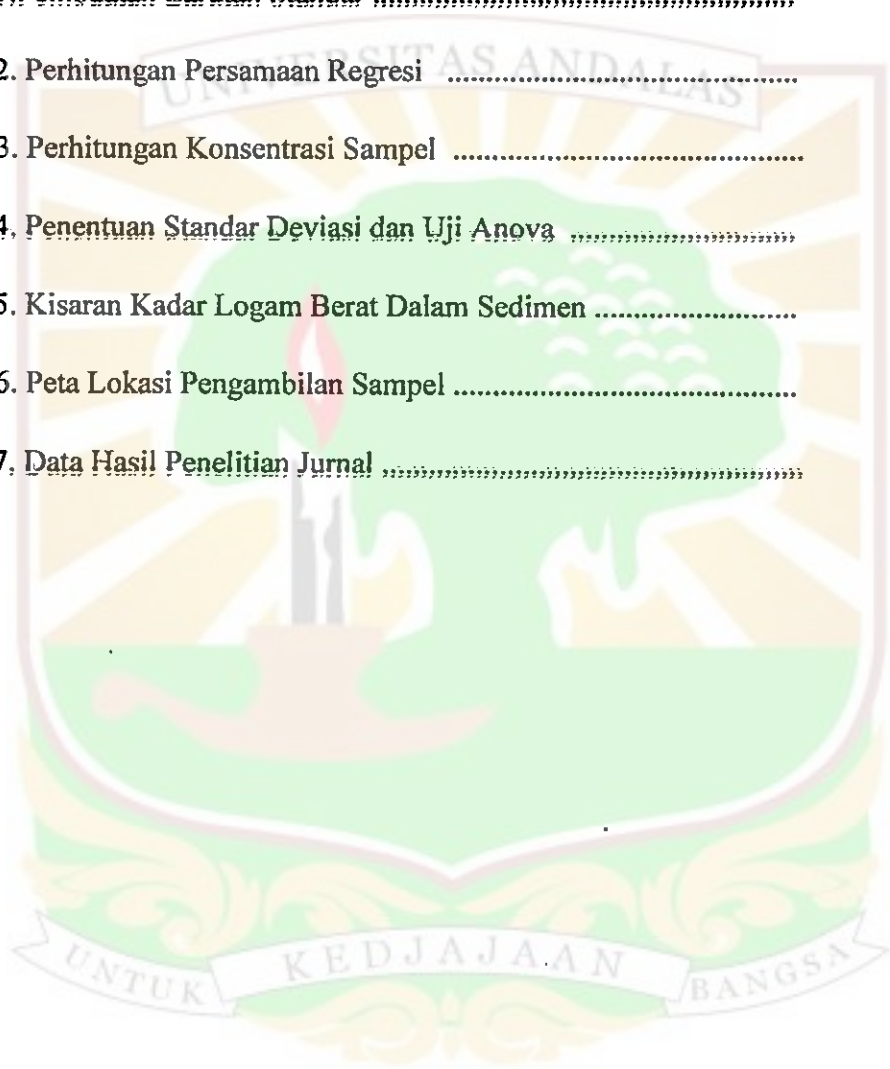


DAFTAR TABEL

Tabel 1. Skala Wentworth untuk klasifikasi partikel sedimen	4
Tabel 2. Kisaran Kadar Alamiah RNO,1981 dalam Razak,1986	10
Tabel 3. Konsentrasi Logam Fe,Cu,Cd dan Pb (rata-rata \pm SD).....	23
Tabel 4. Hasil Pengukuran Larutan Standar Fe	36
Tabel 5. Hasil Pengukuran Larutan Standar Cu	37
Tabel 6. Hasil Pengukuran Larutan Standar Pb	38
Tabel 7. Hasil Pengukuran Larutan Standar Cd	39
Tabel 8. Data Hasil Analisis Logam Fe Untuk Uji SD	41
Tabel 9. Hasil Analisa Anova Pada Penentuan Konsentrasi Logam	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Larutan Standar	32
Lampiran 2. Perhitungan Persamaan Regresi	36
Lampiran 3. Perhitungan Konsentrasi Sampel	40
Lampiran 4. Penentuan Standar Deviasi dan Uji Anova	41
Lampiran 5. Kisaran Kadar Logam Berat Dalam Sedimen	47
Lampiran 6. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	48
Lampiran 7. Data Hasil Penelitian Jurnal	49



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Danau Maninjau merupakan danau vulkanik yang terbentuk karena letusan gunung ribuan tahun yang lalu. Danau ini terletak di Kecamatan Tanjung Raya, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat yang mempunyai luas sekitar 99,5 km² dengan kedalaman mencapai 495 meter. Letak dan latar daerah di sekitar danau menjadikan danau ini berkembang sebagai salah satu daerah wisata unggulan di Sumatera Barat.

Tingkat pencemaran air di Danau Maninjau saat ini semakin mengkhawatirkan. Air danau yang dulunya bening dan dalam, kini dangkal, keruh dan berbau. Menurut hasil dugaan sementara, danau ini tak mempunyai sirkulasi atau perputaran air lagi sejak 20 tahun lampau.

Menurut penelitian Masyarakat Peduli Air Maninjau, keruhnya air danau itu diakibatkan oleh kotoran-kotoran yang ada di permukaan danau, yang tak bisa hanyut ke luar danau melalui Muara Batang Antokan. Pasalnya, di pintu air tersebut telah berdiri *intake* atau saluran masuk air untuk pemutar empat turbin Pembangkit Listrik Tenaga Air Maninjau.

Dilihat dari aktivitas Danau Maninjau, banyak faktor yang dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem air ini. Salah satunya yaitu budidaya ikan keramba. Pada konsentrasi tertentu residu pakan ikan yang menumpuk akan menjadi racun bagi ikan-ikan keramba tersebut. Akibat pemberian pakan ikan yang berlebihan setiap hari mengakibatkan terjadinya pengendapan pada dasar danau. Hal tersebut mengakibatkan berubahnya kandungan beberapa logam yang sumbernya berasal dari sedimen pakan ikan ataupun dari limbah vulkanik lainnya. Perubahan ini dapat melebihi konsentrasi logam yang diperbolehkan pada badan perairan.

Sedimen penting artinya sebagai suatu ekosistem, tempat hidup dan tempat mencari makan organisme yang hidup disekitarnya. Kandungan alami logam berat

dalam sedimen yang tidak terkontaminasi adalah sebesar 0,01 ppm. Sedangkan sedimen yang telah terkontaminasi dapat meningkatkan menjadi sepuluh sampai seratus kali.¹

Oleh karena itu, maka perlu dilakukan suatu penelitian tentang kandungan logam berat Fe, Cu, Pb dan Cd dalam sedimen di sekitar keramba jaring apung Danau Maninjau.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, ada beberapa hal yang dapat dijadikan rumusan masalah yaitu:

1. Apakah konsentrasi logam Fe, Cu, Pb, dan Cd dalam sedimen disekitar keramba jaring apung Danau Maninjau telah melampaui batas yang telah ditetapkan oleh Roseau National d Observation?
2. Masih layakkah air Danau Maninjau digunakan sebagai tempat budidaya ikan keramba dilihat dari kandungan logam-logam tersebut di atas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kandungan logam Fe, Cu, Pb dan Cd pada sedimen.
2. Mengetahui tingkat pencemaran logam Fe, Cu, Pb dan Cd pada sedimen dengan membandingkan terhadap baku mutu.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak, terutama :

1. Bagi pemerintah daerah, informasi ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan atau acuan dalam memformulasikan kebijakan dalam pengendalian pencemaran yang terjadi di perairan Danau Maninjau.
2. Bagi masyarakat sebagai informasi dalam pemanfaatan dan pelestarian sumberdaya perairan Danau Maninjau.

3. Sebagai sumber informasi untuk pengembangan ilmu pengetahuan dalam menyelesaikan masalah pencemaran lingkungan perairan, khususnya di Danau Maninjau.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sedimen

Air yang terpolusi logam berat selalu mengandung padatan yang dapat dibedakan atas empat kelompok berdasarkan kelarutannya, yaitu : padatan terendapkan (sedimen), padatan tersuspensi (koloid), padatan terlarut dan minyak (lemak).²

Sedimen adalah partikel padat dari bahan-bahan mineral dan organik yang dipindahkan dari sumber asalnya oleh air atau udara yang lama kelamaan mengendap akibat adanya gaya gravitasi. Kecepatan pengendapannya tergantung pada kuat medan, massa, dan bentuk partikel.

Ukuran partikel pembentuk sedimen ditentukan oleh sifat fisiknya, akibatnya sedimen yang berbeda mempunyai sifat yang berbeda-beda. Tabel 1 memuat kisaran skala Wentworth yang digunakan untuk partikel-partikel yang di klasifikasikan mulai dari golongan yang termasuk partikel tanah liat yaitu yang berukuran diameter kurang dari 0,04 sampai kepada (batu yang berukuran besar yang berasal dari kikisan arus air) yang mempunyai ukuran diameter 256 mm. Sedimen cenderung untuk didominasi oleh satu atau beberapa jenis partikel, tetapi mereka tetap terdiri dari ukuran yang berbeda-beda.³

Tabel 1. Skala Wentworth untuk mengklasifikasikan partikel-partikel sedimen

Keterangan	Ukuran (mm)
Batuan besar	>256
Batu kerikil	2 – 256
Pasir kuarsa kasar	1 – 2
Pasir kuarsa	0,5 – 1
Pasir medium	0,25 – 0,5
Pasir	0,125 – 0,25
Pasir sangat halus	0,0625 – 0,125

Endapan lumpur	0,002 – 0,0625
Tanah liat	0,0005 – 0,002
Material terlarut	>0,0005

Pola pengendapannya sangat dipengaruhi oleh arus dan gerakan air yang menimbulkan efek penyisihan. Partikel yang lebih berat akan diendapkan lebih dekat dari titik asalnya sementara partikel yang lebih ringan dan kecil terangkut untuk jarak yang lebih jauh.

2.2 Logam Berat

Logam berat adalah bahan-bahan alami yang berasal dan termasuk bahan penyusun lapisan tanah bumi. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh makhluk hidup melalui makanan, air minum, dan udara. Logam berat berbahaya karena cenderung terakumulasi di dalam tubuh makhluk hidup. Laju akumulasi logam-logam berat ini di dalam tubuh pada banyak kasus lebih cepat dari kemampuan tubuh untuk membuangnya. Akibatnya keberadaannya di dalam tubuh semakin tinggi, dan dari waktu ke waktu memberikan dampak yang makin merusak.

Definisi yang umum digunakan saat ini menggolongkan logam berat sebagai golongan logam yang memiliki densiti melebihi 5 g/cm³. Pada dasarnya makhluk hidup juga memerlukan logam berat dengan jumlah takaran yang bervariasi. Manusia misalnya membutuhkan Fe, Co, Cu, Mg, Mo dan Zn pada jumlah tertentu. Akan tetapi, pada jumlah berlebih, keberadaan logam berat tersebut mengakibatkan dampak yang merusak pada organ tubuh.⁴

Secara alamiah logam berat dikandung oleh berbagai mineral dalam berbagai batuan penyusun kerak bumi. Masuknya logam berat ke lingkungan berasal dari sumber-sumber lainnya yang meliputi : pertambangan minyak, emas dan batu bara, pembangkit tenaga listrik, peptisida keramik, peleburan logam, pabrik-pabrik pupuk dan kegiatan lainnya^{5,6}.

Saat ini para ahli mulai mengklasifikasikan jenis-jenis logam berat terutama yang perlu menjadi fokus perhatian paling tinggi untuk dikendalikan keberadaannya

di lingkungan. Logam-logam berat tersebut diantaranya adalah Fe, Cu, Pb dan Cd.

