

**SPEIASI LOGAM Cr dan Zn DI MUARA SUNGAI CILIWUNG
SUNDA KELAPA, MUARA SUNGAI TIRAM MARUNDA, DAN
MUARA SUNGAI TAWAR**

**Yogananda
0305230556**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM EKSTENSI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
DEPOK
2008**

**SPEIASI LOGAM Cr dan Zn DI MUARA SUNGAI CILIWUNG
SUNDA KELAPA, MUARA SUNGAI TIRAM MARUNDA, DAN
MUARA SUNGAI TAWAR**

**Skripsi diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

Oleh :

Yogananda

0305230556



DEPOK

2008

SKRIPSI : SPESIASI LOGAM Cr dan Zn DI MUARA SUNGAI
CILIWUNG SUNDA KELAPA, MUARA SUNGAI TIRAM
MARUNDA, DAN MUARA SUNGAI TAWAR

NAMA : Yogananda

NPM : 0305230556

SKRIPSI INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI

DEPOK, JULI 2008

Drs. Sunardi M.Si
PEMBIMBING I

Dra. Noverita Dian Takarina, M.Sc
PEMBIMBING II

Tanggal lulus Ujian Sidang Sarjana :

Penguji I : Dr. Jarnuzi Gunlazuardi M.Sc. ()

Penguji II : Dra. Tresye Utari M.Si ()

Penguji III : Dr. Asep Saefumillah M.Si. ()

ABSTRAK

SPESIASI LOGAM Cr dan Zn DI MUARA SUNGAI CILIWUNG SUNDA KELAPA, MUARA SUNGAI TIRAM MARUNDA, DAN MUARA SUNGAI TAWAR

ix + 72 hal:gbr,lamp,tabel.

Teluk Jakarta merupakan tempat berkumpulnya beberapa muara sungai. Di sekitar sungai-sungai tersebut banyak terdapat perindustrian yang di duga membuang limbahnya ke badan sungai. Akibatnya memberikan efek negatif terhadap kehidupan di sekitar Jakarta dan dapat terjadi penimbunan logam-logam berat dalam sedimen yang terbawa sampai ke teluk Jakarta.

Studi kali ini akan mempelajari kontaminasi logam berat di dalam sedimen yang diambil diperairan muara sungai yang mengalir menuju ke Teluk Jakarta dengan menggunakan prosedur ekstraksi bertahap (sequential extraction). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi logam berat Cr dan Zn di perairan dan untuk mengetahui persentase fraksi dari tiap logam tersebut di dalam sedimen yang bersifat "Weak Acid Soluble Fraction", "Easily Reducible Fraction", "Moderately Reducible Fraction", "Organically-Bound Fraction", dan residual atau "Lithogenic Fraction".

Pada penelitian ini diperoleh data tingkat pencemaran tertinggi logam Cr pada Msk3 dengan konsentrasi total sekitar 80 ppm, dan terendah pada Mtw1 dengan konsentrasi sekitar 40 ppm. Daerah dengan tingkat pencemaran tertinggi logam Zn berada pada lokasi Mtr1 sebesar 270 dan terendah pada Mtr2 dengan konsentrasi sebesar 100 ppm. Distribusi fraksi labil logam Cr dan logam Zn berturut - turut yang dapat tersedia untuk biota potensial pada muara Teluk Jakarta khususnya di muara Tiram, muara Tawar dan muara Sunda Kelapa berkisar antara 30% – 55% dan 25% - 60%

Kata kunci: Sedimen, Ekstraksi Bertahap, Logam Cr, Logam Zn.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Masalah penelitian.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.4. Metode penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Spesiasi Logam	5
2.2. Ekstraksi Bertahap (<i>Sequential Extraction</i>).....	5
2.2.1. Fraksi Terlarut Asam Lemah (<i>Weak Acid Soluble Fraction</i>).....	7
2.2.2. Fraksi tereduksi (<i>Easy and Moderate reducible fraction</i>).....	8
2.2.3. Terikat pada bahan bahan organik (<i>Oxidisable fraction</i>)..	9
2.2.4. Terikat pada bagian aminosilicate (<i>Lithogenic Fraction</i>).....	11
2.3. Logam Berat.....	12

2.3.1. Logam Cr (krom).....	12
2.3.1.1. Sifat Kimia dan Fisika Logam Cr.....	12
2.3.1.2. Distribusi Logam Cr di Lingkungan.....	13
2.3.2 Logam Zn (Zinc).....	14
2.3.2.1. Sifat Kimia dan Fisika Logam Zn.....	14
2.3.2.2. Distribusi Logam Zn di Lingkungan.....	15
2.4. Sedimen.....	16
BAB III CARA KERJA	
3.1. Desain Penelitian.....	21
3.2. Metode Penelitian.....	21
3.3. Alat dan Bahan.....	22
3.3.1. Alat.....	22
3.3.2. Bahan.....	22
3.4. Cara kerja.....	23
3.4.1. Preparasi Sampel.....	23
3.4.2. Destruksi Total.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Lokasi Pengambilan Sampel.....	29
4.2. Fraksi Terlarut Asam Lemah (<i>Weak Acid Soluble Fraction</i>).....	29
4.3. Fraksi Mudah Tereduksi (<i>Easily Reducible</i>).....	32
4.4. Fraksi Tereduksi Menengah (<i>Moderately Reducible</i>).....	35
4.5. Fraksi Terikat Dengan Bahan Organik (<i>Bound to Organic Matter</i>).....	38

4.6. Fraksi Residual (<i>Lithogenic Fraction</i>).....	40
4.7. Persentase Sebaran Tiap Fraksi.....	43
4.8. Sebaran logam Cr dan Zn di muara Teluk Jakarta.....	47
4.9. Destruksi Total.....	49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	53
5.2. Saran.....	53

DAFTAR PUSTAKA.....

LAMPIRAN.....



DAFTAR GAMBAR

Halaman

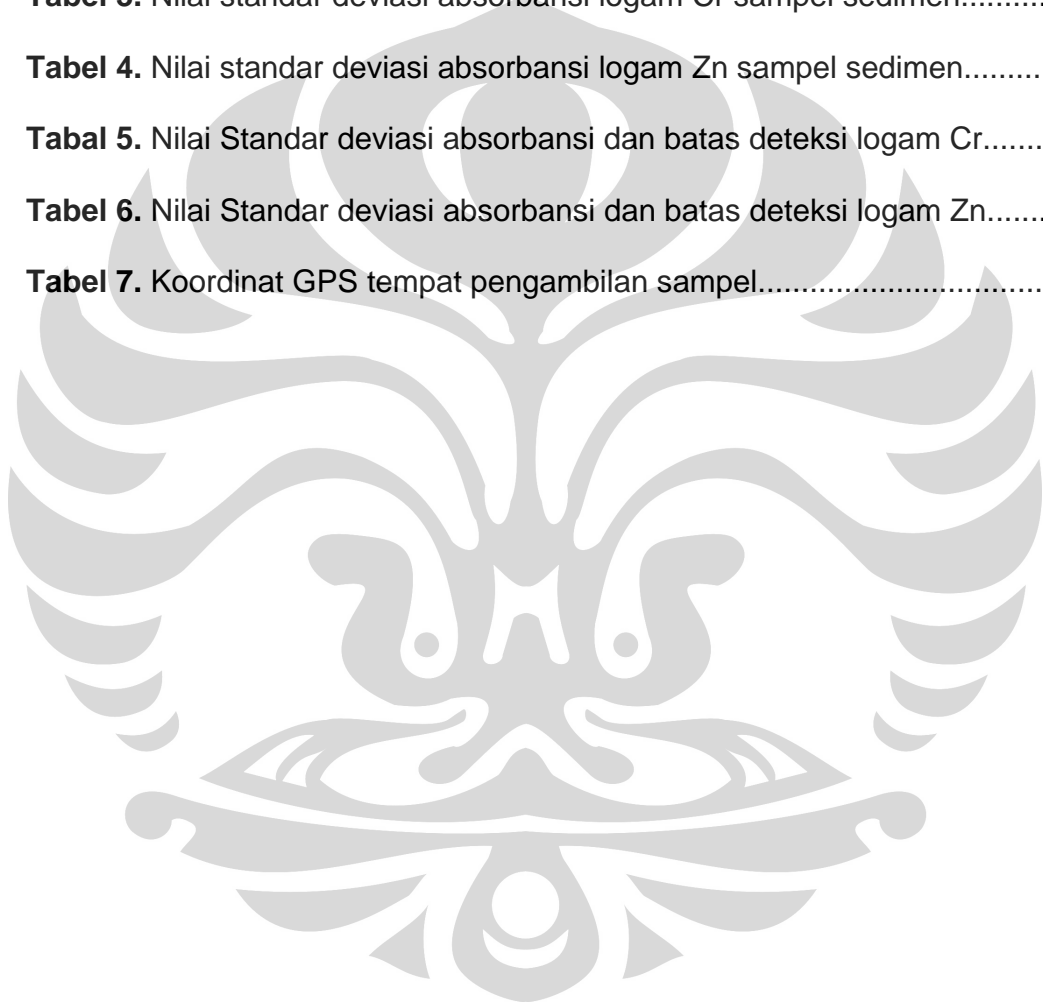
Gambar 1. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Cr fraksi 1.....	30
Gambar 2. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Zn fraksi 1.....	32
Gambar 3. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Cr fraksi 2.....	33
Gambar 4. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Zn fraksi 2.....	34
Gambar 5. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Cr fraksi 3.....	36
Gambar 6. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Zn fraksi 3.....	37
Gambar 7. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Cr fraksi 4.....	39
Gambar 8. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Zn fraksi 4.....	40
Gambar 9. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Cr fraksi 5.....	42
Gambar 10. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Zn fraksi 5.....	43
Gambar 11. Persentase logam Cr di sedimen.....	45
Gambar 12. Persentase logam Zn di sedimen.....	46
Gambar 13. Kandungan total logam Cr berdasarkan ekstraksi bertahap.....	48
Gambar 14. Kandungan total logam Zn berdasarkan ekstraksi bertahap....	49
Gambar 15. Perbandingan kandungan total logam Cr berdasarkan ekstraksi bertahap dan destruksi total.....	50
Gambar 16. Perbandingan kandungan total logam Zn berdasarkan ekstraksi bertahap dan destruksi total.....	51
Gambar 17. Peta Lokasi sampling Msk1, Msk2, dan Msk3.....	59
Gambar 18. Peta Lokasi sampling Mtr1, Mtr2, dan Mtr3.....	60
Gambar 19. Peta Lokasi Sampling Mtw1, Mtw2, dan Mtw3.....	61
Gambar 20. Filtrat sampel fraksi 1, 2, 3, 4, 5 yang siap dianalisa	67

Gambar 21. Alat Ekman grab dan Petersen Grab.....	68
Gambar 22. Sedimen dari berbagai muara.....	69
Gambar 23. Peta lokasi sampling Pj1 dan Pj2.....	71
Gambar 24. Peta lokasi sampling Ch1 dan Ch2	72



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai konsentrasi logam Cr di tiap fraksi (dalam ppm).....	62
Tabel 2. Nilai konsentrasi logam Zn di tiap fraksi (dalam ppm).....	62
Tabel 3. Nilai standar deviasi absorbansi logam Cr sampel sedimen.....	63
Tabel 4. Nilai standar deviasi absorbansi logam Zn sampel sedimen.....	64
Tabel 5. Nilai Standar deviasi absorbansi dan batas deteksi logam Cr.....	65
Tabel 6. Nilai Standar deviasi absorbansi dan batas deteksi logam Zn.....	66
Tabel 7. Koordinat GPS tempat pengambilan sampel.....	70



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teluk Jakarta merupakan tempat berkumpulnya beberapa muara sungai. Di sekitar sungai-sungai tersebut banyak terdapat perindustrian yang diduga membuang limbahnya ke badan sungai. Akibatnya memberikan efek negatif terhadap kehidupan disekitar Jakarta dan dapat terjadi penimbunan logam-logam berat dalam sedimen yang terbawa sampai ke teluk Jakarta.

Sedimen berperan sebagai tujuan akhir tempat penampungan dari logam-logam, dan memiliki potensi pelepasan zat-zat pencemar tersebut kedalam kolom air yang di sertai perubahan kondisi fisikokimia. Studi tentang kontaminasi logam berat dari sedimen untuk memonitor pencemaran industri mulai di kembangkan dengan proses ekstraksi bertahap (*sequential extraction*), bermoda metoda awal dari Tessier *et.al* (1979)⁽¹⁾ yang kemudian dikembangkan oleh beberapa orang hingga saat ini. Informasi mengenai konsentrasi fraksinasi akan terlihat lebih teliti jika dibandingkan dengan proses penghitungan kandungan total, dimana kandungan total tidak cukup untuk memahami tingkah laku dari logam berat dilingkungan. Hal ini dikarenakan hanya fraksi-fraksi tertentu dari kandungan total tersebut yang tersedia untuk proses biologi atau diagenesis.

Perkembangan industri di kota Jakarta meningkatkan kemungkinan bertambahnya buangan limbah industri ke sungai, yang selanjutnya menuju

ke laut. Menurut data BPLHD pada tahun 2007, jumlah industri yang membuang limbahnya ke teluk Jakarta lebih dari 1800 industri. Akhir-akhir ini, karena berkembangnya ekonomi dan bertambahnya jumlah penduduk, jumlah industri meningkat. Beberapa diantaranya menggunakan logam berat dalam proses produksinya (Hutagalung, 1994).

Studi kali ini akan mempelajari kontaminasi logam berat didalam sedimen yang diambil diperairan muara sungai yang mengalir menuju ke Teluk Jakarta dengan menggunakan prosedur ekstraksi bertahap (sequential extraction). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi logam berat Cr dan Zn di perairan dan untuk mengetahui persentase fraksi dari tiap logam tersebut di dalam sedimen yang bersifat "Weak Acid soluble fraction", "Easily Reducible fraction", "Moderately Reducible Fraction", "Organically-bound fraction", dan residual atau "Lithogenic Fraction"

Objek penelitian yang dilakukan adalah logam berat Cr dan Zn dalam sedimen perairan di muara-muara sungai yang berada di teluk Jakarta. Melalui penelitian sebelumnya diketahui kadar Zn mencapai titik tertinggi pada fraksi 5 di muara kamal dengan kadar sebesar 468 ppm⁽³⁾ dan kadar Cr tertinggi dipada fraksi 5 di muara karang dengan kadar sebesar 51,5 ppm⁽⁴⁾. Sebagaimana diketahui bahwa muara sebagai tempat penimbunan tunggal dan terbesar dari logam berat dapat menimbulkan masalah-masalah lingkungan yang kompleks dan selayaknya dapat ditangani segera. Ironisnya, estuaria atau perairan dekat pantai merupakan habitat bagi sejumlah

organisme, baik yang bernilai ekonomis dan ekologis, ada yang resisten dan ada juga yang sensitif.

1.2 Masalah penelitian

Permasalahan yang perlu disampaikan antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimana distribusi logam berat Cr dan Zn di muara/Teluk Jakarta.
2. Seberapa besar persen masing-masing fraksi logam Cr dan Zn dalam sedimen terekstraksi, baik yang bersifat:
 - a. Mudah larut dalam asam lemah "Weak Acid Soluble fraction"
 - b. Mudah tereduksi "Easily reducible fraction"
 - c. Tereeduksi menengah "Moderately Reducible Fraction"
 - d. Terikat pada bahan organik "Bound to Organic Matter"
 - e. Terikat pada bagian aluminosilicate "Lithogenic Fraction"

1.3 Tujuan Penelitian

Target yang ingin dicapai adalah perolehan data tentang persentase fraksi yang tersedia bagi biota, teridentifikasinya sumber pencemar yang kemungkinan tidak terdeteksi jika menggunakan metode analisa kandungan logam berat total, dihasilkannya studi tentang spesiasi fraksinasi di Teluk Jakarta, serta dapat meningkatkan selektifitas dan spesifitas metoda yang digunakan.

Dengan diketahuinya proporsi dari fraksi-fraksi dalam sedimen akan bisa diperkirakan resiko terjadinya masukan logam berat oleh biota potensial, terutama biota yang bisa dikonsumsi oleh masyarakat seperti kerang-kerangan, udang, cacing dan lainnya yang hidup di perairan tersebut.