2.2.1 Besi (Fe)

Besi merupakan unsur yang penting dan umum terdapat pada lingkungan. Besi termasuk unsur yang ditemukan dalam jumlah yang banyak pada tanah dan batuan.⁴ Dalam sistem periodik unsur besi merupakan salah satu logam transisi yang berada pada golongan VIII B periode 4 dengan konfigurasi (Ar) $3d^6 4s^2$, mempunyai nomor atom 26, massa atom 55,847, jari-jari atom 124,1 pm, titik lebur 1538°C , titik didih 2861°C , dan logam ini berwarna putih perak.⁷

Besi bersifat keras, rapuh digunakan untuk memproduksi alloy dan baja. Baja karbon adalah suatu alloy dari besi dengan sedikit Mn, S, P dan Si. Baja alloy adalah baja karbon dengan aditif lain seperti nikel, kromium, vanadium dan sebagainya. Besi merupakan logam yang murah, berlimpah, banyak guna dan penting.

Meskipun logam besi merupakan logam yang penting, namun logam ini juga bersifat toksik. Overdosis besi merupakan salah satu penyebab utama kematian yang disebabkan agen toksikologikal pada anak-anak dengan usia dibawah 6 tahun.⁸ Pada manusia dan hewan akan terjadi penurunan fungsi hemoglobin dan kadarnya menjadi lebih rendah sehingga menyebabkan pernafasan jadi lebih berat. Tetapi kelebihan besi dalam tubuh juga akan mengakibatkan rusaknya jaringan berbagai organ tubuh dan gangguan pada hati.⁹

2.2.2 Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan logam yang dialam sering ditemukan dalam bentuk sulfida, seperti kalkosit (CuS). Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Tembaga mempunyai nomor atom 29 dan massa atomnya 63,546.⁷ Logam ini sering digunakan pada pabrik yang memproduksi alat-alat listrik, gelas dan zat warna yang biasa bercampur dengan logam lain sebagai alloy dengan seng dan cadmium.

Secara alamiah, Cu dapat masuk 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. Melalui jalur non-alamiah, Cu masuk dalam suatu tatanan lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia. Misalnya : buangan industri yang memakai Cu dalam proses produksinya, industri galangan kapal karena digunakan sebagai campuran bahan pengawet, industri pengelolaan kayu, buangan rumah tangga dan lain sebagainya.⁴

Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik (setelah perak) karena itu logam tembaga banyak digunakan dalam bidang elektronika. Adanya sejumlah kecil pengotor, seperti arsen dapat mempengaruhi konduktivitasnya. Tembaga dapat diekstrak dari bijih sulfidanya melalui proses termal yaitu pirometalurgi atau dengan proses pelarutan air yaitu hidrometalurgi.

Tembaga merupakan salah satu logam berat yang banyak pemanfaatannya, hal ini berkaitan dengan sifat tembaga yang siap pakai, tahan karat, konduktor listrik yang bagus dan tidak magnetic. Oksida tembaga (CuO) banyak digunakan sebagai katalis, baterai dan elektroda. Turunan senyawa tembaga karbonat banyak dipakai sebagai pigmen, insektisida, fungisida, dan pewarna kuningan. Senyawa kloridanya digunakan dalam bidang metalurgi, fotografi, pemurnian air, dan aditif bahan makanan.

Tembaga digolongkan ke dalam logam berat esensial, artinya meskipun tembaga merupakan logam berat beracun, unsure logam ini dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit. Tembaga dalam jumlah kecil sangat diperlukan oleh makhluk hidup. Toksisitas yang dimiliki tembaga baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait.

2.2.3 Timbal (Pb)

Dalam kehidupan sehari-hari timbal biasa dikenal dengan timah hitam. Logam timbal pada sistem periodik termasuk kedalam golongan IV A yang mempunyai nomor atom 82, massa atom 207,2, jari-jari atom 175 pm, titik leleh 327,46°C, titik didih 1749 °C, berwarna putih kebiruan, dan mempunyai daya hantar listrik yang rendah.⁷

Pada manusia, timbal dapat mengakibatkan bermacam-macam dampak biologi, bergantung pada tingkatan dan durasi terpaannya. Dampak yang bervariasi terjadi pada rentang dosis yang luas, dimana janin dan bayi lebih rentan terkena dampak dibanding manusia dewasa.¹⁰

Sumber-sumber pencemaran logam Pb adalah tanah yang tercemar serpihan cat, debu-debu yang mengandung Pb dalam air, udara dan makanan, barang kosmetik, obat-obat yang tercemar (kebanyakan dari obat-obat tradisional), pembakaran koran dan bekas baterai.¹⁰

Terpaan pada tingkat yang tinggi dapat mengakibatkan dampak keracunan biokimia pada manusia, yang selanjutnya dapat mengarah pada berbagai problem seperti mengganggu proses sintesa hemoglobin, menyerang ginjal, saluran pencernaan, persendian, dan sistem reproduksi, serta menimbulkan kerusakan akut maupun kronis pada sistem saraf.

Pencemaran timbal pada bahan makanan terjadi terutama melalui pengendapan debu yang mengandung bahan timbal ini dari udara serta hujan yang membawa bahan ini ke tanaman perkebunan dan lahan pertanian. Demikian juga di area-area yang terletak berdekatan dengan sumber emisi timbal, tanah, debu, serta cat pada rumah-rumah tua atau tanah yang terkontaminasi timbal, kontaminasi melalui udara dapat lebih tinggi. Di Indonesia dan negara berkembang lain, tidak semua bahan bakar minyak yang digunakan telah bebas timbal. Polusi timbal dari asap kendaraan bermotor menjadi penyumbang yang cukup besar.

2.2.4 Cadmium (Cd)

Logam cadmium mempunyai nomor atom 48, massa atom 112,40, jari-jari atom 148,9 pm, titik leleh 321,07 °C, dan titik didih 767 °C. Cadmium bersifat padat pada suhu kamar dan berwarna putih keperakan.⁷

Cadmium digunakan sebagai pigmen (misalnya dalam pembuatan keramik), penyepuhan listrik, dalam pembuatan alloy dan baterai alkali.⁴ Logam Cd memiliki sifat tahan panas sehingga sangat bagus untuk campuran pembuatan bahan-bahan keramik dan plastik, juga tahan korosi sehingga sangat bagus untuk melapisi plat besi

dan baja.

Pada manusia, terpaan jangka panjang (long term) berakibat pada disfungsi ginjal. Terpaan pada tingkat yang tinggi bahkan dapat menyebabkan penyakit paru-paru dan dihubungkan dengan kasus-kasus kanker paru-paru, meskipun data-data terkait ini masih sulit diinterpretasikan. Cadmium juga dapat mengakibatkan kerusakan tulang (osteomalacia, osteoporosis) pada manusia dan binatang. Selain itu, juga terbukti menyebabkan tekanan darah tinggi dan myocardium pada binatang, meskipun untuk manusia data-data yang ada belum menunjukkan bukti yang cukup.¹⁰

Secara umum, jalan masuk cadmium ke dalam tubuh manusia adalah lewat makanan, disebabkan polusi bahan tersebut ke lahan-lahan pertanian melalui pengendapan bahan cadmium dari atmosfer dan penggunaan pupuk. Jalan masuk lain adalah melalui udara ambient yang kita hirup dan air minum.

2.3 Kisaran Kadar Logam Berat Dalam Sedimen

Untuk mengetahui sejauh mana tingkat pencemaran logam berat Fe, Pb, Cu dan Cd di sekitar keramba jaring apung Danau Maninjau, maka data hasil analisis logam berat dibandingkan dengan baku mutu kisaran kadar alamiah logam berat dalam sedimen Roseau National dObservation (RNO, 1981 dalam Razak, 1986).¹¹

Tabel 2. Kisaran kadar alamiah beberapa logam berat yang dikutip dari RNO, 1981 dalam Razak, 1986.

parameter	satuan	Batas maksimum
Besi (Fe)	-	-
Tembaga (Cu)	ppm	5 – 30
Timbal (Pb)	ppm	10 – 70
Kadmium (Cd)	ppm	0,1 – 2

2.4 Pakan Ikan

Tujuan pemberian pakan pada ikan adalah menyediakan kebutuhan gizi untuk kesehatan yang baik, pertumbuhan dan hasil panen yang optimum, produksi limbah

yang minimum dengan biaya yang masuk akal demi keuntungan yang maksimum. Pakan yang berkualitas gizi dan fisik merupakan kunci untuk mencapai tujuan-tujuan produksi dan ekonomis budidaya ikan. Pengetahuan tentang gizi ikan dan pakan ikan berperan penting di dalam mendukung pengembangan budidaya ikan (*aquaculture*) dalam mencapai tujuan tersebut. Konversi yang efisien dalam memberi makan ikan sangat penting bagi pembudidaya ikan sebab pakan merupakan komponen yang cukup besar dari total biaya produksi. Bagi pembudidaya ikan, pengetahuan tentang gizi bahan baku dan pakan merupakan sesuatu yang sangat kritis sebab pakan menghabiskan biaya 40-50% dari biaya produksi.

Di dalam budidaya ikan, formula pakan ikan harus mencukupi kebutuhan gizi ikan yang dibudidayakan, seperti: protein (asam amino esensial), lemak (asam lemak esensial), energi (karbohidrat), dan mineral.¹²

1. Sumber Protein

Beberapa bahan baku yang dapat digunakan sebagai sumber protein adalah : tepung darah, tepung kopra, tepung kedelai bebas lemak, tepung ikan, tepung ikan dan tulang, tepung udang, tepung cumi-cumi dan tepung ikan.

2. Sumber Lemak

Minyak ikan dan minyak sawit merupakan sumber lemak yang biasa terdapat pada pakan ikan. Beberapa bahan baku yang dapat digunakan sebagai sumber lemak adalah : minyak jagung, gajih/gemuk sapi, minyak ikan, minyak kelapa, minyak biji kapas, minyak kedelai, minyak ikan tuna, minyak sawit, dan minyak cumi-cumi.

3. Sumber Karbohidrat

Beberapa bahan baku yang dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat adalah : tepung terigu, tepung tapioka, tepung jagung, tepung beras, sagu dan agar-agar.

4. Mineral

Unsur mineral esensial ini biasanya diklasifikasikan menjadi dua grup berdasarkan konsentrasinya di dalam tubuh ikan, yaitu: mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro adalah mineral yang konsentrasinya dalam tubuh organisme dibutuhkan dalam jumlah besar (lebih dari 100 mg/kg pakan kering), yaitu Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Sodium (Na), Potassium (K), Phosphorus (P), Chlorine (Cl) dan Sulphur (S). Mineral mikro adalah mineral yang konsentrasinya dalam tubuh setiap organisme dalam jumlah sedikit (kurang dari 100 mg/kg pakan kering), yaitu : Besi (Fe), Tembaga (Cu), Mangan (Mn), Seng (Zn), Cobalt (Co), Molybdenum (Mo), Cromium (Cr), Selenium (Se), Fluorine (F), Iodine/Iodium (I), Nickel (Ni) dan lain-lain.

Besi(Fe)

Zat besi merupakan unsur mineral mikro yang paling banyak terdapat dalam tubuh ikan dan manusia. Dalam makanan terdapat dua macam zat besi, yaitu dalam bentuk heme dan non heme. Zat besi heme ditemukan dalam bentuk hemoglobin dan zat besi non heme dalam otot yang disebut myoglobin. Fungsi dan peranan zat besi dalam tubuh ikan antara lain adalah : Unsur yang sangat penting dalam pigmen darah (hemoglobin dan myoglobin) Terlibat dalam pengangkutan oksigen dalam darah dan urat daging (otot) serta pemindahan/transfer elektron dalam tubuh Unsur yang sangat penting dari variasi sistem enzim, yang meliputi enzim katalase, enzim peroxidase, enzim xantin oksidase, enzim aldehyde oksidase dan enzim succinic dehydrogenase. Ikan dapat menyerap zat besi terlarut dari air melalui insang, sirip dan kulit. Zat besi dalam bentuk tereduksi, ion Fero (Fe^{++}) lebih mudah diserap karena lebih mudah larut dalam cairan-cairan pencernaan. Penyerapan zat besi dalam saluran pencernaan sangat dipengaruhi oleh kadar keasaman, pH atau keasaman lambung dan bagian atas usus halus. Kekurangan zat besi pada ikan dapat membawa dampak yang merugikan bagi ikan. Pada beberapa jenis ikan memberikan dampak yang berbeda, misalnya pada ikan channel catfish dapat mengakibatkan pertumbuhan terhambat, konversi pakan rendah, nafsu makan

menurun dan abnormalitas. Sedangkan pada ikan salmon, japanese eel, common carp dan red sea bream dapat mengakibatkan hypochromic microcytic anemia yaitu sel-sel darah merah berwarna lebih pucat dengan ukuran sel yang lebih besar.

Tembaga(Cu)

Tembaga merupakan unsur esensial dari sistem oksidasi-reduksi-enzim dan terlibat dalam metabolisme besi. Oleh karena itu tembaga terlibat dalam sintesis hemoglobin dan produksi sel darah dan perawatannya. Tembaga dibutuhkan untuk pembentukan pigmen melanin dan pigmen pada kulit, untuk pembentukan tulang dan penghubung jaringan serta merawat keseimbangan serabut myelin dari jaringan syaraf. Mineral tembaga yang diserap oleh hewan dan ikan sangat dipengaruhi oleh jumlah dan bentuk kimiamineral tembaga yang diterima, kandungan beberapa ion metal lain dan zat-zat organik serta umur. Dampak kekurangan tembaga pada ikan sebagai organisme air jarang sekali terjadi karena mineral ini sudah cukup banyak tersedia dalam air. Pada ikan dampak mineral tembaga yang sudah diamati adalah kalau terjadi keracunan tembaga akibat terjadinya pencemaran lingkungan perairan yang dapat mengakibatkan rusaknya insang, mengurangi pigmentasi dan pertumbuhan lambat.

2.5 Danau Maninjau

Banyaknya ikan keramba jaring apung yang mati di Danau Maninjau, disebabkan ketidakmampuan danau menampung jumlah keramba yang menjamur dan para petani ikan tidak mematuhi peraturan Gubernur Agam yang menjelaskan bahwa keramba seharusnya berjarak 50 meter hingga 150 meter dari pinggir danau dengan jarak 2 meter antar keramba. Ikan mati diakibatkan kekurangan oksigen karena peningkatan kadar amoniak dalam air. Selain itu disebabkan oleh umbalan yang dipicu hujan badai. Berbagai sisa pakan ikan, seperti : fosfor, belerang, nitrit, dan nitrogen yang mengendap didanau teraduk dan naik kepermukaan. Dalam kadar tertentu zat-zat itu menjadi racun dan dapat mematikan ikan.¹³

2.6 Destruksi

Destruksi adalah perlakuan pendahuluan terhadap sampel sebelum dianalisa zatnya, seperti kandungan logam. Senyawa logam dalam contoh uji didestruksi dalam suasana asam, kemudian diukur kadarnya dengan spektrofotometer serapan atom secara langsung pada panjang gelombang tertentu.

Perlakuan pendahuluan tersebut berguna untuk menguraikan dan merombak bentuk anorganik, sehingga material-material pengganggu dapat dihilangkan dan akhirnya logam-logam dapat ditentukan secara langsung dengan menggunakan metoda pengukuran tertentu.

Destruksi merupakan suatu cara yang dapat dan sering digunakan untuk melarutkan unsur logam dari matrik organik yang mengikat logam-logam tersebut. Metoda ini ditinjau dari cara dan pereaksi yang digunakan dapat dibagi atas 2 cara : destruksi kering dan destruksi basah.¹⁴

2.6.1 Destruksi Kering

Destruksi kering adalah perombakan bahan organik dilakukan dengan jalan memanaskan suatu cuplikan dengan tungku pembakar pada suhu yang sangat tinggi, biasanya suhu yang digunakan berkisar antara 400 – 800°C. Cara ini secara sederhana tidak membutuhkan pelarut dan tidak dapat ditentukan untuk logam yang mudah menguap. Wadah untuk mendestruksi sebaiknya digunakan untuk krus porselen dan khusus untuk Pb yang terbaik adalah platina.¹⁴

2.6.2 Destruksi Basah

Destruksi basah adalah perombakan zat-zat organik yang diperlakukan dengan cara menggunakan asam mineral dan zat pengoksidasi dalam larutan. Cara ini terus dikembangkan terutama dalam penentuan logam-logam yang mudah menguap. Karena dengan cara ini suhu pemanasan tidak terlalu tinggi berkisar antara 100 – 200°C.

Berdasarkan berbagai macam hasil penelitian tentang cara ini, pelarut yang digunakan adalah pelarut yang dikategorikan sebagai pelarut dengan asam-asam kuat yang pada umumnya bersifat sebagai oksidator. Asam-asam kuat ini yang digunakan

pada metoda ini seperti : HNO_3 , H_2SO_4 dan HCl . Kesempurnaan destruksi ditandai dengan diperolehnya larutan jernih pada larutan destruksi yang menunjukkan bahwa semua konstituen yang ada telah larut sempurna atau perombakan senyawa-senyawa organik yang baik.^{15,16}

Metoda destruksi basah memberikan beberapa keuntungan, yaitu :

1. Kemungkinan kehilangan zat yang akan di analisa dapat diperkecil.
2. Penggunaan pelarut atau asam sedikit.
3. Kelebihan asam dapat dikeluarkan dari pemanasan.

Kelebihan dari metoda dengan menggunakan asam nitrat adalah :

1. Metodanya sederhana.
2. Oksidasi kontiniu dan cepat.

Unsur-unsur yang diperoleh mudah larut sehingga dapat ditentukan dengan metoda analisis tertentu.

Kekurangan metoda ini reaksi terjadi kuat, sehingga dapat menyebabkan residu keluar. Karena itu sebaiknya dilakukan pemanasan dengan hati-hati.

2.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah suatu alat yang digunakan untuk penentuan unsur logam yang pengukurannya berdasarkan penyerapan sinar dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan dasar.

Prinsip dasar cara analisis yang didasarkan pada atom-atom dalam keadaan netral yang disinari dengan sinar-sinar yang sesuai dengan unsur yang akan dianalisa.¹⁷

Absorban atau spektrum yang dihasilkan dari recorder disebabkan karena energi transisi elektron yang bersifat spesifik untuk setiap unsur, sehingga hasil yang terbaca akan berlaku hukum Lambert Beer yaitu :

$$A = a \cdot b \cdot c$$

keterangan : A = absorban

a = absorptivity

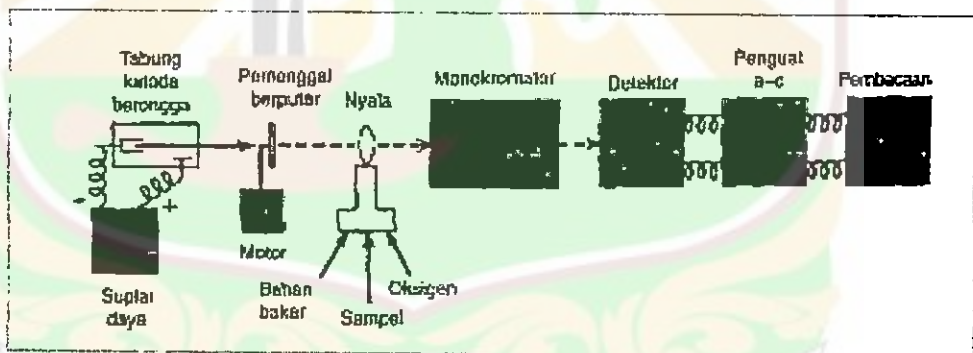
b = panjangnya sinar

c = konsentrasi

Hukum Lambert Beer : “ Jumlah atom-atom analit yang menyerap sinar akan sebanding dengan konsentrasi”.¹⁷

Prinsip kerja alat SSA nyala yaitu sampel berupa larutan disemprotkan kedalam nyala berupa butiran-butiran halus melalui hisapan tekanan udara. Didalam ruangan pengkabutan sampel akan bercampur dengan bahan bakar oksidan sehingga timbul energi nyala dan unsur-unsur akan mengalami atomisasi. Atom-atom netral yang terbentuk didalam nyala akan disinari oleh sinar yang sesuai dengan panjang gelombang unsur yang akan dianalisa. Sebagian sinar yang dilewatkan akan diserap oleh atom-atom netral dan sebagian lagi akan diteruskan ke monokromator. Absorban yang terbaca pada recorder akan sama dengan jumlah atom-atom yang menyerap sinar.

Skema Peralatan SSA dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Skema Peralatan SSA¹⁸

Analisa kuantitatif dengan SSA :

1. Sampel harus berupa larutan, kalau padat maka harus dilarutkan dengan asam, dengan syarat :
 - a. Asam yang digunakan sama dengan asam dalam larutan standar.
 - b. Lebih digunakan HNO_3 .

- c. Suasana asam tujuannya untuk menghindari pengendapan dari logam yang dianalisa.
2. Bila konsentrasi unsur sangat besar maka perlu diencerkan dengan 2 kali pengenceran dan apabila konsentrasi didapatkan kecil maka perlu dipekatkan dengan cara pemanasan.¹⁹



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat penelitian

Lokasi pengambilan sampel terletak di perairan Danau Maninjau, Sumatra Barat. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Analisa Terapan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Andalas dan dilaksanakan pada bulan Juli sampai September 2010.

3.2 Pengambilan dan persiapan sampel

Sampel sedimen dilakukan pada tanggal 6 Juli 2010 di beberapa lokasi di sekitar keramba jaring apung pada perairan Danau Maninjau, Sumatra Barat.

3.2.1 Teknik Pengambilan Sampel

Sampel diambil dengan menggunakan alat Sedimen grap, kemudian di masukkan ke dalam kantong plastik untuk di bawa ke laboratorium.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan adalah :

- Spektrofotometer Serapan Atom
- Neraca analitik
- Peralatan gelas
- Hot plate
- Sedimen trap
- Lumpang

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah : asam nitrat, asam peroksida, logam Fe, Cu, Pb dan Cd, sedimen Danau Maninjau, aquadest.

3.4. Prosedur Kerja

3.4.1 Pengerjaan Pendahuluan

Sampel sedimen yang telah dihaluskan dengan lumpang dan alu, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105° selama 3 jam. Sampel yang telah kering ditimbang dengan teliti $\pm 0,5$ g dan dilakukan destruksi dengan memasukkan cuplikan ke dalam labu kjehdahl kemudian ditambahkan 5 ml asam nitrat pekat. Labu dipanaskan sambil dimasukkan 1 ml H_2O_2 20 % setetes demi setetes sampai larutan berwarna jernih, kemudian didinginkan dan cuplikan disaring dengan kertas saring kemudian diencerkan dalam labu 25 ml. Cuplikan siap untuk dilakukan analisis unsur.