1.4 Metode Penelitian

Perlakuan terhadap sampel sedimen dilakukan dengan ekstraksi bertahap. Ekstraksi ini dilakukan karena ada reagen tertentu yang spesifik terhadap fase-fase tertentu dan mekanisme tertentu pula. Metode ini digunakan untuk menentukan distribusi logam berat diantara berbagai macam substrat geokimia dan untuk membedakan antara bahan-bahan pencemar anorganik apakah berasal dari alam atau kegiatan manusia (anthropogenic) ⁽⁵⁾. Sedangkan penentuan spesiasi logam berat dilakukan dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Spesiasi Logam

Spesiasi secara umum merupakan proses pemisahan dengan teknik pembagian tahapan proses yang dilakukan untuk memberikan spesifisitas maupun selektifitas agar didapatkan metoda yang cukup baik untuk pemisahan logam pada sedimen. ⁽⁶⁾

2.2. Ekstraksi Bertahap (sequential extraction)

Ekstraksi bertahap adalah metoda yang dikembangkan oleh Tessier *et.al* (1979) dan beberapa ilmuwan lain. Proses yang dilakukan adalah pemisahan tahapan proses pelepasan logam dengan menggunakan pelarut yang spesifik. Meskipun proses ekstraksi bertahap ini membutuhkan waktu yang tidak sedikit namun dapat memberikan informasi detail tentang asal, tahapan peristiwa, kemungkinan sediaan biologi dan fisiko-kimia, pergerakan dan perpindahan logam. Tiga faktor penting yang mempengaruhi suksesnya proses ekstraksi ini antara lain :

- a. Pemilihan ekstraktan yang tepat
- b. Efisiensi ekstraktan yang digunakan
- c. Pengaruh parameter yang dicobakan.

Skema ekstraksi bertahap memanfaatkan reagen yang sesuai dengan sampel yang ada⁽⁷⁾. Jumlah langkah atau tahapan serta pemilihan reagen harus berhubungan dengan:

- a. Sifat logam
- b. Bentuk kimia logam
- c. Matriks atau kandungan dari senyawa yang akan di ekstrak
- d. Teknik analisa yang ada di laboratorium untuk penentuan akhir⁽⁸⁾

Tahap yang banyak digunakan berkisar antara 3 sampai 8 tahap. Seperti yang telah diterangkan di atas bahwa reagen yang kurang spesifik dimungkinkan akan mengambil spesies dari tahapan yang lain. Pada keseluruhan tahap, ekstraktan spesifik yang digunakan diharapkan dapat menaikkan reaktivitas sehingga tingkat sukses fraksinasi yang diperoleh lebih besar. Pelarut atau ekstraktan yang umum digunakan dalam proses ekstraksi bertahap ini biasanya : garam nonbuffer, asam lemah, agen pereduksi, agen pengoksidasi, dan asam kuat. ⁽⁶⁾

Proses ekstraksi bertahap ini dibagi menjadi 5 tahapan. Adapun tahapan itu antara lain:

- a. Fraksi terlarut Asam Lemah "*Weak Acid Soluble fraction*"
- b. Fraksi mudah tereduksi "*Easily reducible fraction*"
- c. Fraksi terikat kuat pada mineral "*Moderately Reducible Fraction*"
- d. Fraksi terikat pada bahan bahan organik "*Bound to Organic Matter fraction*"
- e. Fraksi terikat pada bagian aluminosilicate "*Lithogenic Fraction*"

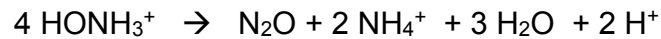
2.2.1. Fraksi Terlarut Asam Lemah (*Weak Acid Soluble Fraction*)

Pada tahap pertama yang dilakukan adalah fraksi terlarut dengan asam lemah atau *Weak acid soluble fraction*, pada tahap ini dapat mengandung logam yang terlarut dan tak terlarut dengan karbonat. Karbonat juga dapat berfungsi sebagai adsorben yang penting sebagai pengganti materi organik dan oksida Fe – Mn ketika kedua senyawa ini lebih sedikit di dalam sistem perairan.⁽⁶⁾ Ini biasanya hanya mengandung sebagian kecil dari total logam dalam tanah atau sedimen yaitu senyawa yang terikat dengan karbonat. Tahap ini reaksi asam asetat pada mineral karbonat dapat terjadi, baik pada logam yang terendap maupun yang terlarut dengan karbonat. Karbonat membentuk ikatan yang lemah dan besar kemungkinannya berubah dengan adanya perubahan kondisi lingkungan. Beberapa studi menyatakan bahwa asam asetat maupun natrium asetat pada pH 5 dapat melarutkan senyawaan karbonat pada mineral dolomite secara kuantitatif tanpa melarutkan senyawaan organik, senyawaan ferromangan oksihidrat, atau mineral aluminosilikat secara signifikan. Senyawa natrium asetat atau asam asetat dapat melarutkan lebih besar dari 99% logam yang terikat karbonat dalam waktu 5 jam⁽¹⁰⁾. Perubahan pH dapat mempengaruhi kelarutan senyawa ini. Oleh karena itu penggunaan asam lemah dapat mengikat senyawaan ini.⁽¹¹⁾

2.2.2. Fraksi tereduksi (*Easy and Moderate reducible fraction*)

Tahapan berikutnya adalah fraksi tereduksi. Pada fraksi tereduksi ini pada prinsipnya dapat dibagi menjadi tiga bagian, fraksi mudah tereduksi (Mn oksida), fraksi tereduksi menengah (Fe oksida amorfus) dan fraksi sulit tereduksi (Fe oksida kristalin). Sejauh ini pengelompokan ini diarahkan pada beberapa tahap⁽¹²⁾ kebanyakan dari tahap ini mampu memisahkan logam terikat dengan Fe-Mn oksida tereduksi tingkat mudah dan menengah⁽¹³⁾. Untuk mempermudah tahapan pemisahan logam maka tahap ini dikelompokkan ke dalam tahap fraksi tereduksi⁽¹⁴⁾ Reagen yang paling umum digunakan untuk mereduksi oksida Mn pada tahap ini adalah hidroksilamin hidroklorida dan untuk Fe oksida digunakan hidroksilamin hidroklorida dalam medium asam nitrat. Proses pemisahan yang selektif pada fraksi terikat Fe oksida amorfus dapat dilakukan dengan 1 mol.dm^{-3} hidroksilamin hidroklorida dalam media asam nitrat, yang mampu memecah ikatan antara logam dengan amorfus dan kristalin lemah dari oksida Fe tanpa mempengaruhi fraksi silikat dan material organik. Jika pH reagen direndahkan sampai dibawah 1,5 maka reagen akan mampu melepas sebagian kandungan logam yang terikat pada silikat. ⁽⁶⁾⁽⁹⁾

Jika di lihat dari hubungan waktu dengan perubahan pH maka setelah 2 jam pH larutan dapat berkurang lagi,⁽¹⁰⁾ konsekuensinya substansi Fe dapat terlepas kembali ke larutan, karena reaksi redoks selesai dalam waktu kurang dari 0,1 jam. Perubahan pH kemungkinan disebabkan oleh kerusakan reaktan. Menurut reaksi:



Kestabilan hidrosilamin akan tergantung pada pH terakhir selama percobaan. Keadaan ekstraktan akan stabil pada pH 3. menurut Mills⁽¹⁰⁾ bahwa penurunan konsentrasi hidrosilamin setelah 10^2 sampai 10^3 menit akan tergantung pada tipe sedimen dan konsentrasi hidrosilamin yang digunakan. Beberapa pelarut yang dapat digunakan untuk mengekstrak fraksi Fe - Mn oksida pada sedimen antara lain hidrosilamin hidroklorida ($\text{NH}_2\text{OH.HCl}$), buffer oksalat ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, pH 3 / $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$), askorbat klorida dengan campuran oksalat, SnCl_2 dengan campuran oksalat, hidrosilamin dengan campuran natrium asetat ($\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ / NaOAc), hidrosilamin dengan buffer sitrat ($\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ / Na-sitrat pH 5), hidrosilamin dengan asam asetat ($\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ / HOAc), hidrosilamin dengan asam klorida ($\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ / HCl), dan buffer ditionat dalam buffer sitrat.⁽¹⁰⁾

2.2.3 Fraksi terikat pada bahan organik (*Oxidisable fraction*)

Tahap keempat disebut fraksi teroksidasi karena yang menjadi tujuan adalah senyawa logam yang terikat senyawa organik (*bound to organic matter*). Karena jejak logam kemungkinan besar dapat terikat pada berbagai bentuk senyawa organik, seperti organisme hidup, detritus(pecahan kerang), dan pelapisan partikel mineral, kompleksasi dan sifat peptisasi dari bahan organik alam seperti asam-asam humat dan asam fulfat juga ditemui. ⁽¹⁾ Kapasitas total ikat senyawa asam humat laut adalah $200-600 \mu\text{mol/g}$, ⁽¹⁰⁾

karena pelepasan senyawa organik bersamaan dengan kandungan logam di dalamnya maka dapat dilakukan dengan menggunakan baik larutan oksidatif atau larutan alkali, namun kedua cara ini memiliki kelemahan antara lain larutan yang bersifat oksidatif dapat ikut mengoksidasi senyawaan sulfida, dimana senyawa sulfida ini mengikat sebagian dari logam terutama sedimen atau tanah dalam keadaan tereduksi. Basa kuat seperti NaOH dapat menyebabkan pelarutan yang tidak diinginkan dari mineral lempung (clay). Dalam larutan alkali logam cenderung terhidrolisis dan menyerap kembali ke permukaan yang lebih reaktif yang telah dibentuk oleh proses pelepasan senyawa organik tadi. Penambahan proses ekstraksi dengan NH₄OAc dapat mencegah reabsorpsi logam oleh permukaan substrat yang teroksidasi ⁽¹²⁾. Melalui kondisi oksidasi dalam perairan senyawaan organik dapat di degradasi, maka hal ini dapat mengarah kepada penelusuran kandungan logam.⁽¹⁾⁽⁹⁾ Tabel berikut merupakan larutan oksidan yang dapat digunakan untuk mengekstraksi substrat yang terikat dengan materi organik pada sedimen

Tabel 1. Karakteristik oksidan dan larutan oksidan yang dapat digunakan untuk ekstraksi materi organik pada sedimen

oksidan	reaksi setengah sel	kelarutan di air (mol/dm ³)	Konsentrasi (mol/dm ³)	pH	E _h (V)
O ₂	O ₂ + 4H ⁺ + 4e ⁻ --> 2H ₂ O	1,3 x 10 ⁻³ (a)	2,7 x 10 ⁻⁴ (b)	2	1,06
NaOCl	OCl ⁻ + H ₂ O + 2e ⁻ --> Cl ⁻ + 2OH ⁻	5	0,3	8,5	1,4 (c)
H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ + 2H ⁺ + 2e ⁻ --> 2H ₂ O	42,4	12,7	2	1,67

- (a) $P_{O_2} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$
- (b) $P_{O_2} = 2,10 \times 10^4 \text{ Pa}$
- (c) $[Cl^-] = 1 \times 10^{-6}$

2.2.4. Fraksi terikat pada bagian aluminosilicate (*Lithogenic Fraction*)

Fraksi ini di sebut juga fraksi residual yang merupakan tahap spesiasi logam yang terakhir. Proses peleburan dengan asam ini efektif untuk semua senyawa namun ada beberapa mineral yang tahan. Meskipun kurang signifikan secara faktor lingkungan, namun penentuan dari fraksi ini berguna untuk perbandingan jumlah pelepasan secara individual sebagai hasil analisa kandungan total elemen secara berurutan. Pada proses ini sampel yang kaya dengan senyawaan sulfida tereduksi yang juga kaya akan sulfat dan elemen S akan membentuk endapan putih, pada pelarutan dengan menggunakan $HClO_4$ dan juga menghasilkan endapan $KClO_4$. sementara dengan menggunakan HF akan mengendapkan fluorida sekunder seperti $MgAlF_5 \cdot H_2O$, $NaAlF_4 \cdot H_2O$ dan CaF_2 . Kopresipitasi dari Fe, Al, Zn, dan Ti dapat terjadi dengan CaF_2 .⁽¹⁰⁾

Proses pelarutan dengan HCl digunakan untuk memeriksa pengaruh polusi atau ketersediaan konsentrasi logam, dipastikan dapat melepas semua spesies senyawa sekunder yang tidak stabil yang diinginkan dari bagian sedimen.

2.3. Logam Berat

Logam berasal dari kerak bumi yang berupa bahan - bahan murni, organik dan anorganik. Logam mula-mula di ambil dari pertambangan di bawah tanah, yang kemudian dicairkan dan dimurnikan dalam pabrik menjadi logam-logam murni. Logam-logam ini kemudian di bentuk seperti yang diinginkan misalnya perhiasan (emas dan perak) dan peralatan. Secara alami siklus perputaran logam adalah dari kerak bumi kemudian ke lapisan tanah, kemudian ke makhluk hidup(tanaman, hewan, dan manusia), kedalam air, mengendap dan akhirnya kembali ke kerak bumi,⁽¹⁵⁾ sedangkan logam berat adalah logam yang memiliki potensi menimbulkan masalah pada lingkungan yang berkaitan dengan manusia. Istilah logam berat diberikan pada logam-logam yang memiliki massa $>5 \text{ g/cm}^3$.

Beberapa logam yang termasuk logam berat yang memiliki sifat racun adalah As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni dan Zn.⁽¹⁶⁾

2.3.1. Logam Cr (krom)

2.3.1.1. Sifat Kimia dan Fisika Logam Cr

Krom memiliki nomor atom 24, dan massa relatif 51,996 g/mol. memiliki tingkat oksidasi dari -2 sampai +6, namun hanya 0 (elemental), +2, +3, dan +6 yang umum ditemukan⁽¹⁷⁾. Logam murninya berwarna kilap keabuan. Kromium divalen tidak stabil jika berada dalam kebanyakan senyawanya, karena mudah teroksidasi menjadi trivalent oleh udara.

Keadaan yang penting untuk kesehatan manusia adalah keadaan hexavalen dan trivalen, namun kedua keadaan ini memiliki pengaruh yang berbeda pada organisme, termasuk manusia⁽¹⁸⁾.

Senyawa kromium sederhana yang terpapar ke lingkungan atau melalui suplementasi, cepat menjadi tak larut, karena ion hidroksil mengganti molekul air terkoordinasi dengan logam dan membentuk jembatan (*bridges*), menghubungkan antar atom kromium sehingga menjadi sangat besar dan menjadi kompleks yang tidak larut.⁽¹⁹⁾

2.3.1.2. Distribusi Logam Cr di Lingkungan

Buangan industri banyak yang mengandung kromium, beberapa diantaranya dalam bentuk heksavalen, teremisikan kedalam aliran air dan udara. Bentuk heksavalen kromium yang sampai kelautan akan tergantung pada bahan organik yang terkandung dalam badan air. Jika berada dalam jumlah besar, bentuk heksavalen mungkin akan tereduksi oleh kromium trivalen yang teradsorpsi kedalam bahan partikulat. Jika tidak teradsorpsi maka kromium trivalen akan membentuk kompleks polinukleat yang besar dan tidak lagi larut dalam air.⁽²⁰⁾ Senyawa ini akan tertinggal dalam bentuk suspensi koloid dan akan ditransportasikan kelaut atau terendapkan dan menjadi bagian dari sedimen sungai. Proses yang hampir mirip terjadi di lautan, kromium heksavalen tereduksi dan menjadi endapan dilaut. Dalam studinya mengenai tingkat oksidasi kromium dalam air laut, Fukai(1967)

menemukan adanya kenaikan proporsi trivalen sebanding dengan bertambahnya kedalaman.

Hal yang harus diketahui adalah bahwa ada daur dari batu atau tanah ke tanaman, hewan, manusia, dan kembali ke tanah. Hanya bagian kromium yang dialihkan ke jalur kedua menuju tempat kembali yaitu dasar laut. Bagian yang mengandung kromium dari batu dan tanah terbawa oleh air (terkonsentrasi, dalam mg/Liter) dan hewan dan buangan manusia, adalah bagian kecil yang akan menuju sungai.

2.3.2. Logam Zn

2.3.2.1. Sifat Kimia dan Fisika Logam Zn

Logam dengan nomor atom 30 memiliki berat 65,409 g/mol. Memiliki karakter warna biru keabuan dengan warna nyala api biru kehijauan yang terang. Tingkat oksidasi seng yang umum adalah +2, bentuk senyawa logamnya mudah dibentuk, dan bersifat nonmagnetik.⁽¹⁷⁾

Kebanyakan batu dan mineral mengandung seng dengan jumlah yang bervariasi. Secara komersial senyawa sferalit ($ZnFe$)S⁽¹⁹⁾ adalah bijih mineral seng yang paling banyak dibutuhkan di industri untuk memproduksi seng. Secara komersial dapat dihasilkan kadar murni seng sebesar 99,995%⁽²²⁾ Pada tahun 1994 produksi seng dunia sekitar 7.089.000 ton dan logam seng yang terpakai/terkonsumsi sebanyak 6.895.000 ton. Seng banyak digunakan sebagai pelapis dalam industri cetak logam, konstruksi, dan untuk

alloy. Senyawa seng memiliki berbagai kegunaan antara lain sebagai peralatan otomotif, batere, kebutuhan kedokteran gigi, dan peralatan rumah tangga. Senyawa organo-seng digunakan sebagai fungisida, antibiotik dan pelumas. Seng mudah di tempa dan mudah dibentuk ketika dipanaskan pada suhu 100-150 °C. ⁽¹⁷⁾⁽²⁰⁾

2.3.2.2. Distribusi Logam Zn di Lingkungan

Seng di atmosfer banyak terikat dalam bentuk partikel aerosol. Ukuran partikel ini tergantung pada sumber emisi. Sebagian besar seng yang dilepas oleh proses industri diserap oleh partikel yang cukup kecil yang dapat masuk kedalam jarak ukuran sistem respirasi. Transportasi dan distribusi seng di atmosfer akan tergantung pada ukuran partikel dan sifat senyawaan seng tersebut. Seng dapat dipindahkan dari atmosfer dengan dekomposisi kering dan basah. Seng terserap pada partikel dengan densitas dan diameter rendah dan dapat ditransportasikan dalam jarak yang jauh.

Distribusi seng dalam air, sedimen, dan tanah tergantung senyawaan seng yang ada pada media tersebut, dan karakteristik lingkungan tersebut. Kelarutan seng terutama tergantung pada pH. Pada keadaan asam seng akan berada pada keadaan terlarut dan terionik. Seng dapat terpresipitasi pada pH diatas 8.0. dapat juga membentuk kompleks organik sebagai contoh dengan asam humat dan asam fulvat. Bentuk kompleks tersebut dapat menaikkan pergerakan dan kelarutan seng. Seng akan susah dilepas dari tanah yang memiliki struktur clay (lempung) dan bahan organik. Tanah yang

asam dan berpasir dengan kandungan senyawa organik sedikit dapat mengurangi kapasitas absorpsi seng.

Konsentrasi seng yang ada didalam tanah, sedimen serta air banyak dipengaruhi oleh penduduk dan keadaan geologi disekitar yang memiliki pengaruh beragam secara substansial. Latar belakang kadar seng biasanya kurang dari 0.1-50 µg/liter pada air segar, 0,002 – 0,1 µg/liter dalam air laut, 10 – 300 mg/kg berat kering dalam tanah, dan lebih dari 100 mg/kg berat kering dalam sedimen dan lebih dari 300 ng/m³ di udara. Kenaikan jumlah dapat diperkirakan dari penambahan bahan alam , sampai pada kegiatan antropogenik dan proses biologi. Dalam sampel yang terkontaminasi dari kegiatan antropogenik sampel seng dapat meningkat sampai 4 mg/liter dalam air, 35 g/kg dalam tanah, 15 µg/liter dalam perairan estuaria, dan 8 µg/m³ ditemukan di udara.⁽²⁰⁾

Absorpsi seng dalam makhluk hidup cenderung berasal dari cairan daripada dari makanan. Hanya seng terlarut yang cenderung *bioavailable*, bioavailabilitas ini akan tergantung pada sifat fisika dan kimia dari lingkungan dan proses biologi. Keracunan dengan gejala radang gastrointestinal, dan diare dapat terjadi setelah paparan seng dengan konsentrasi 1000 – 2500 mg/liter.⁽¹⁶⁾⁽²⁰⁾

2.4. Sedimen

Menurut Pipkin (1977) menyatakan bahwa sedimen adalah pecahan, mineral, atau material organik yang ditransportasikan dari berbagai sumber

dan diendapkan oleh media udara, angin, es, atau oleh air dan juga termasuk didalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia. Sedangkan Gross (1990)⁽²¹⁾ mendefinisikan sedimen laut sebagai akumulasi dari mineral-mineral dan pecahan-pecahan batuan yang bercampur dengan hancuran cangkang dan tulang dari organisme laut serta beberapa partikel lain yang terbentuk lewat proses kimia yang terjadi di laut.

Pettijohn (1975) mendefinisikan sedimentasi sebagai proses pembentukan sedimen atau batuan sedimen yang diakibatkan oleh pengendapan dari material pembentuk atau asalnya pada suatu tempat yang disebut dengan lingkungan pengendapan berupa sungai, muara, danau, delta, estuaria, laut dangkal sampai laut dalam. Sedimen yang di jumpai di dasar lautan dapat berasal dari beberapa sumber yang menurut Reinick (Dalam Kennet, 1992) dibedakan menjadi empat yaitu :

1. Lithogenous sedimen yaitu sedimen yang berasal dari erosi pantai dan material hasil erosi daerah yang lebih tinggi (*up land*). Terdiri dari mineral silikat primer yang berasal dari penghancuran akibat kondisi fisik. Material ini dapat sampai ke dasar laut melalui proses mekanik, yaitu terbawa oleh arus sungai dan atau arus laut dan akan terendapkan jika energi ditransferkan telah melemah.
2. Biogeneuos sedimen yaitu sedimen yang bersumber dari sisa-sisa organisme yang hidup seperti cangkang dan rangka biota laut serta bahan-bahan organik yang mengalami dekomposisi. Terbagi juga atas

sedimen yang mengandung kalsium (calcareous) dan mengandung silika (siliceous).

3. Hidrogenous sedimen yaitu sedimen yang terbentuk karena adanya reaksi kimia di dalam air laut dan membentuk partikel yang tidak larut dalam air laut sehingga akan tenggelam ke dasar laut, sebagai contoh dan sedimen jenis ini adalah magnetit (Fe_3O_4), fosforit (batuan fosfat) dan glaukonit.
4. Cosmogenous sedimen yaitu sedimen yang berasal dari berbagai sumber dan masuk ke laut melalui jalur media udara/angin. Sedimen jenis ini dapat bersumber dari luar angkasa, aktivitas gunung api atau berbagai partikel darat yang terbawa angin. Material yang berasal dari luar angkasa merupakan sisa-sisa meteorik yang meledak di atmosfer dan jatuh di laut. Sedimen yang berasal dari letusan gunung berapi dapat berukuran halus berupa debu vulkanik, atau berupa fragmen-fragmen aglomerat, sedangkan sedimen yang berasal dari partikel di darat dan terbawa angin banyak terjadi pada daerah kering dan pada daerah sub tropis saat musim kering dan angin bertiup kuat. Dalam hal ini umumnya sedimen tidak dalam jumlah yang dominan dibandingkan sumber-sumber yang lain.

Selain pengertian sedimen di atas ada pengertian lain tentang sedimen yaitu batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk oleh proses sedimentasi. Sedangkan sedimentasi adalah proses pengendapan sedimen

oleh media air, angin, atau es pada suatu cekungan pengendapan pada kondisi tekanan dan suhu tertentu.



BAB III

CARA KERJA

3.1 Desain Penelitian

Muara sungai yang di pilih sebagai lokasi penelitian adalah muara sungai Ciliwung Sunda Kelapa, sungai Tiram/Marunda, dan sungai Tawar. Pada masing masing muara sampel sedimen diambil dengan menggunakan *Ekman Grab sampler* di 3 titik, yaitu bagian tengah, bagian kanan, dan bagian kiri muara.

Sample yang diperoleh diperlakukan dengan menggunakan ekstraksi bertahap (5 tahapan). Hasil keseluruhan dibandingkan dengan sedimen perairan pulau penjaliran dan Ciliwung hulu.

3.2 Metode Penelitian

Spesiasi logam berat (Cr dan Zn) dilakukan dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). Sedangkan prinsip dari ekstraksi bertahap ini adalah berdasarkan pada pemikiran bahwa reagen tertentu akan spesifik terhadap fase-fase tertentu dan mekanisme tertentu (misalnya, asam asetat hanya akan mendestruksi dan melarutkan karbonat). Metode ini digunakan untuk menentukan distribusi logam berat diantara berbagai macam substrat geokimia dan untuk membedakan antara bahan-bahan pencemar anorganik apakah berasal dari alam atau kegiatan manusia (*Anthropogenic*).

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

- Tabung Sentrifuge dari polypropilen
- Labu volumetrik 25 mL
- Beaker Teflon 100 mL
- Alat sentrifuge dingin dengan variasi kecepatan 1000- 10000 rpm
- Oven
- Hot plate
- AAS (atomic Absorption Spectrophotometer)

3.3.2 Bahan

Semua bahan yang digunakan memiliki derajat proanalisa, antara lain

- Aquabides
- Asam asetat glasial
- Hidroksilamin hidroklorida ($\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$).
- H_2O_2 30%
- HNO_3 pekat
- HCl pekat

3.4 Cara Kerja

3.4.1 Preparasi Sampel

Proses ekstraksi kimia ini akan diterapkan pada semua sampel. Perlakuan pertama adalah mengeringkan sampel sedimen di oven selama satu malam pada suhu 80 °C untuk memastikan sedimen kering. Tiap gram sampel akan mengalami perlakuan sebagai berikut:

1. Fraksi 1

- a. Sebanyak 1 g ($1.000 \pm 0,002$ g) sampel sedimen kering ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung sentrifuge 15 mL.
- b. Ditambahkan 5 mL asam asetat glasial. Di diamkan setengah jam dan di kocok selama ± 30 detik sampai seluruh sedimen di dalam tabung tercampur cairan.
- c. Di diamkan semalam pada suhu kamar.
- d. Tabung tadi disentrifuge selama 25 - 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm
- e. Tutup dibuka perlahan. Larutan di dekantasi dalam tabung sentrifuge ke tabung uji, di ukur dengan AAS sebagai Fraksi 1.
- f. Sedimen di tabung sentrifuge dicuci dengan akuabides sebanyak 10 mL dan dikocok selama 30 detik.
- g. Tabung disentrifuge selama 25 sampai 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm.

- h. Air dari tabung di dekantasi dan dibuang airnya, ditambahkan 10 mL aquabides dan dikocok 30 detik.
- i. Tabung disentrifuge selama 25 sampai 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm.
- j. Air pencuci dibuang, residu disimpan untuk persiapan Fraksi 2.

2. Fraksi 2

- a. Kedalam tabung sampel dari residu fraksi 1 ditambahkan 10 mL 0,25 M hidrosilamin hidroklorida ($\text{NH}_2\text{OH.HCl}$). Dibiarkan semalaman.
- b. Di sentrifuge tabung tadi selama 25 - 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm
- c. Tutup di buka perlahan. Larutan dalam tabung sentrifuge di dekantasi ke tabung uji, di ukur dengan AAS sebagai Fraksi 2.
- d. Residu sedimen di tabung sentrifuge dicuci dengan akuabides sebanyak 10 mL dan dikocok selama 30 detik.
- e. Tabung disentrifuge selama 25 sampai 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm.
- f. Di dekantasi air dari tabung dan dibuang airnya.
- g. Dicuci lagi sedimen di tabung sentrifuge dengan akuabides sebanyak 10 mL dan dikocok selama 30 detik.
- h. Tabung disentrifuge selama 25 sampai 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm.

- i. Di dekantasi air dari tabung dan dibuang airnya. Residu digunakan untuk persiapan Fraksi 3.

3. Fraksi 3

- a. Kedalam tabung sampel dari residu fraksi 2 ditambahkan 10 mL 0,04 M hidrosilamin hidroklorida ($\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$) yang telah dilarutkan dalam 25% asam asetat. Dikocok selama 30 detik.
- b. Di masukkan dalam beaker yang telah diberi air dan dipanaskan dalam waterbath 80 ± 2 °C selama 24 jam.
- c. Dibiarkan dingin pada suhu ruang.
- d. Tabung disentrifuge selama 25 sampai 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm
- e. Tutup dibuka perlahan. Di dekantasi larutan dalam tabung sentrifuge ke tabung uji, dilakukan pengujian dengan AAS sebagai Fraksi 3.
- f. Sedimen di tabung sentrifuge dicuci dengan akuabides sebanyak 10 mL dan dikocok selama 30 detik.
- g. Tabung di sentrifuge selama 25 sampai 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm.
- h. Air dari tabung di dekantasi dan dibuang airnya.
- i. Sedimen di keringkan lagi di oven 80 °C selama 1 hari, untuk persiapan Fraksi 5.

4. Fraksi 4

- a. Sebanyak 1 g ($1.000 \pm 0,002$ g) sedimen dalam tabung sentrifuge ditambahkan 3 mL 0,02 M HNO_3 dan 2 mL H_2O_2 30%
- b. Tabung sentrifuge digoyang sampai reaksi berhenti.
- c. Tabung ditutup, dipanaskan dalam hot plate selama ± 2 jam
- d. Dibiarkan dingin, kemudian ditambahkan 3 mL H_2O_2 , dikocok sampai reaksi berhenti.
- e. Dipanaskan lagi ± 3 jam. Didinginkan, ditambahkan 5 mL 1,2 M NH_4OAc dalam 10% HNO_3 . Dikocok selama 30 detik.
- f. Tabung disentrifuge selama 25 sampai 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm.
- g. Supernatant dimasukkan kedalam labu volumetric 25 mL.
- h. Dilakukan uji Cr dan Zn dengan AAS.

5. Fraksi 5

- a. Sebanyak 0,5 g $\pm 0,002$ g residu (dari F3) dimasukkan ke beaker Teflon.
- b. Ditambahkan 4 mL aquaregia ($\text{HCl} : \text{HNO}_3$ 3:1) dipanaskan hingga hampir kering. Jika sampel berwarna kehitaman maka lanjut ke poin c jika tidak maka tambahkan lagi aquaregia sampai sampel berwarna kehitaman

- c. Ditambahkan 6 mL HF ke tiap beaker, dipanaskan hingga hampir kering. Jika sampel terlihat keabuan maka langsung lanjutkan ke langkah d, jika tidak maka kembali ke langkah b.
- d. Dilute dengan 10 mL HCL 0,1 N.
- e. Dilakukan analisis logam Cr dan Zn yang terkandung dengan AAS.

3.3.2 Destruksi Total

- a. Sebanyak $1 \text{ g} \pm 0,002 \text{ g}$ sampel sedimen awal dimasukkan ke Teflon bomb.
- b. Pengerjaan selanjutnya sama dengan langkah b,c,d,e pada fraksi 5.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Pengambilan Sampel

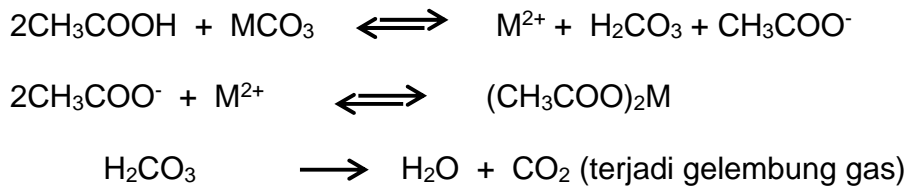
Penentuan koordinat lokasi pengambilan sampel (*sampling*) dilakukan dengan menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*). Adapun lokasi yang ditentukan antara lain muara sungai Ciliwung Sunda Kelapa(Msk), muara sungai Tiram/Marunda(Mtr), dan muara sungai Tawar(Mtw), dengan masing – masing muara diambil 3 titik, dan setiap titik diambil 3 sub titik. Sebagai pembanding diambil sedimen dari pulau Penjaliran(Pj) dan hulu sungai Ciliwung hulu(Ch) di daerah gunung Gede.

4.2. Fraksi Terlarut Asam Lemah (**Weak Acid Soluble Fraction**)

Fraksi ini adalah tahap dimana materi yang diekstrak mengandung logam yang terikat dengan senyawaan karbonat. Reagen yang digunakan adalah asam asetat glasial. Karena asam lemah mampu melarutkan sebagian senyawa dalam sedimen biogenik (*biogeneuos*) yang terdiri dari batuan kapur ataupun pecahan batuan karang dan cangkang kerang, serta sisa-sisa dari organisme hidup.