3.4.2 Pembuatan Larutan Standar dan Pengukuran sampel

A. Pembuatan Larutan Fe (II) dan Pengukuran sampel

1. Ditimbang logam Fe 0,9997 gram dan dilarutkan dalam gelas piala dengan HNO_3 65 %, kemudian masukan ke dalam labu ukur 1000 ml dan encerkan dengan aquadest sampai tanda batas, sehingga di peroleh larutan induk logam Fe 999,7 mg/L.
2. Dipipet 10 ml larutan induk Fe 999,7 ppm ke dalam labu ukur 100 ml, encerkan tepat sampai tanda batas dengan aquadest, sehingga didapatkan larutan Fe 99,97 mg/L.
3. Dibuat pengenceran larutan standar logam Fe dengan variasi konsentrasi 0 ppm ; 2,5 ppm ; 5 ppm ; 10 ppm ; 15 ppm ; 20 ppm dengan cara memipet masing-masing 0 ; 1,25 ; 2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 ml larutan standar Fe 99,97 mg/L dalam labu ukur 50 ml, dan tepatkan volumenya hingga tanda batas dengan aquadest.
4. Ukur serapan Fe (λ 283 nm) dengan menggunakan lampu katoda yang sesuai dengan logam yang akan dianalisis.
5. Buat kurva kalibrasi standarnya (konsentrasi Vs absorban).
6. Diukur absorban sesuai dengan titik lokasi pengambilan..
7. Hitung konsentrasi masing-masing logam berdasarkan kurva kalibrasi standar

B. Pembuatan Larutan Cu (II) dan Pengukuran sampel

- 1) Ditimbang logam Cu 1,0000 gram dan dilarutkan dalam gelas piala dengan HNO_3 65 %, kemudian masukan ke dalam labu ukur 1000 ml dan encerkan dengan aquadest sampai tanda batas, sehingga di peroleh larutan induk logam Cu 1000 mg/L.
- 2) Dipipet 10 ml larutan induk Cu 1000 ppm ke dalam labu ukur 100 ml, encerkan tepat sampai tanda batas dengan aquadest, sehingga didapatkan larutan baku Cu 100 mg/L.
- 3) Dibuat pengenceran larutan standar logam Cu dengan variasi konsentrasi 0 ; 2 ; 6 ; 8 ; 10 ; 15 mg/L dengan cara memipet masing-masing 0 ; 1 ; 3 ; 4 ; 5 ; 7,5 ml larutan standar 100 mg/L masing-masing logam dalam labu ukur 50 ml, tepatkan volumenya hingga tanda batas dengan aquadest.
- 4) Ukur serapan sebanyak 2 kali ulangan masing-masing sampel untuk logam Cu (λ 324,7 nm) dengan menggunakan lampu katoda yang sesuai dengan logam yang akan dianalisis.
- 5) Buat kurva kalibrasi standarnya (konsentrasi Vs absorban).
- 6) Diukur absorban sesuai dengan titik lokasi pengambilan..
- 7) Hitung konsentrasi masing-masing logam berdasarkan kurva kalibrasi standar.

C. Pembuatan Larutan Pb (II) dan Pengukuran sampel

- 1) Ditimbang logam Pb 1,0012 gram dan dilarutkan dalam gelas piala dengan HNO_3 65 %, kemudian masukan ke dalam labu ukur 1000 ml dan encerkan dengan aquadest sampai tanda batas, sehingga di peroleh larutan induk logam Pb 1001,2 mg/L.
- 2) Dipipet 10 ml larutan induk Pb 1001,2 ppm ke dalam labu ukur 100 ml, encerkan tepat sampai tanda batas dengan aquadest, sehingga didapatkan larutan baku Pb 100,12 mg/L.
- 3) Buat pengenceran larutan standar logam Pb dengan variasi konsentrasi 0 ppm ; 2 ppm ; 4 ppm ; 6 ppm ; 8 ppm ; 10 ppm dengan cara memipet masing-masing 0 ; 0,99 ; 1,99 ; 2,99 ; 3,99 ; 4,99 ml larutan standar Pb 100,12 mg/L dalam labu ukur 50 ml, dan tepatkan volumenya hingga tanda batas dengan aquadest.

- 4) Ukur serapan sebanyak 2 kali ulangan masing-masing sampel untuk logam Pb (λ 217 nm) dengan menggunakan lampu katoda yang sesuai dengan logam yang akan dianalisis.
- 5) Dibuat kurva kalibrasi standarnya (konsentrasi Vs absorban).
- 6) Diukur absorban sesuai dengan titik lokasi pengambilan..
- 7) Hitung konsentrasi masing-masing logam berdasarkan kurva kalibrasi standar.

D. Pembuatan Larutan Cd (II) dan Pengukuran sampel

- 1) Ditimbang logam Cd 1,0000 gram dan dilarutkan dalam gelas piala dengan HNO_3 65 %, kemudian masukan ke dalam labu ukur 1000 ml dan encerkan dengan aquadest sampai tanda batas, sehingga di peroleh larutan induk logam Cd 1000 mg/L.
- 2) Dipipet 10 ml larutan induk Cd 1000 ppm ke dalam labu ukur 100 ml, encerkan tepat sampai tanda batas dengan aquadest, sehingga didapatkan larutan baku Cd 100 mg/L.
- 3) Buat pengenceran larutan standar logam Cd dengan variasi konsentrasi 0 ppm ; 2 ppm ; 4 ppm ; 6 ppm ; 8 ppm ; 10 ppm dengan cara memipet masing-masing 0 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ml larutan standar 100 mg/L masing-masing logam dalam labu ukur 50 ml, tepatkan volumenya hingga tanda batas dengan aquadest.
- 4) Ukur serapan sebanyak 2 kali ulangan masing-masing sampel untuk logam Cd (λ 228,8 nm) dengan menggunakan lampu katoda yang sesuai dengan logam yang akan dianalisis.
- 5) Dibuat kurva kalibrasi standarnya (konsentrasi Vs absorban).
- 6) Diukur absorban sesuai dengan titik lokasi pengambilan..
- 7) Hitung konsentrasi masing-masing logam berdasarkan kurva kalibrasi standar.

3.4.3 Pengolahan Data

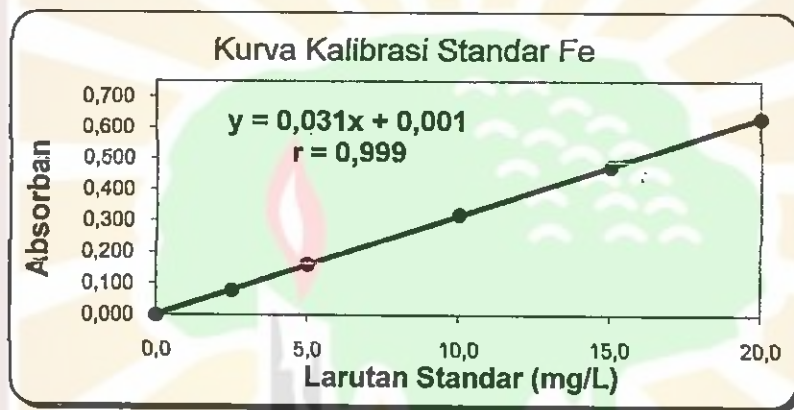
Data diolah dengan menggunakan cara statistik yang dimulai dengan perhitungan Standar Deviasi dan dilanjutkan menentukan rentang²⁰. Jika hasilnya significant maka dilanjutkan dengan uji varians atau uji duncant²¹.

BAB IV

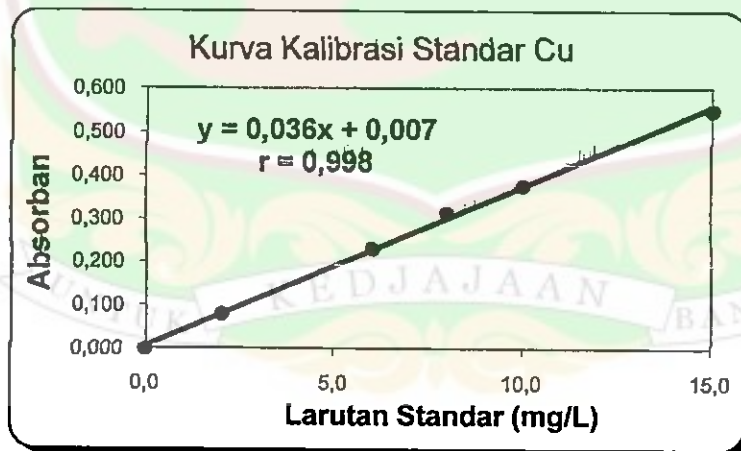
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kurva Kalibrasi Larutan Standar

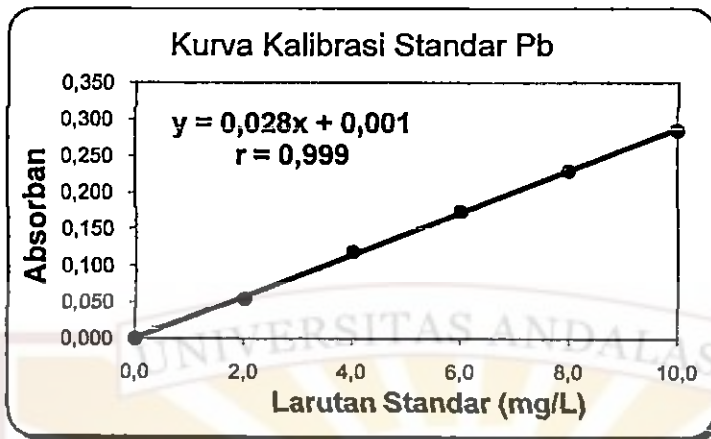
Gambar dibawah ini merupakan kurva kalibrasi larutan standar logam Fe, Cu, Pb dan Cd.



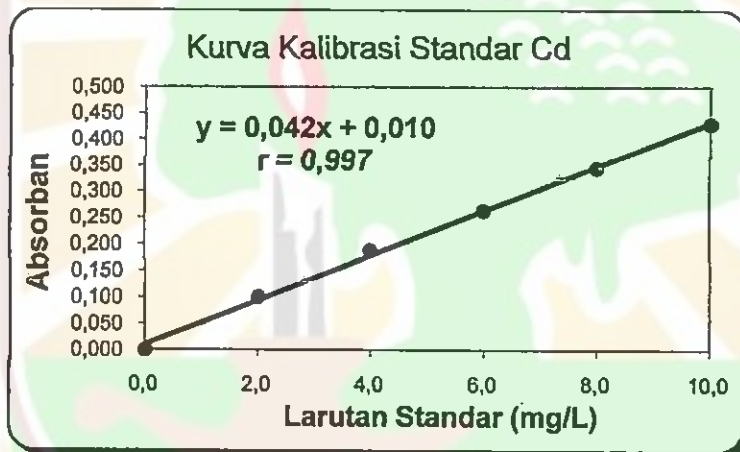
Gambar 2a. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Fe



Gambar 2b. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cu



Gambar 2c. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Pb



Gambar 2d. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cd

Keempat kurva kalibrasi deretan larutan standar diatas diperoleh dari data penentuan absorban larutan standar seperti pada lampiran 2. Dari data tersebut dengan menggunakan perhitungan statistik. Maka dapat diperoleh persamaan garis regresi dan koefisien korelasi. Kurva ini menunjukkan adanya korelasi antara konsentrasi dan absorban. Ukuran koefisien korelasi (r) bernilai 0,99 ini menunjukkan adanya hubungan dikatakan yang sangat kuat antara absorban dan konsentrasi seperti pada gambar 2a, 2b, 2c dan 2d. Dimana titik berada pada garis.