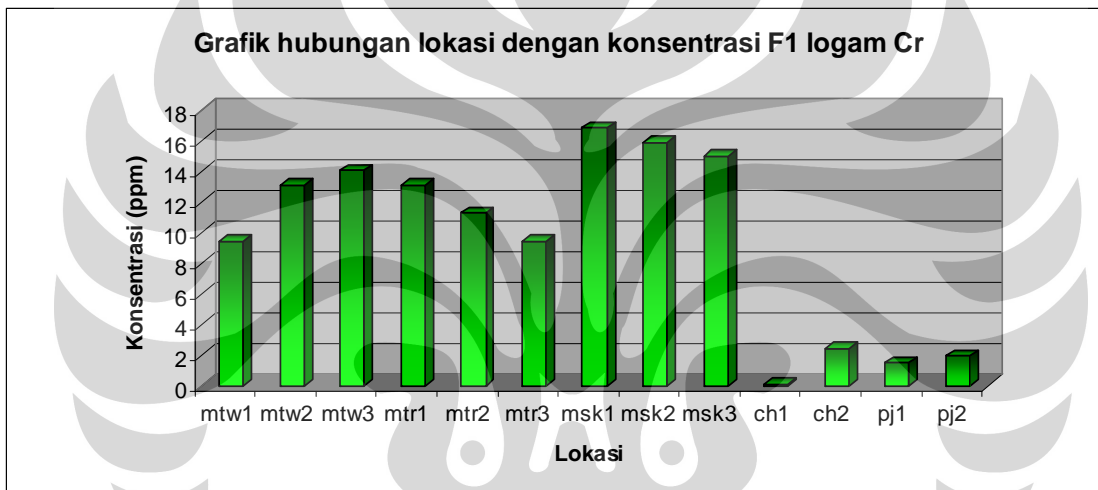
Melalui reaksi pengikatan asetat dengan senyawaan karbonat yang berasal dari sedimen biogenik tadi diharapkan logam yang menempel pada substrat karbonat juga dapat terlepas dalam bentuk ion logam dalam larutan filtrat.

Reaksi yang dapat di jabarkan seperti berikut



Dengan M = metal (logam)

Melalui penelitian ini data yang diperoleh dari fraksi terlarut asam lemah adalah sebagai berikut

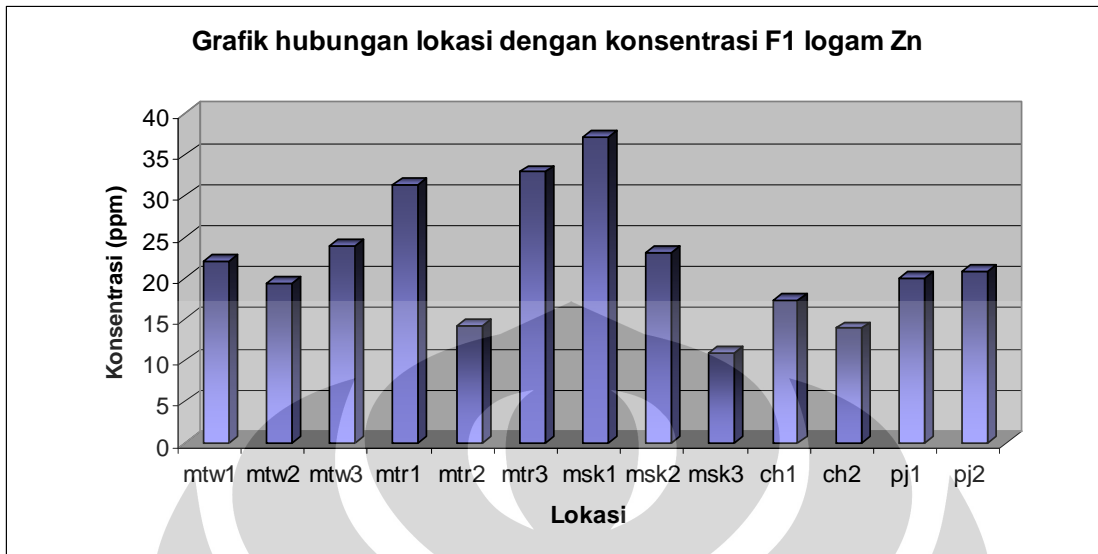


Gambar 1. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Cr fraksi 1

Perolehan nilai konsentrasi menunjukkan tingkat kandungan logam Cr tertinggi pada fraksi pertama ini adalah berturut-turut pada msk1, msk2, msk3 dengan konsentrasi sebesar 16 ppm pada msk1. Melalui informasi ini kita dapatkan bahwa lapisan permukaan sedimen dapat menunjukkan berapa lama telah terjadi pencemaran di daerah tersebut, karena senyawa karbonat merupakan senyawa yang cukup labil maka dapat dikatakan pencemaran

yang terjadi di daerah pengambilan sampel belum terlalu lama, karena konsentrasi tertinggi yang mencapai 16 ppm di daerah msk1 dan memiliki nilai yang tidak terlalu jauh dari msk2 dan msk3, maka dapat diduga bahwa logam Cr pada lokasi ini sekitar beberapa bulan yang lalu terbawa oleh arus dalam bentuk partikel koloid yang sebelumnya berasal dari daerah lain, dan juga sebaran yang cukup merata pada muara tawar yakni 9 ppm sampai 14 ppm hal ini tentunya terjadi penambahan kandungan logam Cr disebabkan sebagian besar mengalami penambahan dari pembuangan limbah industri yang ada sepanjang sungai yang menuju muara. Pencemaran yang terjadi dapat dikatakan berasal dari pembuangan industri karena lokasi Ciliwung hulu yang memiliki kandungan sedikit yakni hanya sampai 2 ppm. Sedimen di Penjaliran termasuk sedimen jenis biogenik karena secara alamiah terdapat campuran pecahan kulit kerang dan berbentuk butiran pasir yang kasar, serta mengandung kapur (Calcareous). Ini terbukti dari banyaknya gas yang dilepaskan pada saat pencampuran dengan asam asetat.

Konsentrasi logam Zn yang didapat pada fraksi pertama ini tertinggi juga pada muara Sunda Kelapa 1 dengan konsentrasi mencapai 37 ppm, dan kedua tertinggi di muara Tiram 3 dengan konsentrasi sekitar 33 ppm. (Gambar 2).



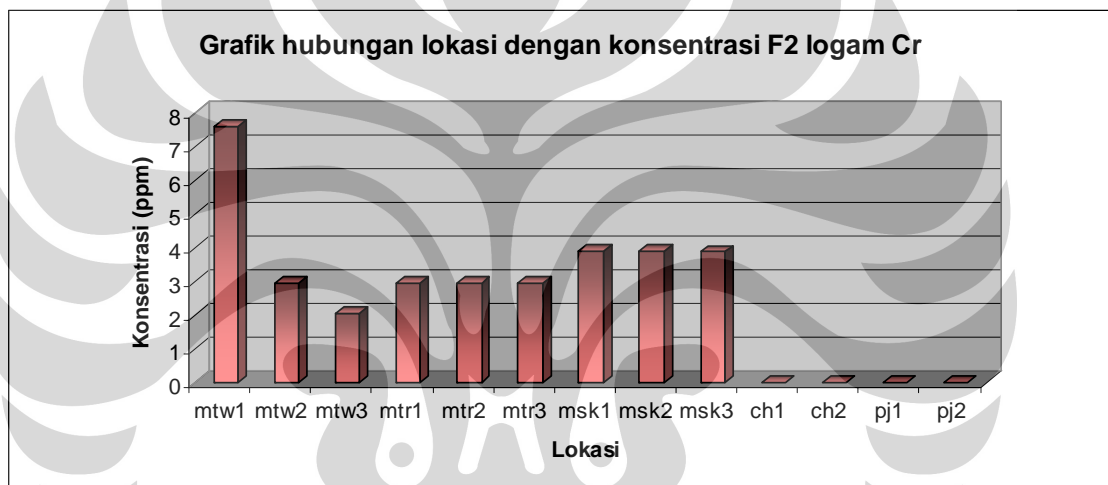
Gambar 2. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Zn fraksi 1

Konsentrasi logam Zn memang terlihat jauh lebih besar dari Cr karena logam Zn banyak dibutuhkan oleh proses biologi dan juga untuk industri, jadi kemungkinan sumber Zn ini didapat juga akumulasi dari biota dan proses antropogenik. Selain itu sumber dari ciliwung hulu yang berkonsentrasi hanya 17 ppm menandakan bahwa fraksi pertama ini banyak terjadi pengkayaan logam Zn di dan dari sepanjang badan sungai.

4.3. Fraksi Mudah Tereeduksi (*Easily Reducible Fraction*)

Fraksi mudah tereeduksi ini lebih cenderung mengikat Mn oksida dibandingkan oksida yang lain. Dengan menggunakan reagen hidrosilamin hidroklorida diharapkan oksida Mn akan tereeduksi. Hidrosilamin hidroklorida terhidrolisis lemah dalam air dengan pKa 5,8.⁽¹⁰⁾ Fraksi ini kecenderungan

kekuatan untuk *leaching* logam lebih kuat karena secara struktural letak substrat terletak lebih dalam pada bagian sedimen sehingga digunakan reagen pereduksi untuk mereduksi Mn. Pada penelitian ini diperoleh informasi kandungan logam Cr pada fraksi kedua seperti pada gambar dibawah ini (Gambar 3) terlihat bahwa konsentrasi tertinggi didapat pada Mtw1 dengan kadar mencapai 7,5 ppm.

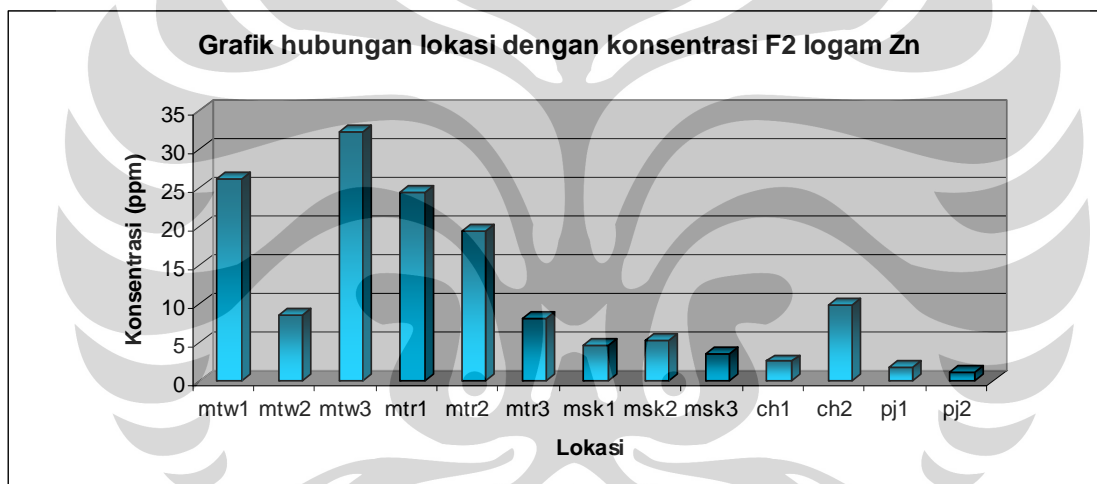


Gambar 3. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Cr fraksi 2

Pada lokasi pulau Penjaliran dan Ciliwung tidak terdeteksi adanya kandungan Cr di fraksi ini. Tidak seperti fraksi sebelumnya, maka dari nilai ini dapat memperkuat dugaan adanya transportasi partikel senyawaan terikat logam Cr pada beberapa waktu yang lalu menuju arah muara oleh arus sungai. Sebaran logam pada muara Tiram dan Sunda Kelapa cenderung merata yang berada pada konsentrasi 3 ppm sampai 4 ppm. Pada fraksi ini

konsentrasi yang di dapat di setiap muara cenderung lebih sedikit dari F1 karena penggunaan reagen pereduksi hidrosilamin hidroklorida ini ditujukan untuk mereduksi oksida Mn saja, tidak termasuk oksida Fe.

Pada perolehan konsentrasi logam Zn terlihat bahwa muara Tawar 3 memiliki konsentrasi tertinggi pada fraksi kedua ini. Namun konsentrasinya lebih besar dari fraksi pertama yang berkonsentrasi 24 ppm. Pada fraksi ini didapat konsentrasi 32 ppm.



Gambar 4. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Zn fraksi 2

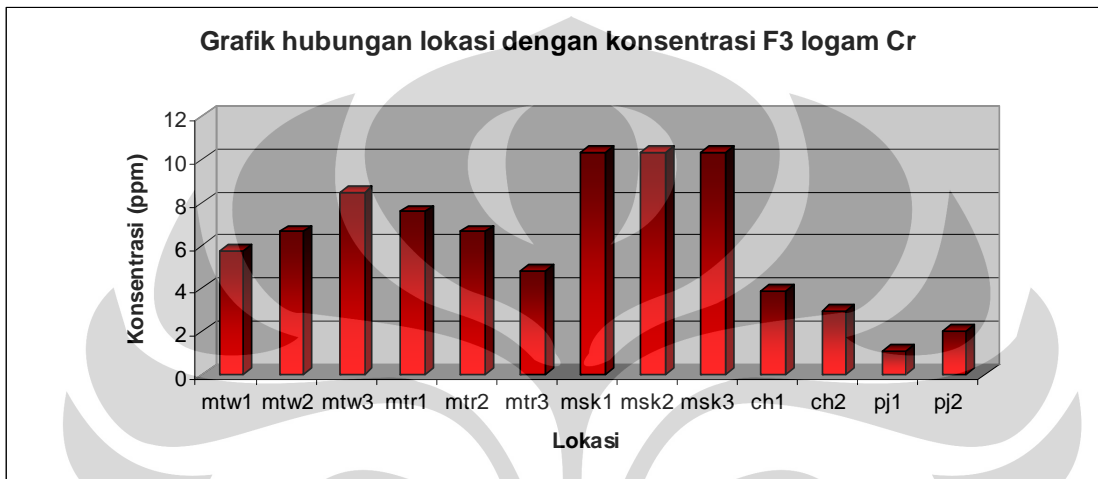
Berbeda dengan sebaran pada muara Sunda Kelapa yang cenderung sama sekitar 5 ppm, dan muara Tiram yang sebarannya paling banyak terdapat pada muara Tiram 1. Pada fraksi ini kandungan logam pada lokasi Penjaliran juga tidak terlalu besar, untuk logam Zn tidak terlalu banyak

karena bisa terjadi kemungkinan pelarutan kembali Zn berupa ion - ionnya membentuk senyawa yang tidak terendapkan pada masa yang telah lalu.

4.4. Fraksi tereduksi Menengah (*Moderately Reducible*)

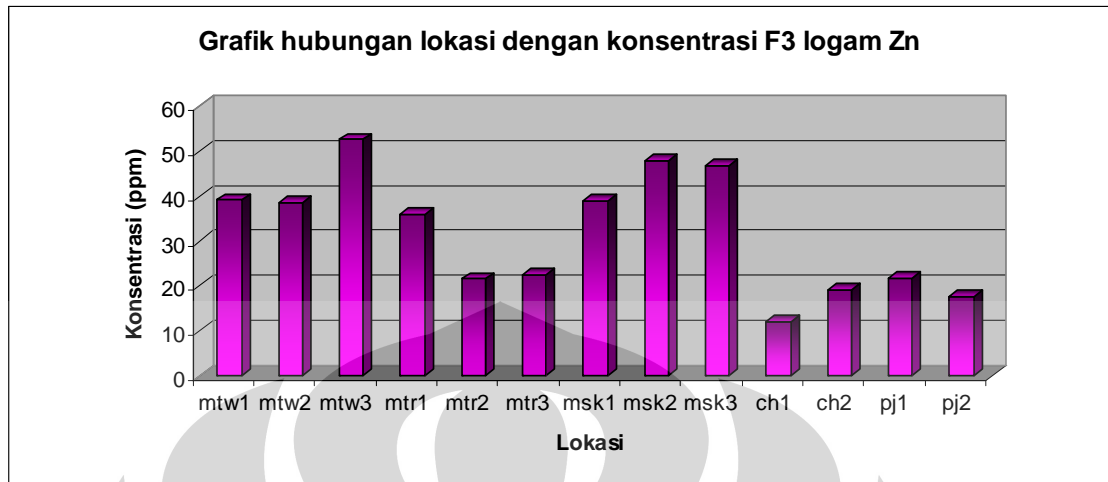
Pada fraksi ini direaksikan gabungan hidroksilamin hidroklorida dengan asam asetat untuk mendapatkan kekuatan *leaching* logam yang lebih daripada fraksi sebelumnya. Karena jika dengan campuran asam nitrat maka pH akan terlalu rendah ⁽⁶⁾⁽⁹⁾ yang di khawatirkan logam yang terikat dengan silikat ikut terlepas. Melalui gabungan reagen ini dapat kita imajinasikan bahwa substrat yang ada pada sedimen yang menjadi target ekstraksi tentunya terikat lebih dalam dan lebih kuat sehingga dibutuhkan reagen yang lebih kuat dari sebelumnya. Tessier *et al.*⁽⁹⁾ melaporkan bahwa perlakuan dengan reagen hidroksilamin hidroklorida dan asam asetat tidak mereduksi kandungan organik sedimen, namun untuk mendapatkan kekuatan reduksi untuk Fe oksida maka larutan harus memiliki kemampuan reduksi dan kekuatan asam atau agen pengompleks untuk memastikan Fe tidak terlarut seperti terlarut didalam larutan. Kebanyakan dari amorf Fe yang tereduksi ini memiliki ikatan yang mudah putus jika dibandingkan dengan bentuk kristalinnya. Namun dengan hidroksilamin hidroklorida dalam 25% asam asetat dan dengan proses pemanasan diharapkan bentuk ikatan kristalin Fe juga ikut putus. Proses pemanasan dilakukan semalaman untuk memastikan reaksi sempurna.

Dari data terlihat bahwa konsentrasi yang tertinggi ada pada muara Sunda Kelapa dengan hasil yang hampir merata di setiap titik pengambilannya, namun pada sedimen muara Tawar dan muara Tiram



Gambar 5. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Cr fraksi 3

cukup beragam dari konsentrasi 4,5 ppm sampai 8,5 ppm. Pada Penjaliran dan ciliwung terlihat kandungan di lokasi ini lebih kecil. Adapun dugaan mengenai hal ini adalah Cr yang ditransportasikan ke muara berada dalam bentuk trivalen, karena dalam bentuk ini logam Cr mudah teradsorpsi kedalam partikel⁽²⁰⁾, ketika berada dalam bentuk ini maka Cr akan mudah terbawa arus, baik sisa – sisa atau limbah dari industri maupun sisa hasil dekomposisi makhluk hidup. Akibatnya kandungan yang ada pada fraksi ini cukup besar. Proses pada fraksi ketiga ini melibatkan proses reduksi dari amorf dan kristalin Fe oksida yang terikat pada substratnya.

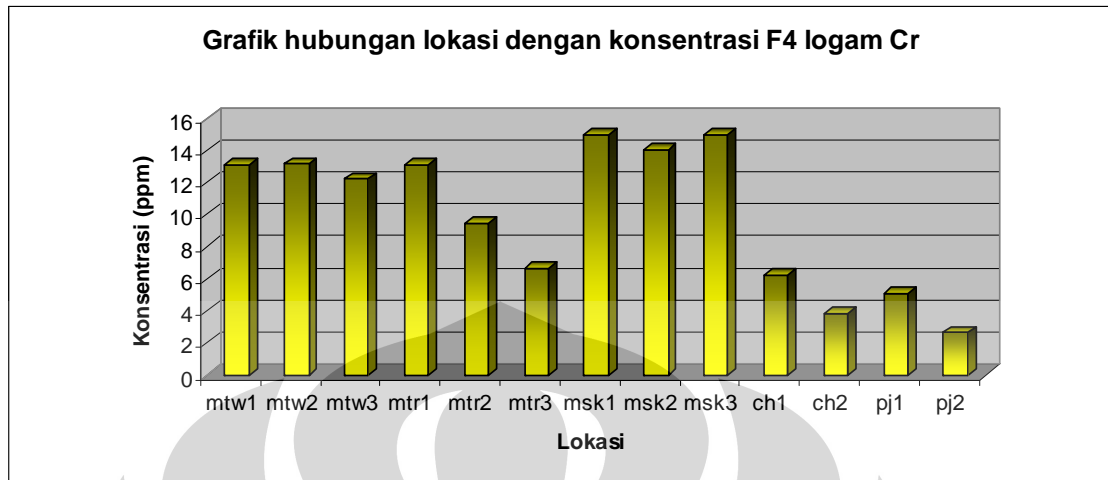


Gambar 6. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Zn fraksi 3

Pada data logam Zn (Gambar 6) terlihat bahwa konsentrasi tertinggi terdapat pada muara Tawar 3 mencapai 53 ppm. Pencemaran di tempat ini untuk logam Cr pernah terjadi dalam waktu yang cukup lama. Jika dibandingkan dengan kandungan yang ada pada Ciliwung hulu dan Penjaliran maka untuk logam Zn dapat dipastikan bersumber dari industri dan antropogenik sehingga terjadi akumulasi pada sedimen di muara. Proses pengekstraksian fraksi ketiga ini menggunakan proses pemanasan diharapkan proses pelepasan logam dari substrat lebih kuat, dan reaksi dapat berjalan lebih cepat dan pemanasan dilakukan semalaman agar reaksi lebih sempurna.

4.5. Fraksi Terikat Bahan Organik (*Bound to Organic Matter*)

Proses reaksi pada fraksi ini menggunakan hidrogen peroksida yang selanjutnya ditambahkan dengan amonium asetat. Pada awal pencampuran reaksi terjadi agak lambat namun lama kelamaan terjadi perubahan suhu yang menandakan reaksi eksoterm karena wadah tabung terasa panas akibat perpindahan energi dari sistem ke lingkungan. Pada reaksi terjadi gelembung gas yang cukup banyak yang menandakan terjadi reaksi oksidasi dan pemutusan ikatan dari substrat yang terikat oleh materi organik oleh oksidator. Setelah proses pemberian oksidator maka sampel dipanaskan kurang lebih 2 jam untuk memastikan reaksi dengan oksidator habis. Lalu setelah 2 jam dibiarkan dingin dan ditambahkan dengan amonium asetat (NH_4OAc). Penambahan ini berfungsi untuk mengurangi reabsorpsi logam oleh senyawa yang memiliki permukaan yang telah terbuka oleh proses oksidasi tadi. Pada penelitian ini perolehan data untuk fraksi 4 adalah sebagai berikut:

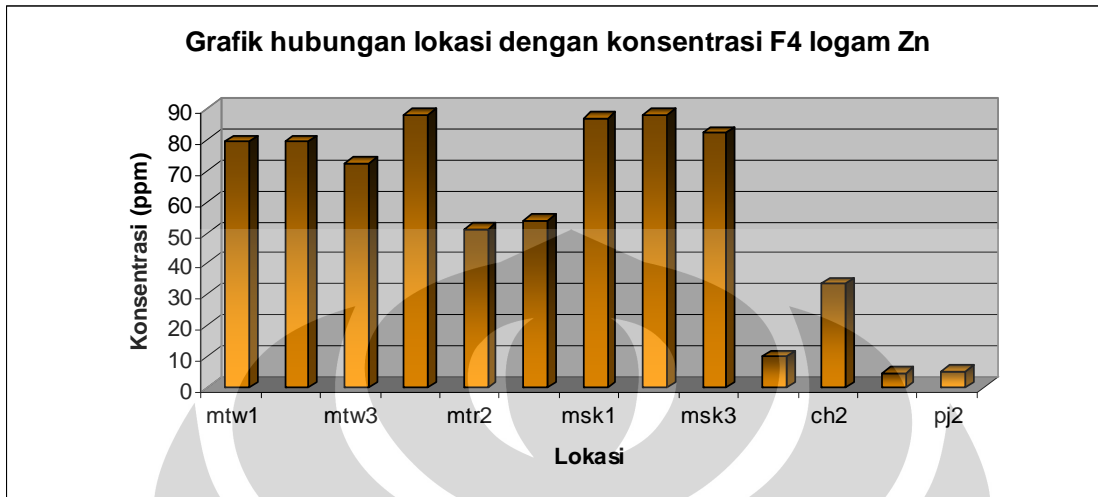


Gambar 7. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Cr fraksi 4

Kadar tertinggi logam Cr pada fraksi 4 ini ada pada muara Sunda Kelapa di tiga titiknya dengan nilai beturut turut msk1 15 ppm, msk3 15 ppm, msk2 14 ppm.

Jumlah ini kecil bila dibandingkan fraksi sebelumnya, pada lokasi Penjaliran juga terlihat kandungan Cr yang terikat dengan materi organik terekstrak sampai sekitar 5 ppm, menandakan bahwa Cr yang terbawa ke penjaliran tidak banyak dan yang terikat senyawa organik di lokasi Penjaliran ini masih bisa di anggap belum terkontaminasi oleh logam Cr, sumber dari substrat yang terikat dengan organik ini dapat melalui media angin atau udara, misal debu vulkanik, asap industri, dan partikulat yang ringan yang terbawa oleh angin. Pada lokasi sungai ciliwung juga banyak yang terikat dengan organik. Konsentrasi pada lokasi ciliwung hulu sekitar 4 - 6 ppm.

Untuk logam Zn adalah sebagai berikut (Gambar 8).



Gambar 8. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Zn fraksi 4

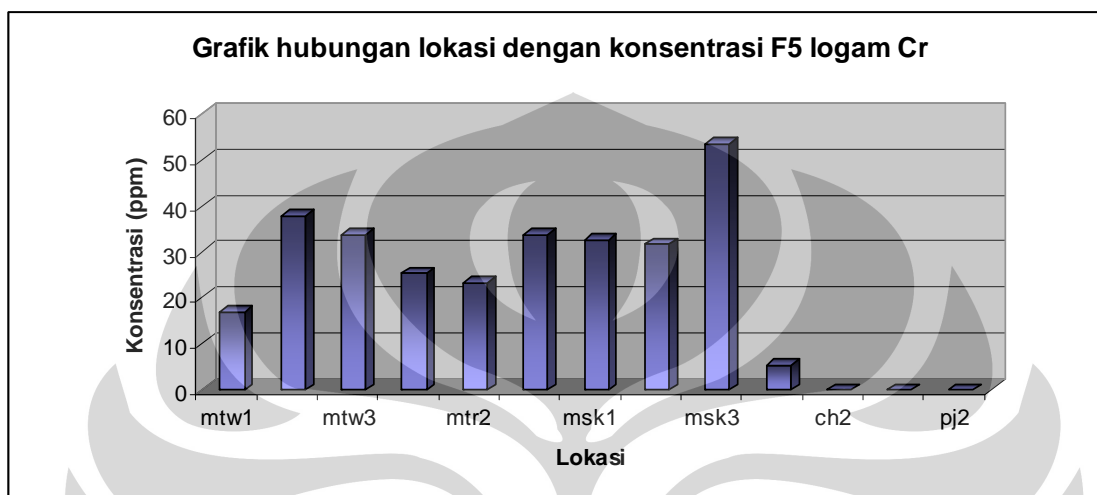
Pada gambar di atas terlihat bahwa konsentrasi logam Zn pada fraksi ini cukup tinggi berkisar 70 ppm sampai 85 ppm dan cukup merata di setiap muara kecuali mtr2 dan mtr3 yang berkonsentrasi 50 ppm. Hal ini dimungkinkan pada fraksi ini banyak senyawa organik yang mengkonsumsi logam Zn untuk proses biologinya sehingga ketika terjadi proses degradasi oleh senyawa oksidator maka terurai semua logam yang baik berada dalam jaringan biologi maupun substrat non biologi. Fraksi ini juga dapat dikatakan fraksi labil karena selain pengaruh senyawa organik yang mampu mengikat logam dalam jumlah yang cukup banyak, logam pada fraksi ini juga mudah terlepas ke perairan dengan kondisi keasaman yang berlebih yang dapat memutuskan ikatan logam dengan senyawaan humat dan fulfat mengingat

jumlah senyawa organik tersebut yang paling banyak terdapat di sedimen perairan, akibatnya fraksi ini akan berpotensi untuk mencemari lingkungan.

4.6. Fraksi Residual (*Residual Fraction*)

Fraksi ini adalah merupakan sisa dari fraksi 1 – 3. proses pengambilan sampel ini dengan menimbang seberat kurang lebih 0,5 gram sampel residu fraksi 1 - 3 untuk di hancurkan dengan asam kuat. Fraksi ini juga disebut *strong acid digestion* karena menggunakan asam – asam kuat sebagai pereaksinya. Perpaduan HNO₃ pekat dengan HCl pekat dengan bandingan 1 : 3 (aquaregia) dapat merusak berbagai mineral tanah maupun sedimen, serta bahan - bahan yang bukan senyawaan silika. Untuk menghancurkan sisa dari sedimen yang telah di reaksi dengan paduan HNO₃ pekat dengan HCl pekat tadi digunakan asam fluorida (HF) yang mampu melarutkan senyawa silikat yang kemungkinan ada didalam sedimen, oleh karena penggunaan asam fluorida yang pekat dan pereaksi ini reaktif terhadap senyawa silika, maka digunakan wadah yang tahan dengan kondisi yang serba asam tersebut. Dalam penelitian ini digunakan wadah teflon bomb (PFA) yang mampu tidak bereaksi dengan asam asam kuat dan suhu yang cukup tinggi hingga mencapai 200 °C. Sedimen yang telah hancur dengan aquaregia akan berwarna hitam dan bentuk fisiknya mirip abu, setelah penambahan HF dan dipanaskan hingga hampir kering maka warnanya akan berubah menjadi warna abu yang lebih cerah dan hampir putih. Dalam keadaan setengah panas dilakukan pelarutan dengan HCl 0,1 M

agar senyawa logam yang tidak stabil dapat beraksi dengan HCl dan terbentuk ion ion logam dalam larutan. Perolehan data logam Cr dapat dilihat pada gambar berikut.

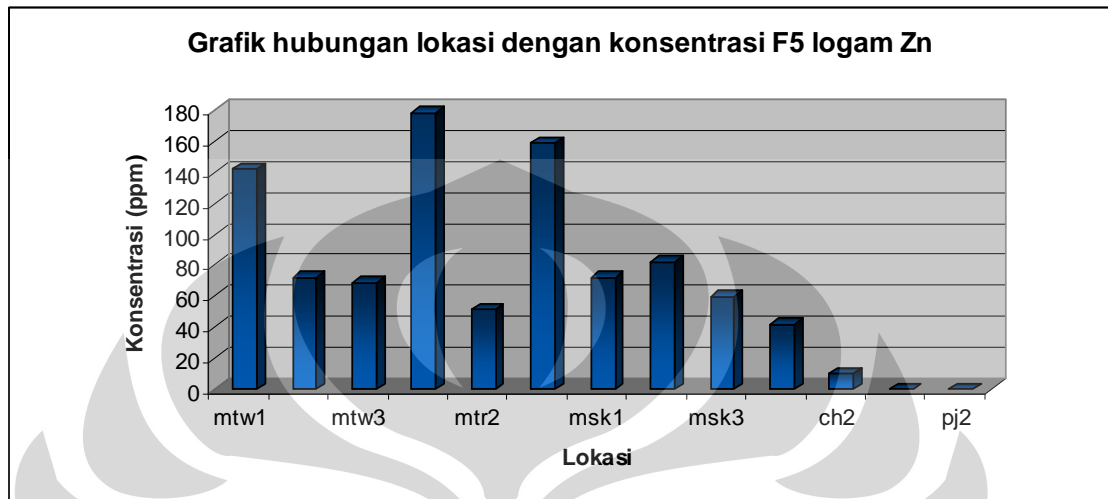


Gambar 9. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Cr fraksi 5

Pada fraksi ini kandungan logam Cr berkisar dari 15 ppm sampai 52 ppm, dan lokasi dengan kandungan tertinggi pada msk3. Dari informasi ini dapat terlihat bahwa jauh waktu sebelum proses sampling telah terjadi pencemaran, hal ini karena kandungan ini didapat dari substrat sedimen yang terdapat pada fraksi residual, sehingga diasumsi terjadinya pencemaran pada waktu yang telah lalu.