4.2 Hasil Analisis Konsentrasi Logam pada Sedimen

Di bawah ini merupakan konsentrasi logam Fe, Cu, Pb dan Cd dalam sedimen disekitar keramba jaring apung danau Maninjau (rata – rata \pm SD, mg/kg dalam berat kering). Setelah didapatkan persamaan regresi maka digunakan untuk menentukan konsentrasi masing-masing logam, contoh perhitungan terdapat pada lampiran 3. Perhitungan konsentrasi dilanjutkan secara statistik untuk menentukan standar deviasi dan uji anova, contoh perhitungan terdapat pada lampiran 4.

Tabel 3. konsentrasi logam Fe, Cu, Pb dan Cd dalam sedimen disekitar keramba jaring apung Danau Maninjau (rata – rata \pm SD, mg/kg dalam berat kering).

Lokasi	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)
1	780,57 \pm 7,17 ^a	508,75 \pm 8,79 ^b	356,81 \pm 7,52 ^a	249,68 \pm 3,34 ^a
2	899,15 \pm 10,63 ^c	531,44 \pm 12,07 ^d	371,09 \pm 6,59 ^a	300,28 \pm 7,98 ^b
3	946,78 \pm 7,24 ^d	447,92 \pm 5,63 ^a	447,31 \pm 10,08 ^c	267,86 \pm 7,47 ^a
4	772,77 \pm 11,26 ^a	486,29 \pm 6,26 ^b	417,13 \pm 15,01 ^b	266,82 \pm 24,20 ^a
5	825,79 \pm 15,99 ^b	504,93 \pm 0,87 ^{c,b}	370,89 \pm 15,93 ^a	311,29 \pm 10,98 ^b
6	905,85 \pm 6,52 ^c	498,4 \pm 6,40 ^{a,b}	471,27 \pm 17,48 ^d	318,95 \pm 25,18 ^b
7	843,52 \pm 11,35 ^b	507,85 \pm 8,56 ^b	483,47 \pm 10,78 ^d	315,15 \pm 11,32 ^b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Jika dilihat pada tabel 3 secara keseluruhan menunjukkan bahwa kandungan logam Fe, Cu, Pb dan Cd pada 7 lokasi sampel yang berada di sekitar keramba jaring apung ada perbedaan yang sangat nyata (signifikan).

Perbedaan hasil yang sangat nyata dapat disebabkan oleh jumlah keramba, lamanya sedimentasi di dasar danau dan adanya mata air dibawah sedimen sehingga membawa serta ion-ion logam kepermukaan. Dengan adanya sedimentasi mengakibatkan ion-ion logam yang terdapat didasar danau terserap lebih banyak.

Konsentrasi Fe yang dinyatakan berbeda nyata (significant) secara statistik terdapat antara lokasi 1 dengan 2 , lokasi 2 dengan 3, lokasi 3 dengan 4 , lokasi 4 dengan 5 , lokasi 5 dengan 6 dan lokasi 6 dengan 7 . Sedangkan konsentrasi Fe yang dinyatakan tidak berbeda nyata (non-significant) secara statistik terdapat antara lokasi 1 dengan 4, lokasi 5 dengan 7, dan lokasi 2 dengan 6.

Konsentrasi Cu yang dinyatakan berbeda nyata (significant) secara statistik terdapat antara lokasi 1 dengan 2 , lokasi 2 dengan 3, dan lokasi 3 dengan 4. Sedangkan konsentrasi Cu yang dinyatakan tidak berbeda nyata (non-significant) secara statistik terdapat antara lokasi 3 dengan 6, lokasi 1 dengan 4, lokasi 1 dengan 5, lokasi 1 dengan 6, lokasi 1 dengan 7, lokasi 4 dengan 5, lokasi 4 dengan 6, lokasi 4 dengan 7, lokasi 5 dengan 6 dan lokasi 6 dengan 7.

Konsentrasi Pb yang dinyatakan berbeda nyata (significant) secara statistik terdapat antara lokasi 2 dengan 3, lokasi 3 dengan 4 , lokasi 4 dengan 5 , dan lokasi 5 dengan 6. Sedangkan konsentrasi Pb yang dinyatakan tidak berbeda nyata (non-significant) secara statistik terdapat antara lokasi 1 dengan 2, lokasi 1 dengan 5, lokasi 2 dengan 5, dan lokasi 6 dengan 7.

Konsentrasi Cd yang dinyatakan berbeda nyata (significant) secara statistik terdapat antara lokasi 1 dengan 2 , lokasi 2 dengan 3, dan lokasi 4 dengan 5. Sedangkan konsentrasi Cd yang dinyatakan tidak berbeda nyata (non-significant) secara statistik terdapat antara lokasi 1 dengan 3, lokasi 3 dengan 4, lokasi 1 dengan 4, lokasi 2 dengan 5, lokasi 5 dengan 6, lokasi 6 dengan 7, lokasi 5 dengan 7, lokasi 2 dengan 6 dan lokasi 2 dengan 7.

Berdasarkan kisaran kadar alamiah pada lampiran 5 (RNO, 1981 dalam Razak, 1986) menunjukkan bahwa batasan kadar logam untuk semua logam dari semua lokasi telah melebihi batas ambang batas yang ditetapkan. Hal yang sama ditunjukkan pada penelitian lain²² terdapat pada lampiran 6.

Kadar Logam Fe, Cu, Pb dan Cd pada Sedimen Danau Maninjau dengan 7 lokasi disekitar keramba jaring apung memiliki kadar yang berbeda. Diperoleh kadar logam Fe berkisar antara 772,775 – 946,785 ppm. Kadar logam Cu berkisar antara

447,917 – 531,444 ppm. Kadar logam Pb berkisar antara 356,809 – 483,474 ppm. Kadar logam Cd berkisar antara 249,677 – 318,947 ppm.

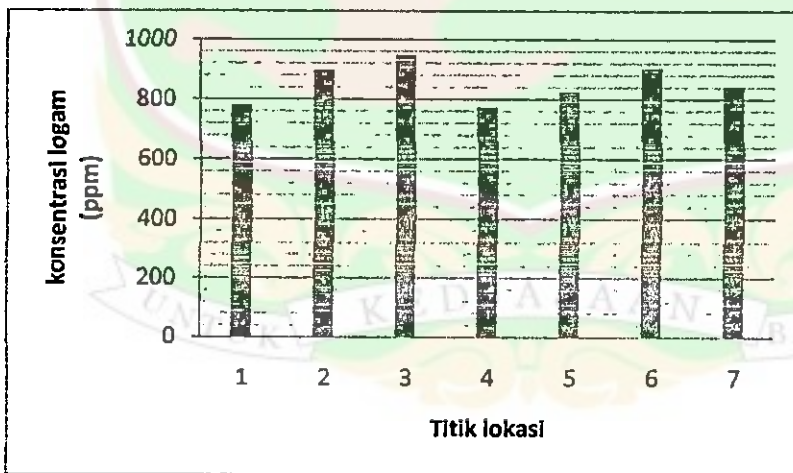
Dari keempat logam tersebut didapatkan bahwa logam Fe yang memiliki konsentrasi paling tinggi. Hal ini disebabkan karena pada sedimen itu sendiri memang telah mengandung Fe sehingga konsentrasi logam Fe tinggi. Hal ini dapat terjadi melalui proses akumulasi bahan-bahan yang tidak larut dalam air yang selanjutnya terendapkan di dasar perairan.

Selain itu Fe juga berasal dari pakan ikan yang petani ikan pada umumnya memberikan pakan ikan (pelet) tidak sesuai aturan, sehingga pakan tersebut tidak termakan oleh ikan mengakibatkan pakan tersebut mengendap di dasar danau.

Kadar logam yang terendah adalah logam Cd. Hal ini disebabkan karena sumber Cd itu sendiri hanya sedikit yang masuk kedalam danau dan biasanya Cd bersumber dari industri plastik dan elektroplating⁴.

4.3 Konsentrasi logam berat Fe, Cu, Pb dan Cd pada sedimen

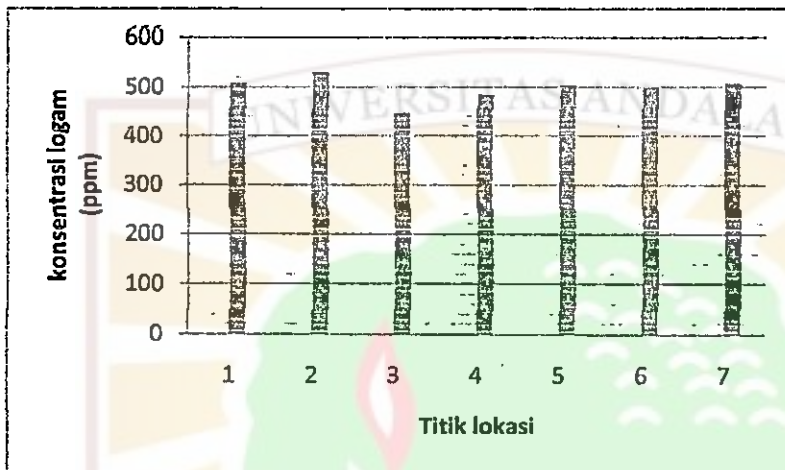
Konsentrasi logam berat yang terdapat pada sedimen jika dinyatakan dalam bentuk diagram batang maka dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Hasil Analisis Konsentrasi Logam Fe pada sedimen di Sekitar Keramba Danau Maninjau

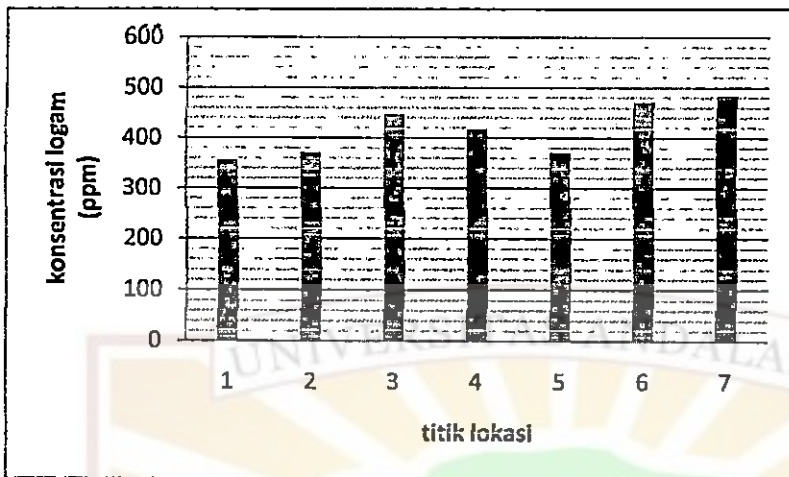
Pada Gambar 3 menunjukkan hasil pengukuran Kadar Logam Fe pada Sedimen

Danau Maninjau dengan 7 lokasi disekitar keramba jaring apung yang berbeda. Diperoleh kadar logam Fe berkisar antara 772,775 – 946,785 ppm. Dari diagram batang terlihat bahwa pada lokasi 3 dan 4 ada perbedaan nyata sesuai seperti pada tabel anova. Sedangkan pada lokasi 1 dan 4 tidak ada perbedaan yang nyata.



Gambar 4. Hasil Analisis Konsentrasi Logam Cu pada sedimen di Keramba Danau Maninjau

Pada Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran Kadar Logam Cu pada Sedimen Danau Maninjau dengan 7 lokasi disekitar keramba jaring apung yang berbeda. Diperoleh kadar logam Cu berkisar antara 447,917 – 531,444 ppm. Dari diagram batang terlihat bahwa pada lokasi 2 dan 3 ada perbedaan nyata sesuai seperti pada tabel anova. Sedangkan pada lokasi 1 dan 4 tidak ada perbedaan yang nyata.