Perolehan konsentrasi untuk logam Zn dapat dilihat pada gambar 10. Sebaran Zn tidak merata artinya pada hanya di tempat- tempat tertentu saja yang terjadi pencemaran oleh limbah logam Zn. Tempat-tempat tersebut

adalah muara tawar1, muara tiram1, dan muara tiram3. dengan konsentrasi diatas 600 ppm.



Gambar 10. Hubungan lokasi dengan konsentrasi logam Zn fraksi 4

Pada lokasi ini dapat dikatakan tercemar berat pada waktu itu namun hal ini belum sampai pada tingkat toksisitas Zn yang berkisar 1000-2500 ppm (IPCS).

4.7. Persentase Sebaran Tiap Fraksi

Fraksi pertama, kedua, dan ketiga merupakan tempat dimana logam berpotensi untuk terjadi pelarutan kembali, oleh karena itu ketiga fraksi ini disebut fraksi labil. Adanya informasi persentase fraksi ini untuk mengetahui pentingnya membagi tahapan dalam penentuan kandungan logam dalam fraksi labil dan fraksi organik, sebagai indikasi wilayah yang terkontaminasi

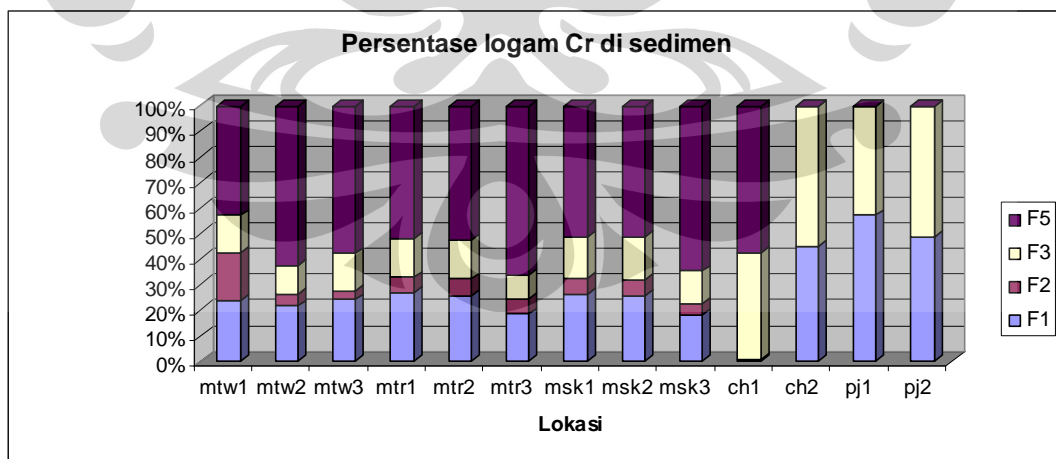
limbah antropogenik. Oleh karena itu keadaan fraksi labil ini sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan.

Pengaruh lingkungan yang dominan yang dapat mengganggu keadaan fraksi labil seperti adanya perubahan pH yang banyak disebabkan oleh meningkatnya jumlah ion hidrogen (H^+) yang dapat bereaksi membentuk senyawa asam di perairan. pH juga dapat berubah dengan terbentuknya asam karbonat⁽¹⁰⁾. Peningkatan intensitas cahaya matahari dan suhu yang dapat membentuk reaksi fotoelektrolisis sehingga dapat terjadi reaksi redoks dalam perairan yang juga dapat meningkatkan suhu perairan, meningkatnya kadar garam nitrat yang dapat bersifat kation kompetitif terhadap ikatan di sisi permukaan sedimen⁽¹⁰⁾, adanya sisa – sisa mikroorganisme yang telah mati yang terurai sehingga dapat menambah jumlah amonium ion (NH_4^+) yang juga dapat melarutkan senyawa karbonat dan sulfat, namun senyawa dalam perairan tidak hanya ion tunggal saja, dapat berupa pasangan ion (*ion pair*) seperti misalnya $NaHCO_3$, pasangan ion ini memiliki anion dan kation yang secara alamiah oleh lingkungan dapat terpisah karena proses reduksi dari air. Dalam air laut pasangan ion logam akan membentuk LCl , LCO_3 , LSO_4 , LCl_2 , LCL_2 , $(LCl_3)^-$ yang ikatan ionnya juga tergantung pada pH perairan⁽¹⁵⁾. Menurut Span dan Gillard⁽¹⁰⁾ yang melakukan percobaan titrasi dengan sampel sedimen yang memiliki kandungan karbonat bahwa pengaruh senyawa karbonat ini dapat memiliki nilai pH dari 5,0 sampai 8,3. ini artinya fraksi logam yang terikat senyawa karbonat dapat mudah dipengaruhi dan mudah terlepas kembali ke perairan apabila perubahan pH mencapai 5,0.

Adapun pengaruh turbulensi yang disebabkan oleh arus yang dapat membuat di bagian dasar sehingga memungkinkan perluasan permukaan sedimen yang mungkin bereaksi dengan ion hirogen, garam – garam nitrat dan amonia tersebut sehingga memungkinkan logam – logam yang terikat substrat dari Fe dan Mn dapat terangkat ke perairan dan terjadi reaksi redoks didalam badan air.

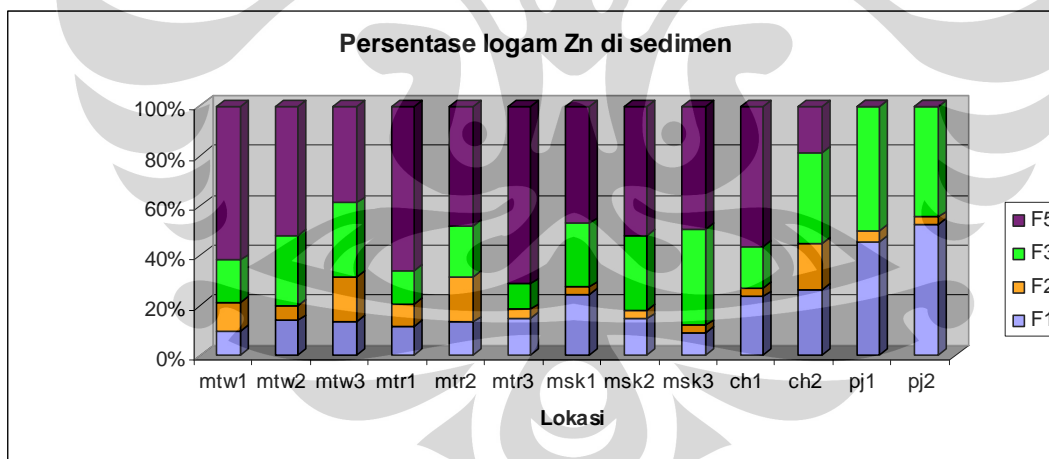
Setelah terjadi kondisi seperti diatas maka dapat dimungkinkan terjadi pelarutan kembali kandungan logam kedalam badan air. Hal ini akan menjadi berbahaya karena dapat dikonsumsi dan terakumulasi oleh hewan perairan, serta manusia dapat terpapar melalui jalur rantai makanan.

Setelah diketahui kandungan setiap fraksi maka dapat diketahui seberapa besar persentase sebaran dari masing – masing fraksi yang dapat di lihat pada gambar 11 berikut.



Gambar 11. Persentase logam Cr di sedimen.

Melalui informasi ini kemungkinan/potensi fraksi labil (gabungan fraksi 1, 2, 3) yang tersedia untuk biota (*bioavailability*) pada muara Tawar berkisar 35% - 55%, ini artinya sebanyak ± 55 ppm logam Cr di muara ini hanya sekitar 35% - 55% yang potensial tersedia bagi biota. Pada muara Tiram sebanyak ± 45 ppm logam Cr hanya 30% - 45% yang tersedia bagi biota. Pada muara Sunda Kelapa ± 70 ppm logam Cr hanya 30% - 45% yang potensial tersedia untuk biota. Pada lokasi penjaliran ± 10 ppm sampai 99% yang potensial tersedia untuk biota, dan ciliwung dengan kandungan ± 3 ppm juga masih tersedia sampai 99%.



Gambar 12. Persentase logam Zn di sedimen.

Dilihat dari distribusi logam Zn maka terlihat bahwa ketersediaan fraksi labil untuk biota potensial yang hidup di sedimen(kerang – kerangan, cacing, dll)

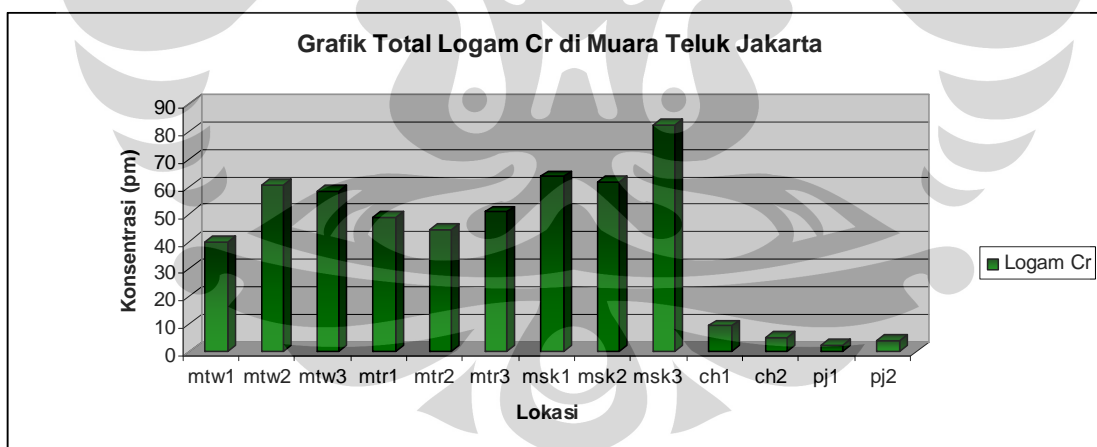
pada muara Tawar dengan konsentrasi logam Zn \pm 150 ppm hanya berkisar 40% - 60% saja yang potensial tersedia bagi biota, untuk muara Tiram dari \pm 175 ppm hanya sekitar 25% - 45% yang tersedia bagi biota, dan muara Sunda Kelapa dengan kandungan \pm 150 ppm hanya sekitar 45% - 50% yang tersedia bagi biota, namun untuk lokasi Penjaliran masih terlihat tinggi, dari konsentrasi \pm 50 ppm yang tersedia bagi biota mencapai 99%. Hal yang sama juga pada hulu ciliwung. Pada penjaliran ini tersedia lebih besar karena sebagian besar sedimen terdiri dari komponen kapur dan karbonat. Sehingga ketersediaan/potensi logam yang akan terlarut kembali pada fraksi pertama, kedua, dan ketiga besar. Informasi ini juga menunjukkan bahwa semakin jauh lokasi dari kegiatan manusia maka bioavailabilitas akan semakin tinggi.

Ini memberikan informasi bahwa semakin tercemar suatu daerah oleh sisa industri baik skala kecil, menengah, maupun besar dapat memberikan dampak yang sangat tidak menguntungkan bagi biota khususnya dan masyarakat pada umumnya.

4.8. Sebaran logam Cr dan Zn di muara Teluk Jakarta

Melalui informasi yang didapat dari proses ekstraksi bertahap maka dapat diketahui seberapa besar sebaran yang ada pada tiap fraksi yang berpotensi untuk masuk kedalam jaringan makanan (*food chain*). Untuk mencegah kemungkinan buruk yang lebih jauh maka dengan informasi

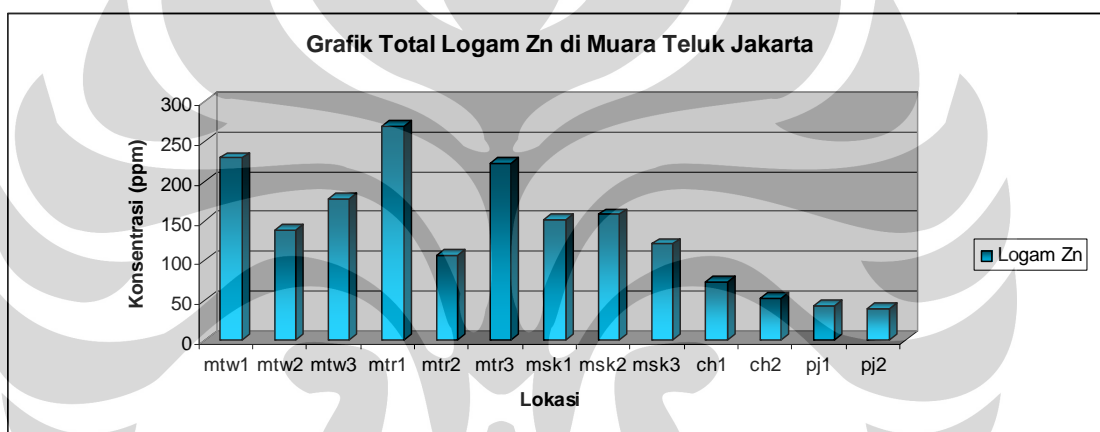
jumlah kandungan total dari tiap muara diharapkan dapat diambil suatu tindakan preventif agar kelestarian lingkungan khususnya teluk jakarta dapat terus berlangsung. Sebaran jumlah kandungan logam Cr dapat dilihat pada Gambar 13 berikut. Terlihat pada gambar bahwa konsentrasi tertinggi logam Cr berada pada muara Sunda Kelapa 3 dengan konsentrasi total sekitar 80 ppm, dan terendah pada muara Tawar 1 dengan konsentrasi sekitar 40 ppm. penentuan kandungan total ini diperoleh dari penjumlahan fraksi 1, 2, 3 dan 5. Tidak termasuk fraksi 4 karena proses pada fraksi 4 dilakukan terpisah. Kandungan sedimen ini telah melebihi ambang yang ditetapkan oleh ditetapkan oleh *canadian standard for contaminated sediment* untuk logam Cr sebesar 22 ppm.



Gambar 13. Kandungan total logam Cr berdasarkan ekstraksi bertahap

Untuk sebaran logam Zn pada gambar 14 terlihat beragam dari 100 ppm sampai 270 ppm. Kandungan tertinggi pada lokasi muara Tiram 1

sebesar 270 dan terendah pada muara tiram 2 dengan konsentrasi sebesar 100 ppm. Semua muara ini telah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh *canadian standard for contaminated sediment* untuk logam Zn sebesar 60 ppm. Sedangkan konsentrasi Zn pada Ciliwung hulu dan Penjaliran lebih rendah daripada konsentrasi sedimen pada muara sungai di teluk jakarta yakni $\pm 3 - 9$ ppm.