Gambar 5. Hasil Analisis Konsentrasi Logam Pb pada sedimen di Keramba Danau Maninjau

Pada Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran Kadar Logam Pb pada Sedimen Danau Maninjau dengan 7 lokasi disekitar keramba jaring apung yang berbeda. Diperoleh kadar logam Pb berkisar antara 356,809 – 483,474 ppm. Dari diagram batang terlihat bahwa pada lokasi 5 dan 6 ada perbedaan nyata sesuai seperti pada tabel anova. Sedangkan pada lokasi 1 dan 2 tidak ada perbedaan yang nyata.



Gambar 6. Hasil Analisis Konsentrasi Logam Cd pada sedimen di Keramba Danau Maninjau

Pada Gambar 6 menunjukkan hasil pengukuran Kadar Logam Cd pada Sedimen Danau Maninjau dengan 7 lokasi disekitar keramba jaring apung yang berbeda. Diperoleh kadar logam Cd berkisar antara 249,677 – 318,947 ppm. Dari diagram

batang terlihat bahwa pada lokasi 1 dan 2 ada perbedaan nyata sesuai seperti pada tabel anova. Sedangkan pada lokasi 3 dan 4 tidak ada perbedaan yang nyata.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis kandungan logam Fe, Cu, Pb dan Cd dalam sedimen di sekitar keramba jaring apung danau Maninjau, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kandungan logam berat Fe berkisar antara 772,77 – 946,78 ppm, logam Cu berkisar antara 447,92 – 531,44 ppm, logam Pb berkisar antara 356,81 – 483,47 ppm dan logam Cd berkisar antara 249,68 – 318,95 ppm.
2. Dilihat berdasarkan hasil analisis dan dibandingkan dengan kisaran kadar alamiah dalam sedimen (RNO, 1981 dalam Razak, 1986) menunjukkan bahwa batasan kadar logam dari semua lokasi telah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, sehingga air danau Maninjau tidak layak digunakan sebagai tempat budidaya ikan keramba.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka perlu dilakukan :

1. Perlu dilakukan penelitian tentang penentuan logam berat dengan variasi waktu (bulan).
2. Perlu dipertimbangkan jumlah keramba jika sekiranya masih layak digunakan untuk budidaya ikan keramba.

DAFTAR PUSTAKA.

1. Everaarta, JM. *Heavy Metals (Cu, Zn, Pb, Cd) in Sediment of The Save Sea, Eaturine and Coastal areas of East Java and Some Deep Sea areas in :* Netherland Journal of Sea Research 23 (4) : 403 – 413, 1989.
2. Pandia Setiady, Husin Amir dan Masyitah uhrina. *Kimia Lingkungan*. Jakarta. 1996
3. P. W Atkins. *Physical Chemistry*, 5th ed. Oxford University Press, Oxford. 1994.
4. Palar, Heryando. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. 1994.
5. Suhendrayatna. *Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme : Suatu Kajian Kepustakaan*. Kagoshima. Unversity Japan. 2001.
6. B. Nugroho. *Ekologi Mikroba pada Tanah Terkontaminasi Logam Berat*. Makalah Filsafah Sains. Program Pasca Sarjana/ S3. IPB. 2001
7. Oxford. *Kamus Lengkap Kimia*. Erlangga. Jakarta. 1994
8. Juwita Ratna. *Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Cr, Pb dan Fe dalam Sedimen di Perairan Sekitar Balai Budidaya Ikan Pantai (BBIP) Teluk Buo Bungus Teluk Kabung Kota Padang*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Andalas. Padang. 2001.
9. Anwar, A. *Penentuan Kandungan Besi dan Tembaga Dalam Air, Sedimen, Tumbuhan dan Ikan di Lingai Koto Baru dan Galapung Danau Maninjau*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Andalas. Padang. 1996.
10. Frank C, Lu. *Toksikologi Dasar*. Edisi kedua. Jakarta. 1994.
11. H. Razak, *Kisaran Kadar Alamiah Logam Berat dalam Sedimen (Roseau National d'observation)*, LON-LIPI, Jakarta, 1986.
12. Herry, S.Si. *Pengenalan Bahan Baku Pakan Ikan*. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar Sukabumi (BBPBAT Sukabumi). 2008.

13. Mahendra makmur. *Ikan Mati Berlanjut, Petambak Rugi Rp28 Miliar.*_Hal 10. Media Indonesia. Agam, Sumatra Barat. 2010.
14. D. Nurdin. *Penggabungan Cara-Cara Basah Bahan Organik dengan Asam Perklorat.* Jurusan Kimia. FMIPA. Universitas Andalas. Padang. 1982.
15. F. Station Cultery. *The Journal Effect of Gut Sediment Contents on Heavy Metal Uptake by The Polychaeta Arenicola Marina.* University of Aberdeen. 1997
16. F. Station Cultery. *The Journal Effect of Gut Sediment Contens on Heavy Metal Levels in The Amphipod Corophium Volutator (Pallas).* University of Aberdeen. 1999.
17. E. Sugiharto. *Spektrofotometer Serapan Atom.* FIPIA. UGM. Yogyakarta. 1982.
18. *Atomic Absorption Spectrophotometry.* Departement of Scientific Research. The British Museum
19. Day. Jr. R.A., Al Underwood. *Analisa Kimia Kuantitatif.* Edisi IV. Erlangga. Jakarta. 1990.
20. Sugandi. E, Sugiarto. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi Anova.* Andi offset Yogyakarta.1993.
21. Anderson, L. Robert. *Practical Statistic for Analytical Chemist.* Newyork. 1987.
22. Mohamed et al. *The Journal Studies of Some Heavy Metals in Water, Sediment, Fish and Fish Diets in Some Fish Farms in El-Fayoum Province, Egypt.* 2005.

Lampiran 1

Pembuatan larutan standar

- a. larutan standar Fe dibuat dengan variasi konsentrasi 0 ppm ; 2,5 ppm ; 5 ppm ; 10 ppm ; 15 ppm ; 20 ppm

- 999,7 ppm → 99,97 ppm dalam labu 100 ml

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$10 \text{ ml} \cdot 999,7 \text{ ppm} = 100 \text{ ml} \cdot M_2$$

$$M_2 = 99,97 \text{ ppm}$$

Deretan larutan standar 0 ppm ; 2,5 ppm ; 5 ppm ; 10 ppm ; 15 ppm ; 20 ppm dalam labu 50 mL

- 0 ppm

- 2,5 ppm

$$V_2 = \frac{2,5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{99,97 \text{ ppm}}$$

$$= 1,25 \text{ mL}$$

- 5 ppm

$$V_2 = \frac{5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{99,97 \text{ ppm}}$$

$$= 2,5 \text{ mL}$$

- 10 ppm

$$V_2 = \frac{10 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{99,97 \text{ ppm}}$$

$$= 5 \text{ mL}$$

- 15 ppm

$$V_2 = \frac{15 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{99,97 \text{ ppm}}$$

$$= 7,5 \text{ mL}$$

- 20 ppm

$$V_2 = \frac{20 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{99,97 \text{ ppm}}$$

$$= 10 \text{ mL}$$

- b. larutan standar Cu dibuat dengan variasi konsentrasi 0 ppm ; 2 ppm ; 6 ppm ; 8 ppm ; 10 ppm ; 15 ppm

- 1000 ppm → 100 ppm dalam labu 100 ml

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$10 \text{ ml} \cdot 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ ml} \cdot M_2$$

$$M_2 = 100 \text{ ppm}$$

Deretan larutan standar 0 ppm ; 2 ppm ; 6 ppm ; 8 ppm ; 10 ppm ; 15 ppm dalam labu 50 mL

- 0 ppm

- 2 ppm

$$V_2 = \frac{2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 1 \text{ mL}$$

- 6 ppm

$$V_2 = \frac{6 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 3 \text{ mL}$$

- 8 ppm

$$V_2 = \frac{8 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 4 \text{ mL}$$

- 10 ppm

$$V_2 = \frac{10 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 5 \text{ mL}$$

- 15 ppm

$$V_2 = \frac{15 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 7,5 \text{ mL}$$

c. larutan standar Pb dibuat dengan variasi konsentrasi 0 ppm ; 2 ppm ; 4 ppm ; 6 ppm ; 8 ppm ; 10 ppm

- 1001,2 ppm → 100,12 ppm dalam labu 100 ml

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$10 \text{ ml} \cdot 1001,2 \text{ ppm} = 100 \text{ ml} \cdot M_2$$

$$M_2 = 100,12 \text{ ppm}$$

Deretan larutan standar 0 ppm ; 2 ppm ; 4 ppm ; 6 ppm ; 8 ppm ; 10 ppm

dalam labu 50 mL

- 0 ppm

- 2 ppm

$$V_2 = \frac{2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100,12 \text{ ppm}}$$

$$= 0,99 \text{ mL}$$

- 4 ppm

$$V_2 = \frac{4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100,12 \text{ ppm}}$$

$$= 1,99 \text{ mL}$$

- 6 ppm

$$V_2 = \frac{6 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100,12 \text{ ppm}}$$

$$= 2,99 \text{ mL}$$

- 8 ppm

$$V_2 = \frac{8 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100,12 \text{ ppm}}$$

$$= 3,99 \text{ mL}$$

- 10 ppm

$$V_2 = \frac{10 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100,12 \text{ ppm}}$$

$$= 4,99 \text{ mL}$$

d. larutan standar Cd dibuat dengan variasi konsentrasi 0 ppm ; 2 ppm ; 4 ppm ; 6 ppm ; 8 ppm ; 10 ppm

- 1000 ppm → 100 ppm dalam labu 100 ml

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$10 \text{ ml} \cdot 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ ml} \cdot M_2$$

$$M_2 = 100 \text{ ppm}$$

Deretan larutan standar 0 ppm ; 2 ppm ; 4 ppm ; 6 ppm ; 8 ppm ; 10 ppm dalam labu 50 mL.

- 0 ppm
- 2 ppm

$$V_2 = \frac{2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 1 \text{ mL}$$

- 4 ppm

$$V_2 = \frac{4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 2 \text{ mL}$$

- 6 ppm

$$V_2 = \frac{6 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 3 \text{ mL}$$

- 8 ppm

$$V_2 = \frac{8 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 4 \text{ mL}$$

- 10 ppm
 $V_2 = \frac{10 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$
 $= 5 \text{ mL}$



Lampiran 2

Perhitungan persamaan regresi

Tabel 4. Hasil pengukuran larutan standar Fe

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0,000
2,5	0,078
5,0	0,160
10,0	0,320
15,0	0,473
20,0	0,630

no	Standar (x)	Absorban (y)	xy	x ²	y ²
1	0	0,000	0	0	0
2	2,5	0,078	0,195	6,25	0,0061
3	5,0	0,160	0,8	25	0,0256
4	10,0	0,320	3,2	100	0,1024
5	15,0	0,473	7,095	225	0,2237
6	20,0	0,630	12,6	400	0,3969
Σ =	52,5	1,661	23,89	756,25	0,7547

$$y' = 0,2768$$

$$x' = 8,75$$

y' = absorban rata-rata

x' = konsentrasi rata-rata

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

$$= \frac{6 \times 23,89 - 52,5 \times 1,661}{6 \times 756,25 - (52,5)^2}$$

$$= \frac{6 \times 23,89 - 52,5 \times 1,661}{6 \times 756,25 - (52,5)^2}$$

$$= \frac{6 \times 23,89 - 52,5 \times 1,661}{6 \times 756,25 - (52,5)^2}$$

$$= 0,031$$

$$A = y' - Bx'$$

$$= 0,2768 - 0,031 (8,75)$$

$$= 0,001$$

$$y = 0,031x - 0,001$$

Tabel 5. Hasil pengukuran larutan standar Cu

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0,000
2,0	0,080
6,0	0,232
8,0	0,315
10,0	0,378
15,0	0,550

no	Standar (x)	Absorban (y)	xy	x ²	y ²
1	0	0,000	0	0	0
2	2,0	0,080	0,16	4	0,0064
3	6,0	0,232	1,392	36	0,0538
4	8,0	0,315	2,52	64	0,0992
5	10,0	0,378	3,78	100	0,1429
6	15,0	0,550	8,25	225	0,3025
Σ =	41	1,555	16,102	429	0,6048

$$y' = 0,2592$$

$$x' = 6,8333$$

$$y' = \text{absorban rata-rata}$$

$$x' = \text{konsentrasi rata-rata}$$

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

$$= \frac{6 \times 16,102 - 41 \times 1,555}{6 \times 429 - (41)^2}$$

$$= \frac{6 \times 429 - (41)^2}{6 \times 429 - (41)^2}$$

$$= 0,036$$

$$A = y' - Bx'$$

$$= 0,2592 - 0,036 (6,8333)$$

$$= 0,007$$

$$y = 0,036 x - 0,007$$

Tabel 6. Hasil pengukuran larutan standar Pb

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0,000
2,0	0,055
4,0	0,120
6,0	0,175
8,0	0,230
10,0	0,285

no	Standar (x)	Absorban (y)	xy	x ²	y ²
1	0	0,000	0	0	0
2	2,0	0,055	0,11	4	0,0030
3	4,0	0,120	0,48	16	0,0144
4	6,0	0,175	1,05	36	0,0306
5	8,0	0,230	1,84	64	0,0529
6	10,0	0,285	2,85	100	0,0812
Σ =	30	0,865	6,33	220	0,1821

$$y' = 0,1442$$

$$x' = 5$$

y' = absorban rata-rata

x' = konsentrasi rata-rata

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

$$= \frac{6 \times 6,33 - 30 \times 0,865}{6 \times 220 - (30)^2}$$

$$= 0,028$$

$$A = y' - Bx'$$

$$= 0,1442 - 0,028 (5)$$

$$= 0,001$$

$$y = 0,028 x - 0,001$$

Tabel 7. Hasil pengukuran larutan standar Cd

Larutan Standar (mg/L)	Absorban
0	0,000
2,0	0,102
4,0	0,189
6,0	0,264
8,0	0,345
10,0	0,430

no	Standar (x)	Absorban (y)	xy	x ²	y ²
1	0	0,000	0	0	0
2	2,0	0,102	0,204	4	0,0104
3	4,0	0,189	0,756	16	0,0357
4	6,0	0,264	1,584	36	0,0697
5	8,0	0,345	2,76	64	0,1190
6	10,0	0,430	4,3	100	0,1849
Σ =	30	1,33	9,604	220	0,4197

$$y' = 0,2217$$

$$x' = 5$$

y' = absorban rata-rata

x' = konsentrasi rata-rata

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

$$= \frac{6 \times 9,604 - 30 \times 1,33}{6 \times 220 - (30)^2}$$

$$= 0,0422$$

$$A = y' - Bx'$$

$$= 0,2217 - 0,0422 (5)$$

$$= 0,010$$

$$y = 0,042 x - 0,010$$

Lampiran 3

Perhitungan konsentrasi sampel

- a. Persamaan regresi Fe $y = 0,031 x + 0,001$
Absorban Fe = 0,487
Absorban blanko = 0,003
Volume pengenceran (A)m = 25 ml
Massa sampel (W) = 0,503 g

Fe pada blanko

$$y = 0,031 x + 0,001$$

$$0,003 = 0,031 x + 0,001$$

$$X = 0,064$$

Fe pada sampel

$$Y = 0,031 x + 0,001$$

$$0,487 = 0,031 x + 0,001$$

$$X = 15,677$$

$$\text{Kadar Fe} = (\text{Fe pada sampel} - \text{Fe pada blanko}) \times \frac{A}{W}$$

$$= (15,677 - 0,064) \text{ mg/L} \times \frac{25 \text{ mL}}{0,503 \text{ g}}$$

$$= 15,603 \text{ } \mu\text{g/mL} \times \frac{25 \text{ mL}}{0,503 \text{ g}}$$

$$= 775,497 \text{ } \mu\text{g/g}$$

$$= 775,497 \text{ mg/kg}$$



Lampiran 4

Penentuan standar deviasi (SD) dan uji ANOVA

Tabel 8. Data hasil analisis logam Fe untuk uji SD pada lokasi 1

ulangan	absorban	Konsentrasi (mg/L)
1	0,487	775,497
2	0,493	785,636

ulangan	Konsentrasi (x)	$x-x'$	$(x-x')^2$
1	775,497	-5,069	25,695
2	785,636	5,07	25,705
	$x' = 780,566$		$\Sigma = 51,4$

x' = konsentrasi rata-rata

$$SD = \frac{\sqrt{\Sigma (x - x')^2}}{n - 1}$$

$n - 1$

$$= \frac{\sqrt{51,4}}{2 - 1}$$

$2 - 1$

$$= 7,169$$

Data hasil analisis logam Fe untuk uji SD pada lokasi 2

ulangan	Absorban	Konsentrasi (mg/L)
1	0,564	906,663
2	0,558	891,633

ulangan	Konsentrasi (x)	$x-x'$	$(x-x')^2$
1	906,663	7,515	56,475
2	891,633	-7,515	56,475
	$x' = 899,148$		$\Sigma = 112,95$

x' = konsentrasi rata-rata

$$SD = \frac{\sqrt{\Sigma (x - x')^2}}{n - 1}$$

$n - 1$

$$= \frac{\sqrt{112,95}}{2 - 1}$$

$2 - 1$

$$= 10,628$$

Data hasil analisis logam Fe untuk uji SD pada lokasi 3

ulangan	Absorban	Konsentrasi (mg/L)
1	0,592	951,904
2	0,588	941,667

Ulangan	Konsentrasi (x)	x-x'	(x-x') ²
1	951,904	5,119	26,204
2	941,667	-5,118	26,194
	x' = 946,785		Σ = 52,398

x' = konsentrasi rata-rata

$$\begin{aligned}
 SD &= \frac{\sqrt{\Sigma (x - x')^2}}{n - 1} \\
 &= \frac{\sqrt{52,398}}{2 - 1} \\
 &= 7,239
 \end{aligned}$$

Data hasil analisis logam Fe untuk uji SD pada lokasi 4

ulangan	absorban	Konsentrasi (mg/L)
1	0,480	764,811
2	0,488	780,739

Ulangan	Konsentrasi (x)	x-x'	(x-x') ²
1	764,811	-7,964	63,425
2	780,739	7,964	63,425
	x' = 772,775		Σ = 126,85

x' = konsentrasi rata-rata

$$\begin{aligned}
 SD &= \frac{\sqrt{\Sigma (x - x')^2}}{n - 1} \\
 &= \frac{\sqrt{126,85}}{2 - 1} \\
 &= 11,263
 \end{aligned}$$

Data hasil analisis logam Fe untuk uji SD pada lokasi 5

ulangan	Absorban	Konsentrasi (mg/L)
1	0,512	814,484
2	0,522	837,100

ulangan	Konsentrasi (x)	x-x'	(x-x') ²
1	814,484	-11,308	127,871
2	837,100	11,308	127,871
	x' = 825,792		Σ = 255,742

x' = konsentrasi rata-rata

$$\begin{aligned}
 SD &= \frac{\sqrt{\Sigma (x - x')^2}}{n - 1} \\
 &= \frac{\sqrt{255,742}}{2 - 1} \\
 &= 15,992
 \end{aligned}$$

Data hasil analisis logam Fe untuk uji SD pada lokasi 6

ulangan	Absorban	Konsentrasi (mg/L)
1	0,564	901,245
2	0,572	910,466

ulangan	Konsentrasi (x)	x-x'	(x-x') ²
1	901,245	-4,61	21,252
2	910,466	4,611	21,261
	x' = 905,855		Σ = 42,513

x' = konsentrasi rata-rata

$$\begin{aligned}
 SD &= \frac{\sqrt{\Sigma (x - x')^2}}{n - 1} \\
 &= \frac{\sqrt{42,513}}{2 - 1} \\
 &= 6,520
 \end{aligned}$$

Data hasil analisis logam Fe untuk uji SD pada lokasi 7

ulangan	absorban	Konsentrasi (mg/L)
1	0,521	835,500
2	0,532	851,547

ulangan	Konsentrasi (x)	x-x'	(x-x') ²
1	835,500	-8,023	64,368
2	851,547	8,024	64,384
	x' = 843,523		Σ = 128,752

x' = konsentrasi rata-rata

$$\begin{aligned}
 SD &= \frac{\sqrt{\Sigma (x-x')^2}}{n-1} \\
 &= \frac{\sqrt{128,752}}{2-1} \\
 &= 11,347
 \end{aligned}$$

Tabel 9. Hasil analisa anova pada penentuan konsentrasi logam Fe

Lokasi							
1	2	3	4	5	6	7	Σ=
775,497	906,663	951,904	764,811	814,484	901,245	835,5	5950,1
785,636	891,633	941,667	780,739	837,1	910,466	851,547	5998,79
Σ=1561,13	1798,3	1893,57	1545,55	1651,58	1811,71	1687,05	11948,9

$$\begin{aligned}
 \text{a. SSc} &= \frac{1561,13^2}{2} + \frac{1798,3^2}{2} + \frac{1893,57^2}{2} + \frac{1545,55^2}{2} + \frac{1651,58^2}{2} + \frac{1811,71^2}{2} + \\
 &\quad \frac{1687,05^2}{2} - \frac{11948,9^2}{14} \\
 &= 52443,819
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. SSt} &= 775,497^2 + 785,636^2 + 906,663^2 + 891,633^2 + 951,904^2 + \\
 &\quad 941,667^2 + 764,811^2 + 780,739^2 + 814,484^2 + 837,1^2 + 901,245^2 + \\
 &\quad 910,466^2 + 835,5^2 + 851,547^2 - \frac{11948,9^2}{14} \\
 &= 53217,166
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } SS_w &= SS_t - SS_c \\
 &= 53217,166 - 52443,819 \\
 &= 773,347
 \end{aligned}$$

Tabel ANOVA :

Sumber	SS	DF	MS
- antar lokasi	52443,819	6	8740,636
- pengulangan	773,347	7	110,478
- Total	53217,166	13	

$$\text{Uji } F_h = \frac{8740,636}{110,478} = 79,116$$

$$F_t = 0,05 \cdot 6,7 = 3,87$$

$F_h > F_t \rightarrow$ ada perbedaan yang signifikan.

$$\begin{aligned}
 SP &= \frac{\sqrt{110,478}}{2} \\
 &= 5,255
 \end{aligned}$$

Uji Dunchan

Lokasi	4	1	5	7	2	6	3
x'	772,775	780,566	825,792	843,523	899,148	905,855	946,785

$$3 - 4 = 174,01$$

$$3 - 5 = 120,993$$

$$3 - 2 = 47,637$$

$$6 - 4 = 133,08$$

$$6 - 5 = 80,063$$

$$6 - 2 = 6,707$$

$$2 - 1 = 118,582$$

$$2 - 7 = 55,625$$

$$3 - 1 = 166,219$$

$$3 - 7 = 103,262$$

$$3 - 6 = 40,93$$

$$6 - 1 = 125,289$$

$$6 - 7 = 62,332$$

$$2 - 4 = 126,373$$

$$2 - 5 = 73,356$$

$$7 - 4 = 70,748$$

$7 - 1 = 62,957$

$7 - 5 = 17,73$

$5 - 4 = 53,017$

$5 - 1 = 45,226$

$1 - 4 = 7,791$

$\alpha = 0,05 (95 \%)$

	Sampel ke					
	2	3	4	5	6	7
SR	3,35	3,47	3,54	3,58	3,60	3,61
SR x SP	17,604	18,235	18,603	18,813	18,918	18,970