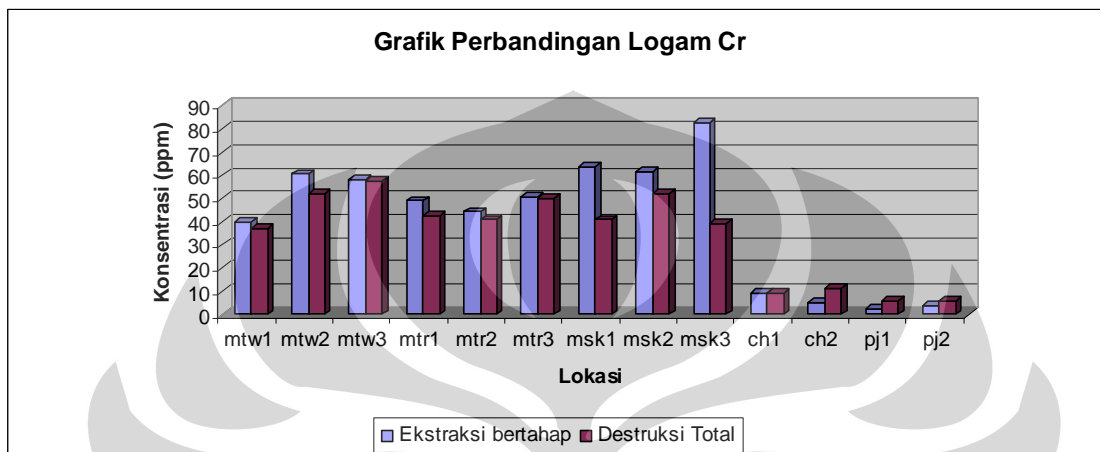


Gambar 14. Kandungan total logam Zn berdasarkan ekstraksi bertahap

4.9. Destruksi Total

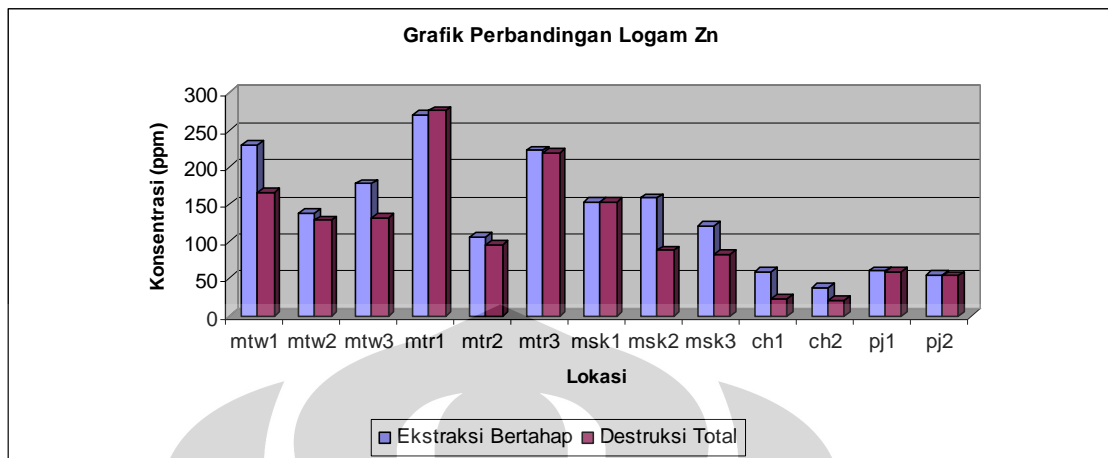
Destruksi total dilakukan untuk melihat perbandingan ekstraksi bertahap dengan penentuan logam secara total. Kelebihan dari ekstraksi perfraksi ini untuk mengetahui pentingnya membagi tahapan dalam penentuan kandungan logam dalam fraksi labil dan fraksi organik, sebagai indikasi wilayah yang terkontaminasi limbah antropogenik. Melalui informasi

ini akan dapat dilihat nilai selisih antara kedua metode tersebut. Dari gambar 15 terlihat perbedaan antar kedua metode tersebut untuk logam Cr.



Gambar 15. Perbandingan kandungan total logam Cr berdasarkan ekstraksi bertahap dan destruksi total

Selisih nilai yang diperoleh yang terlihat jelas pada lokasi msk3 sebesar 40 ppm, dan msk1 sebesar 20 ppm. Nilai kedua metode ini seharusnya tidak berbeda jauh. Adapun ekstraksi bertahap ini memiliki kecenderungan penyimpangan yang lebih besar walau pun secara kimiawi dapat dikatakan lebih selektif, hal ini karena beberapa proses yang dilakukan memberikan kemungkinan adanya penambahan atau kekurangan dari nilai konsentrasi yang sebenarnya. Melalui gambar 16 terlihat perbedaan untuk logam Zn.



Gambar 16. Perbandingan kandungan total logam Zn berdasarkan ekstraksi bertahap dan destruksi total

Pada gambar 16 perbandingan logam Zn memiliki selisih hingga berkisar 60 ppm pada lokasi msk2, dan selisih sekitar 20 ppm pada msk3, dan selisih sekitar 70 ppm pada mtr1. hal ini dapat disebabkan oleh adanya beberapa fraksi yang konsentrasinya kemungkinan lebih besar dari yang seharusnya, namun selain dari ketiga muara tersebut perbedaannya tidak terlalu jauh dan berdasarkan data bahwa kecenderungannya adalah nilai konsentrasi dari ekstraksi bertahap lebih besar dari destruksi total.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Melalui penelitian ini beberapa hal yang dapat dijadikan kesimpulan adalah:

- a. Daerah dengan tingkat pencemaran tertinggi logam Cr berada pada muara Sunda Kelapa 3 dengan konsentrasi total sekitar 80 ppm, dan terendah pada muara Tawar 1 dengan konsentrasi sekitar 40 ppm.
- b. Daerah dengan tingkat pencemaran tertinggi logam Zn berada pada lokasi muara Tiram 1 sebesar 270 dan terendah pada muara tiram 2 dengan konsentrasi sebesar 100 ppm.
- c. Distribusi fraksi labil logam Cr yang dapat tersedia untuk biota potensial pada muara Teluk Jakarta khususnya di muara Tiram, muara Tawar dan muara Sunda Kelapa berkisar antara 30% - 55%, sedangkan untuk logam Zn berkisar antara 25% - 60%. Untuk logam Cr sekitar 6 ppm – 15 ppm, dan logam Zn fraksi labil teroksidasi diketahui sekitar 50 ppm – 80 ppm.

5.2. Saran

- a. Dapat dilakukan variasi pelarut untuk masing masing fraksi untuk melihat perbandingan efektifitasnya.
- b. Perlu diadakan validasi metode ekstraksi bertahap (*Sequential Extraction*) ini untuk melihat presisi dan akurasi dari metode ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tessier, P. G. C. Campbell and M. Bisson, 1979. *Sequential Extraction Procedure For the speciation of Particulate Trace Metal*. Journal Analytical Chemistry. American Chemical Society. Vol 51, no 7.
2. Hutagalung, H.P. 1994. *Heavy metals content in sediment of Jakarta Bay, Indonesia.. Asean Criteria and Monitoring Advances*, p. 273-275
3. Reza Raditya R, 2007. *Spesiasi Logam Berat Cu dan Zn di Sedimen Muara Kamal, Muara Karang, dan Cengkareng Drain*. Skripsi Sarjana. FMIPA UI.
4. Ariana N, 2007. *Spesiasi Logam Berat Pb dan Cr di Sedimen Muara Kamal, Muara Karang, dan Cengkareng Drain*. Skripsi Sarjana. FMIPA UI
5. Horowitz, A.J., 1985. *A Primer on Trace-Metal sediment Chemistry*. US. Geological Survey. Water Supply Paper. 67 p.
6. V. Filgueiras, I. Lavilla and C. Bendicho, 2002. *Chemical sequential extraction for metal partitioning in environmental solid samples*. J. Environ. Monit. The Royal Society of Chemistry 2002
7. M. Ure and C. M. Davidson, 2001. *Chemical Speciation in the Environment*, Blackie, Glasgow, pp. 265–321.
8. R. Morabito, Fresenius' J. Anal. Chem., 1995, vol 351, no 378.
9. A. Tessier, P. G. C. Campbell and M. Bisson, Anal. Chem., 1979, vol 51, p 844.

10. M. Kersten, Ulrich Forstner, 1989. *Analytical Methods and Problems, Speciation of Trace Elements in Sediments*, ch 8. CRC Press.
11. K. Gauthreaux, C. O. Noble, T. Falgout, M. J. Beck, J. Sneddon, and J. N. Beck. 1998, *Microchem. J.*, vol 60, no 175.
12. G. S. R. Krishnamurti, P. M. Huang, K. C. J. Van Rees, L. M. Kozak and H. P. W. Rostad, 1995. *Analyst*.
13. L. M. Shuman, 1983, *Soil Science Society American J.*
14. M. Ure, Ph. Quevauviller, H. Muntau and B. Griepinck, 1993. *Int. J. Environ. Anal. Chem.*
15. Darmono 1995, *Logam Dalam Sistem Makhluk Hidup*, UI press.
16. Buckley, D.E., Smith, J.N., Winters, G.V., 1995. *Accumulation of Contaminant Metals In Marine Sediments of Halifax Harbour. Nova Scotia Environmental Factors and historical trends. Applied Geochemistry*. Vol. 10, pp. 175-195
17. Wikipedia the free encyclopedia, Chrom. 2008. Situs <http://en.wikipedia.org/wiki/Chrom.htm>. 08 juni 2008, pk 22.00
18. D. Rai, L.E. Eary, and J.M. Zachara 1989, *Environmental Chemistry of Chromium*. Elsevier Science Publishers. B.V
19. Cotton, F. Albert. and Geoffrey Wilkinson, 1989. *Kimia Anorganik Dasar.*, edisi 1. UI Press.

20. IPCS Inchem. Environmental Health Criteria, Zinc

<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc221.htm#1.4>, 7 april 2008

pukul 16.00

21. Ricard F Bopp, Michael L Gross, Huayi Tong, H. James Simpson,

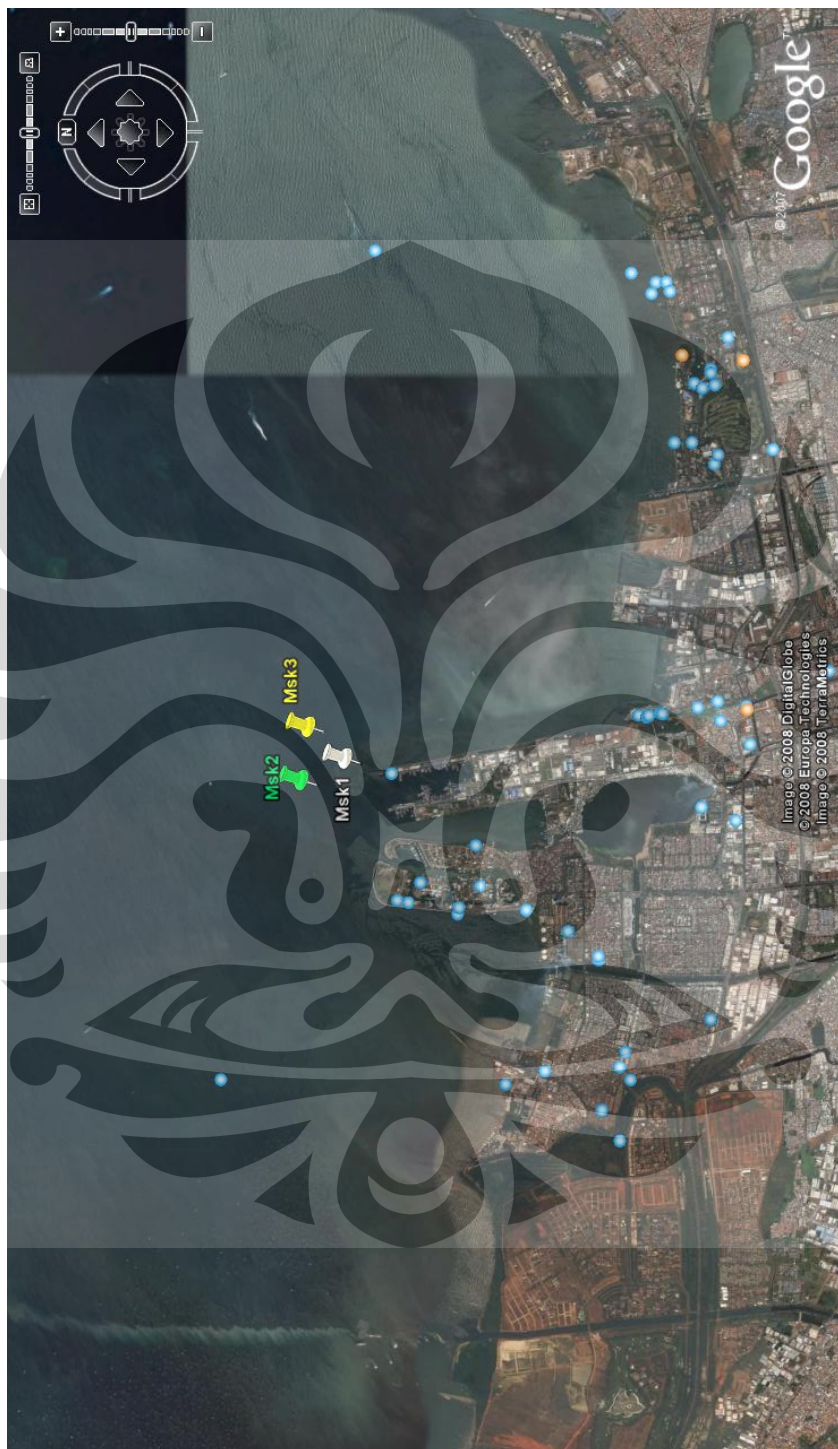
Stephen J. Monson, Bruce L Deck, Fredrika C. Moser 1991. *A Major Incident of Dioxin Contamination: Sediments of New Jersey Estuariest.*
J. Environt. Science tech.

22. Spesial High Grade Zinc (SHG) 99,995%,

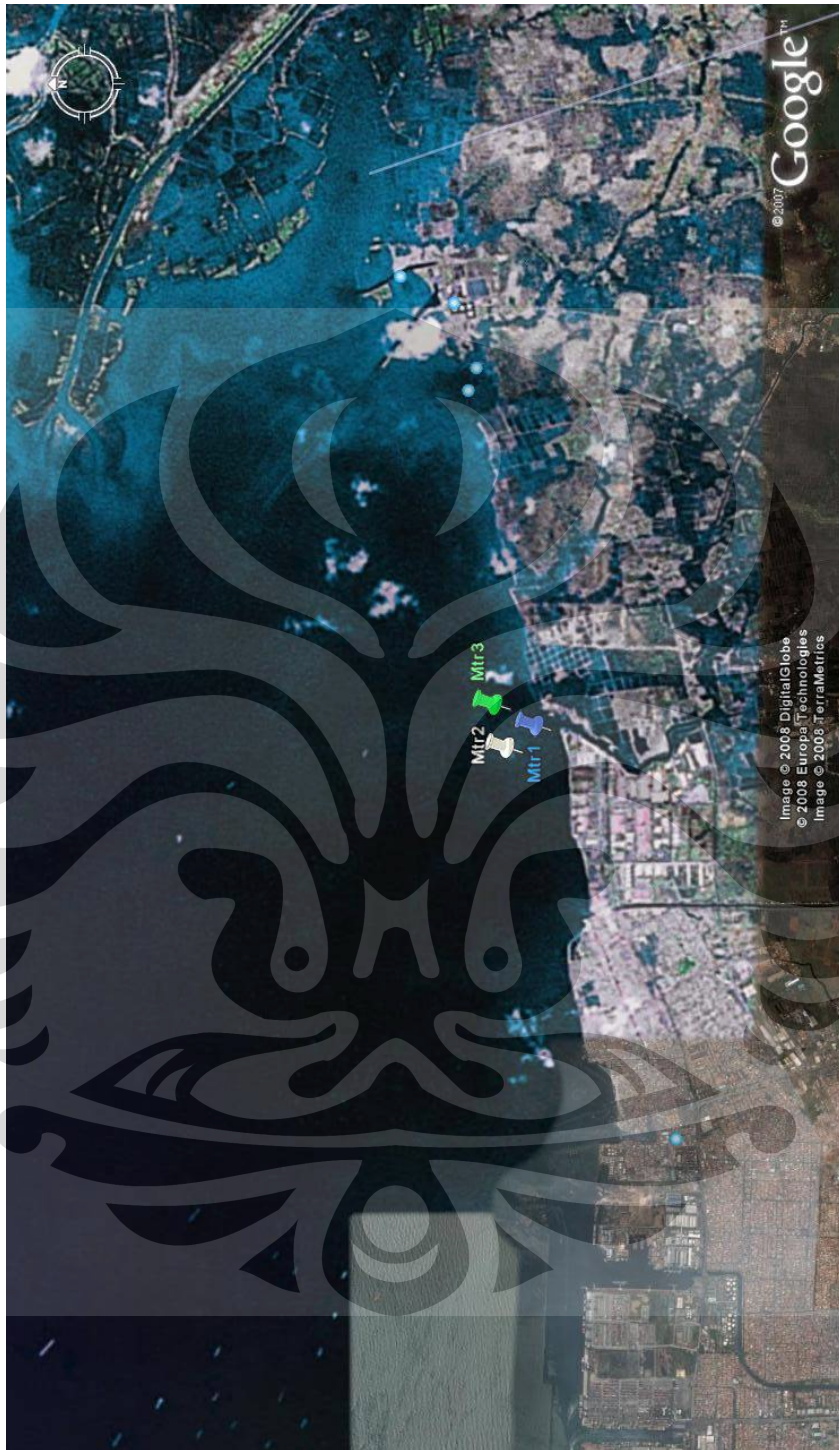
(<http://nyrstar.com/nyrstar/en/products/zinccongalvanising/techdownloads/>