$3 - 4 = 174,01 > 18,970 = S$

$3 - 1 = 166,219 > 18,918 = S$

$3 - 5 = 120,993 > 18,813 = S$

$3 - 7 = 103,262 > 18,603 = S$

$3 - 2 = 47,637 > 18,235 = S$

$3 - 6 = 40,93 > 17,604 = S$

$6 - 4 = 133,08 > 18,970 = S$

$6 - 1 = 125,289 > 18,918 = S$

$6 - 5 = 80,063 > 18,813 = S$

$6 - 7 = 62,332 > 18,603 = S$

$6 - 2 = 6,707 < 18,235 = NS$

$2 - 4 = 126,373 > 18,970 = S$

$2 - 1 = 118,582 > 18,918 = S$

$2 - 5 = 73,356 > 18,813 = S$

$2 - 7 = 55,625 > 18,603 = S$

$7 - 4 = 70,748 > 18,970 = S$

$7 - 1 = 62,957 > 18,918 = S$

$7 - 5 = 17,731 < 18,813 = NS$

$5 - 4 = 53,017 > 18,970 = S$

$5 - 1 = 45,226 > 18,918 = S$

$1 - 4 = 7,791 < 18,970 = NS$

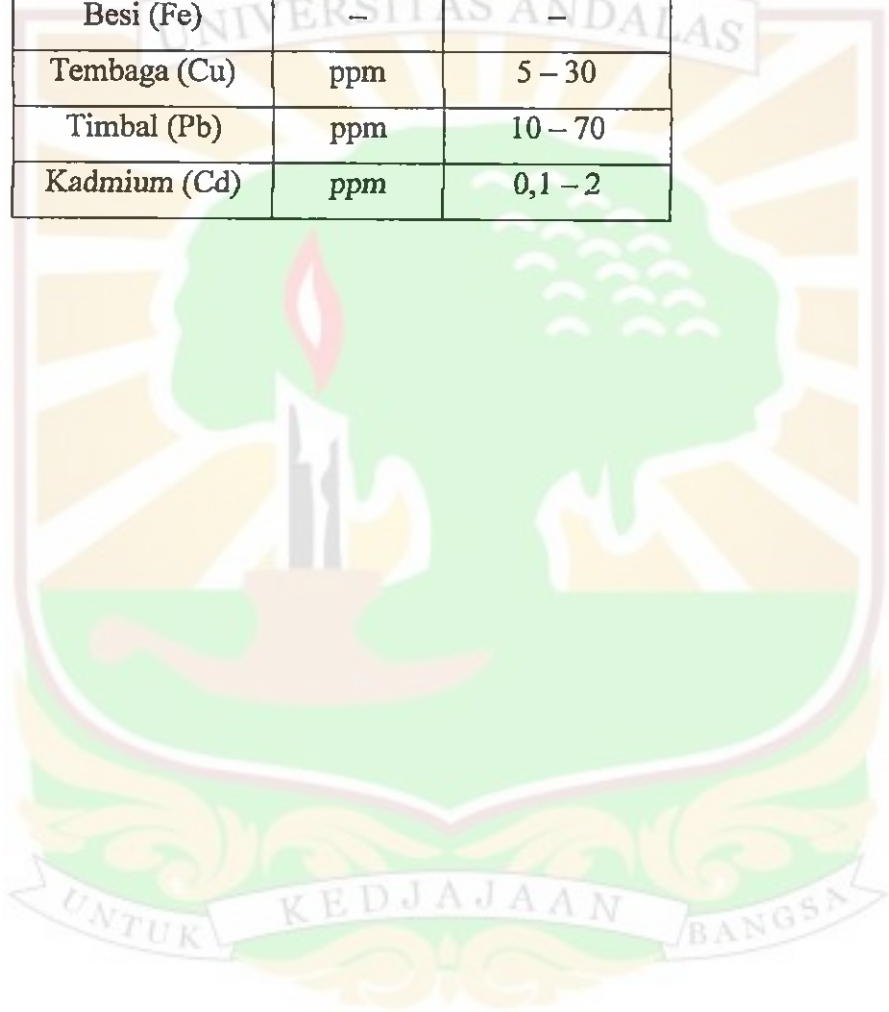
Lokasi	1	2	3	4	5	6	7
konsentrasi	780,57 ^a	899,15 ^c	946,78 ^d	772,77 ^a	825,79 ^b	905,85 ^c	843,52 ^b

Lampiran 5

Kisaran Kadar Logam Berat Dalam Sedimen

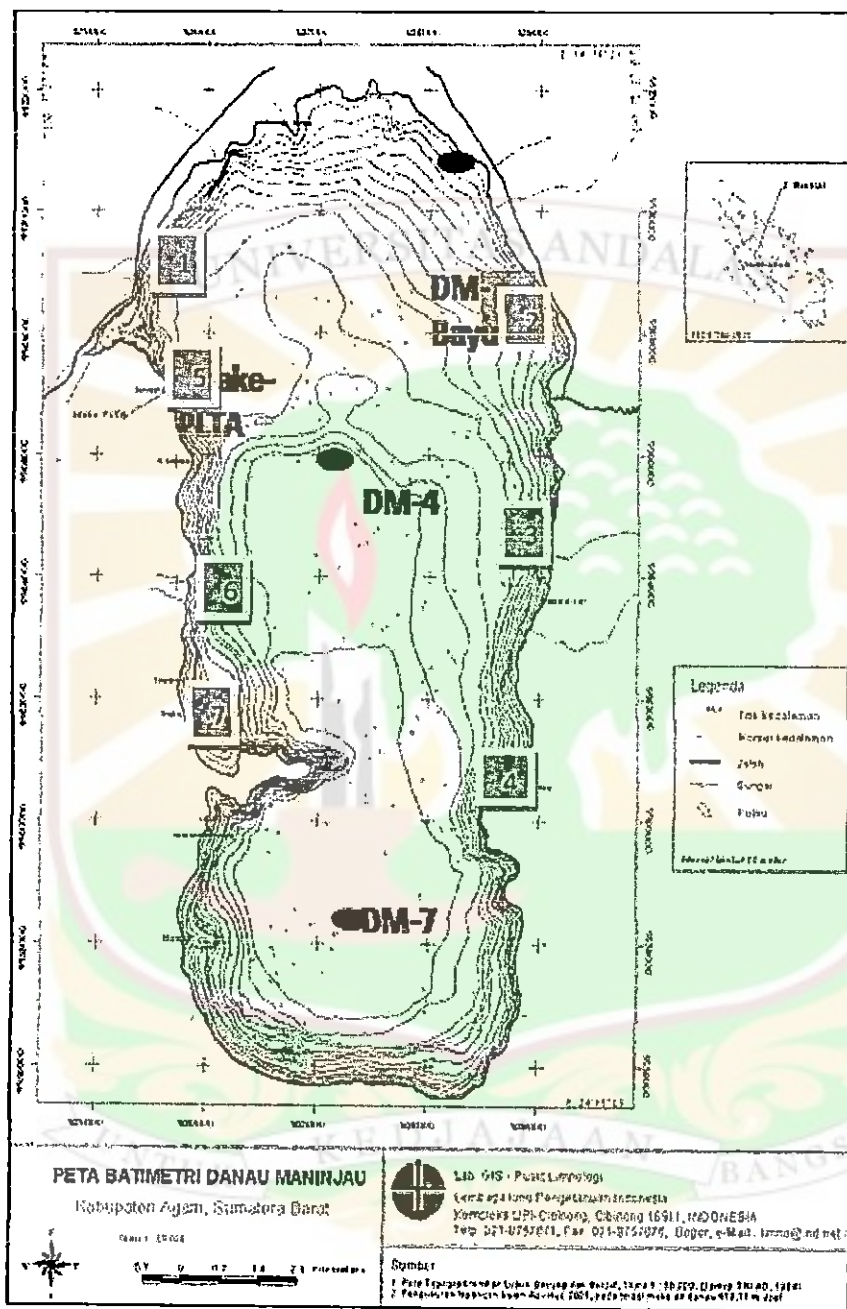
Kisaran kadar alamiah beberapa logam berat yang dikutip dari RNO,1981 dalam Razak, 1986.

parameter	satuan	Batas maksimum
Besi (Fe)	–	–
Tembaga (Cu)	ppm	5 – 30
Timbal (Pb)	ppm	10 – 70
Kadmium (Cd)	ppm	0,1 – 2



Lampiran 6

Gambar 7. Peta Lokasi Pengambilan Sampel



Lampiran 7

Data dari penelitian Mohamed et al. Studies of Some Heavy Metals in Water, Sediment, Fish and Fish Diets in Some Fish Farms in El-Fayoum Province, Egypt

Table (3): Seasonal variations of Fe, Mn, Cu, Zn, Pb and Cd ($\mu\text{g/g}$) in the sediment of the studied area during 2003

Metal	Stations	Winter	Spring	Summer	Autumn	Mean value
Iron (Fe)	El-Shoura	5210	4770	4830	4890	4930
	Gouda_1	4070	3380	3830	3910	3800
	Gouda_2	3060	2850	2550	2850	2830
	Shalakani	3100	3050	2620	2950	2930
	Dayr El-Berka	7900	7260	5890	5210	6570
	El-Wadi Drain	7600	7130	6380	5620	6680
Manganese (Mn)	El-Shoura	723	548	603	592	617
	Gouda_1	302	463	432	473	468
	Gouda_2	377	332	301	325	334
	Shalakani	446	429	382	352	402
	Dayr El-Berka	700	586	606	656	637
	El Wadi Drain	632	562	578	562	581
Copper (Cu)	El-Shoura	33.2	29.2	28.9	30.6	30.5
	Gouda_1	37.0	27.1	28.8	37.0	30.0
	Gouda_2	28.7	24.3	27.5	26.9	26.9
	Shalakani	30.2	24.2	26.1	27.5	27.0
	Dayr El-Berka	50.3	49.4	40.7	45.6	46.5
	El-Wadi Drain	38.4	37.7	39.3	41.5	39.2
Zinc (Zn $\mu\text{g/g}$)	El Shoura	128.0	139.0	113.0	118.0	139.5
	Gouda_1	180.0	165.0	175.0	144.0	166.0
	Gouda_2	125.0	140.0	155.0	135.0	138.8
	Shalakani	165.0	199.0	185.0	205.0	188.5
	Dayr El-Berka	255.0	248.0	315.0	235.0	263.3
	El-Wadi Drain	217.0	215.0	235.0	204.0	217.8
Lead (Pb)	El-Shoura	36.5	28.8	32.6	34.4	33.1
	Gouda_1	27.2	23.8	27.5	30.2	27.2
	Gouda_2	29.6	27.1	28.9	32.7	29.6
	Shalakani	23.8	19.0	20.2	22.1	21.1
	Dayr El-Berka	25.3	24.2	23.8	28.9	25.6
	El-Wadi Drain	15.2	14.2	16.6	18.1	16.0
Cadmium (Cd)	El-Shoura	5.2	4.1	4.6	4.7	4.7
	Gouda_1	5.0	4.0	4.3	4.6	4.5
	Gouda_2	4.1	3.6	3.3	3.6	3.7
	Shalakani	4.7	4.2	3.9	4.1	4.2
	Dayr El-Berka	10.8	9.3	8.7	8.8	9.4
	El-Wadi Drain	9.6	8.1	7.5	7.8	8.3