[shg_budel.pdf](#)> diambil pada 23 April 2008

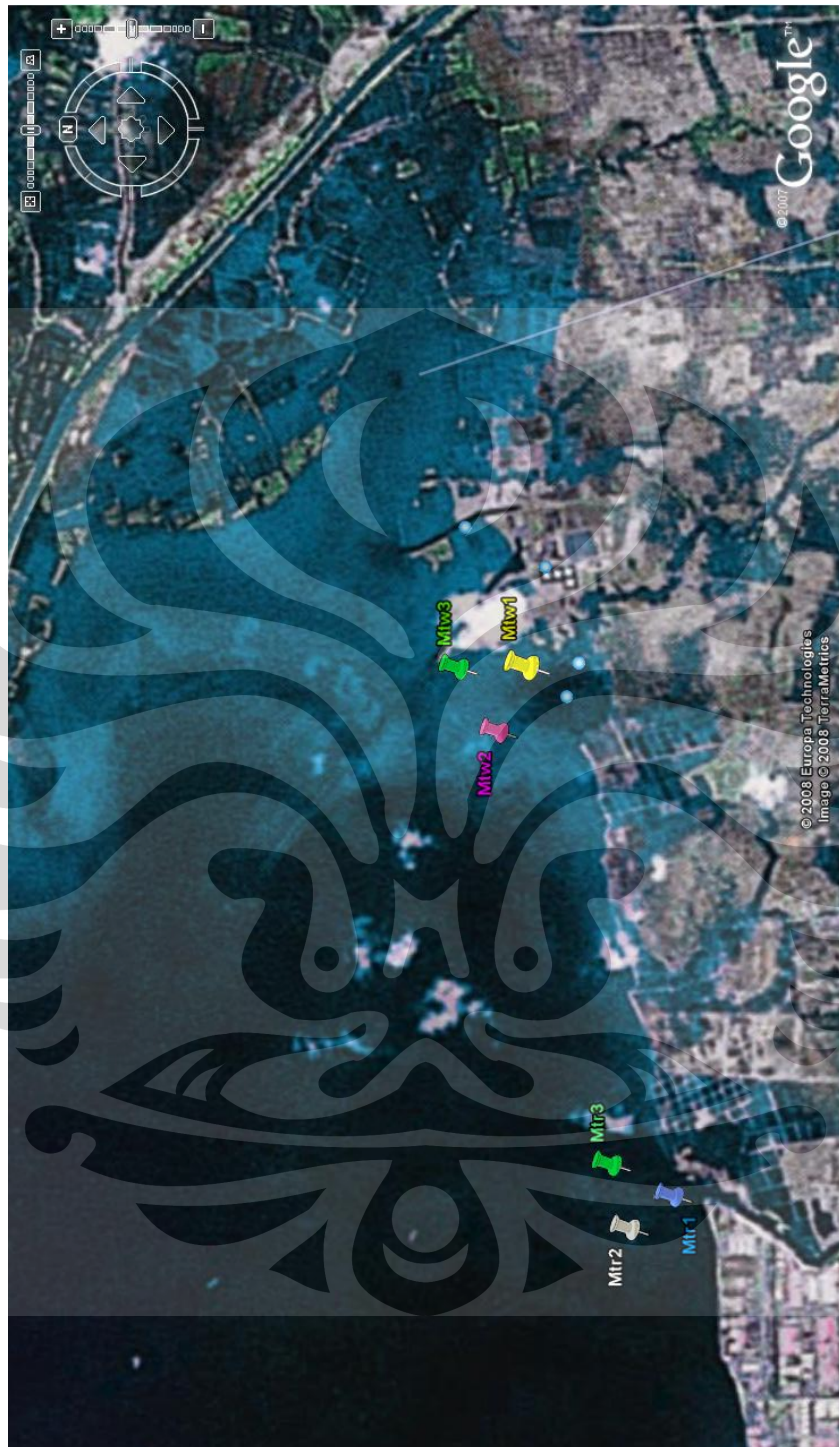
LAMPIRAN



Gambar 17. Peta lokasi sampling Msk1, Msk2, dan Msk3



Gambar 18. Peta lokasi sampling Mtr1,Mtr2, dan Mtr3



Gambar 19. Peta lokasi sampling Mtw1,Mtw2, dan Mtw3

Tabel 1. Nilai konsentrasi logam Cr di tiap fraksi (dalam ppm)

muara	f1	f2	f3	f4	f5
mtw1	9.44	7.59	5.74	13.13	17.06
mtw2	13.14	2.96	6.66	13.14	37.86
mtw3	14.05	2.03	8.51	12.21	33.70
mtr1	13.15	2.96	7.59	13.13	25.38
mtr2	11.29	2.96	6.67	9.44	23.32
mtr3	9.43	2.96	4.81	6.65	33.70
msk1	16.84	3.89	10.37	14.99	32.67
msk2	15.91	3.88	10.36	14.07	31.64
msk3	14.97	3.88	10.35	14.98	53.50
ch1	0.09	tt	3.89	6.26	5.41
ch2	2.40	tt	2.96	3.85	tt
pj1	1.48	tt	1.11	5.05	tt
pj2	1.94	tt	2.04	2.65	tt

Tabel 2. Nilai konsentrasi logam Zn di tiap fraksi (dalam ppm)

muara	f1	f2	f3	f4	f5
mtw1	22.13	26.22	39.18	79.44	142.08
mtw2	19.38	8.51	38.48	79.40	72.34
mtw3	23.96	32.31	52.64	72.30	68.94
mtr1	31.34	24.55	35.85	87.87	178.51
mtr2	14.14	19.39	21.58	51.04	51.43
mtr3	32.92	8.05	22.51	53.88	158.86
msk1	37.13	4.57	38.95	86.78	71.93
msk2	23.13	5.22	48.00	88.17	81.99
msk3	10.96	3.59	46.86	82.18	59.54
ch1	17.35	2.57	12.18	9.98	41.66
ch2	13.89	9.91	19.12	33.52	10.02
pj1	20.03	1.88	21.87	4.88	tt
pj2	20.77	1.18	17.65	5.46	tt

tt = tidak terdeteksi

Tabel 3. Nilai standar deviasi absorbansi logam Cr sampel sedimen

f1

muara	i	ii	iii	stdev
tawar 1	0.002	0.008	0.006	0.003055
tawar 2	0.006	0.008	0.003	0.002517
tawar 3	0.006	0.009	0.008	0.001528

f2

muara	i	ii	iii	stdev
tawar 1	0.002	0.006	0.003	0.002082
tawar 2	0.003	0	0.003	0.001732
tawar 3	0.002	0	0.002	0.001155

f3

muara	i	ii	iii	stdev
tawar 1	0.003	0.003	0.01	0.004041
tawar 2	0.004	0.003	0.011	0.004359
tawar 3	0.005	0.004	0.01	0.003215

f4

muara	i	ii	iii	stdev
tawar 1	0.007	0.007	0.018	0.006351
tawar 2	0.006	0.008	0.018	0.006429
tawar 3	0.006	0.007	0.028	0.012423

f5

muara	i	ii	iii	stdev
tawar 1	0.015	0.012	0.022	0.005132
tawar 2	0.025	0.022	0.026	0.002082
tawar 3	0.02	0.023	0.025	0.002517

Tabel 4. Nilai standar deviasi absorbansi logam Zn sampel sedimen

f1

muara	i	ii	iii	stdev
tawar 1	0.262	0.241	0.173	0.046522
tawar 2	0.229	0.215	0.184	0.023029
tawar 3	0.292	0.251	0.175	0.059366

f2

muara	i	ii	iii	stdev
tawar 1	0.326	0.265	0.195	0.065552
tawar 2	0.113	0.097	0.213	0.062865
tawar 3	0.422	0.301	0.154	0.13421

f3

muara	i	ii	iii	stdev
tawar 1	0.298	0.312	0.298	0.008083
tawar 2	0.330	0.271	0.303	0.029535
tawar 3	0.540	0.253	0.311	0.151753

f4

muara	i	ii	iii	stdev
tawar 1	0.590	0.566	0.507	0.042712
tawar 2	0.600	0.554	0.492	0.054197
tawar 3	0.543	0.516	0.518	0.015044

f5

muara	i	ii	iii	stdev
tawar 1	0.270	0.291	0.221	0.035921
tawar 2	0.219	0.351	0.172	0.092803
tawar 3	0.273	0.274	0.241	0.018771

Tabel 5. Nilai standar deviasi absorbansi dan batas deteksi logam Cr sampel sedimen Penjaliran dan Ciliwung hulu

f1

muara	i	ii	iii	stdev
pj1	-0.001	0.001	0.001	0.0012
pj2	0.002	0.003	0.002	0.0006
ch1	0.002	0.001	0.001	0.0006
ch2	0.003	0.001	0.001	0.0012
			LOD	0.0006

f2

muara	i	ii	iii	stdev
pj1	0.000	-0.001	0.001	0.0010
pj2	0.002	-0.003	0.001	0.0026
ch1	-0.002	0.000	0.000	0.0012
ch2	-0.004	0.001	-0.001	0.0025
			LOD	0.0010

f3

muara	i	ii	iii	stdev
pj1	0.003	0.001	0.001	0.0012
pj2	0.000	0.003	0.001	0.0015
ch1	0.001	0.000	0.001	0.0006
ch2	0.002	0.000	0.001	0.0010
			LOD	0.0006

f4

muara	i	ii	iii	stdev
pj1	0.003	0.002	0.002	0.0006
pj2	0.001	0.002	0.001	0.0006
ch1	0.003	0.001	0.002	0.0010
ch2	0.001	0.001	0.001	0.0000
			LOD	0.0000

f5

muara	i	ii	iii	stdev
pj1	0.009	0.007	0.007	0.0012
pj2	0.004	0.001	0.001	0.0017
ch1	-0.008	-0.005	-0.001	0.0035
ch2	-0.006	-0.004	-0.002	0.0020
			LOD	0.0012

Tabel 6. Nilai standar deviasi absorbansi dan batas deteksi logam Zn sampel sedimen Penjaliran dan Ciliwung hulu

f1

muara	i	ii	iii	stdev
pj1	0.392	0.382	0.360	0.0164
pj2	0.385	0.240	0.278	0.0752
ch1	0.453	0.436	0.560	0.0672
ch2	0.460	0.461	0.450	0.0061
			LOD	0.0061

f2

muara	i	ii	iii	stdev
pj1	0.073	0.009	0.009	0.0370
pj2	0.147	0.093	0.098	0.0298
ch1	0.052	0.015	0.020	0.0201
ch2	0.007	0.045	0.010	0.0211
			LOD	0.0201

f3

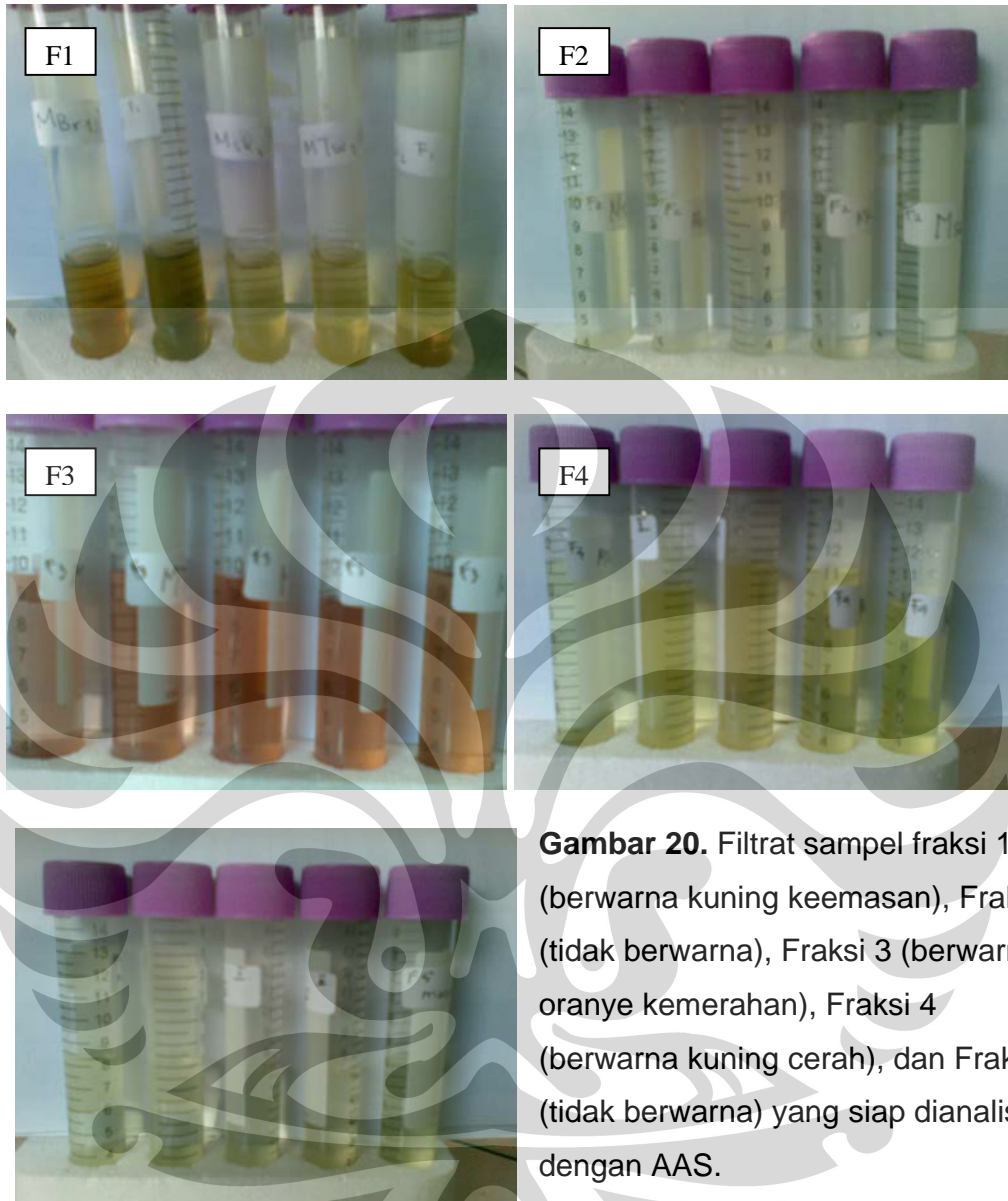
muara	i	ii	iii	stdev
pj1	0.122	0.123	0.130	0.0044
pj2	0.188	0.151	0.140	0.0251
ch1	0.240	0.136	0.187	0.0520
ch2	0.163	0.156	0.150	0.0065
			LOD	0.0065

f4

muara	i	ii	iii	stdev
pj1	0.064	0.120	0.071	0.0305
pj2	0.207	0.222	0.190	0.0160
ch1	0.062	0.069	0.070	0.0044
ch2	0.066	0.071	0.060	0.0055
			LOD	0.0044

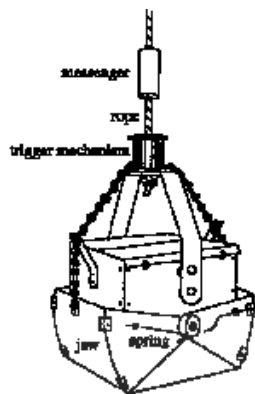
f5

muara	i	i	iii	stdev
pj1	0.161	0.201	0.170	0.0210
pj2	0.087	0.061	0.063	0.0145
ch1	0.044	-0.037	-0.020	0.0427
ch2	0.071	-0.009	-0.030	0.0533
			LOD	0.0145

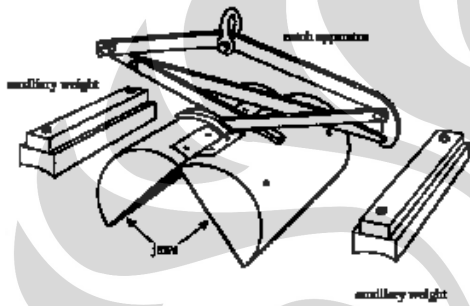


Gambar 20. Filtrat sampel fraksi 1 (berwarna kuning keemasan), Fraksi 2 (tidak berwarna), Fraksi 3 (berwarna oranye kemerahan), Fraksi 4 (berwarna kuning cerah), dan Fraksi 5 (tidak berwarna) yang siap dianalisa dengan AAS.

2

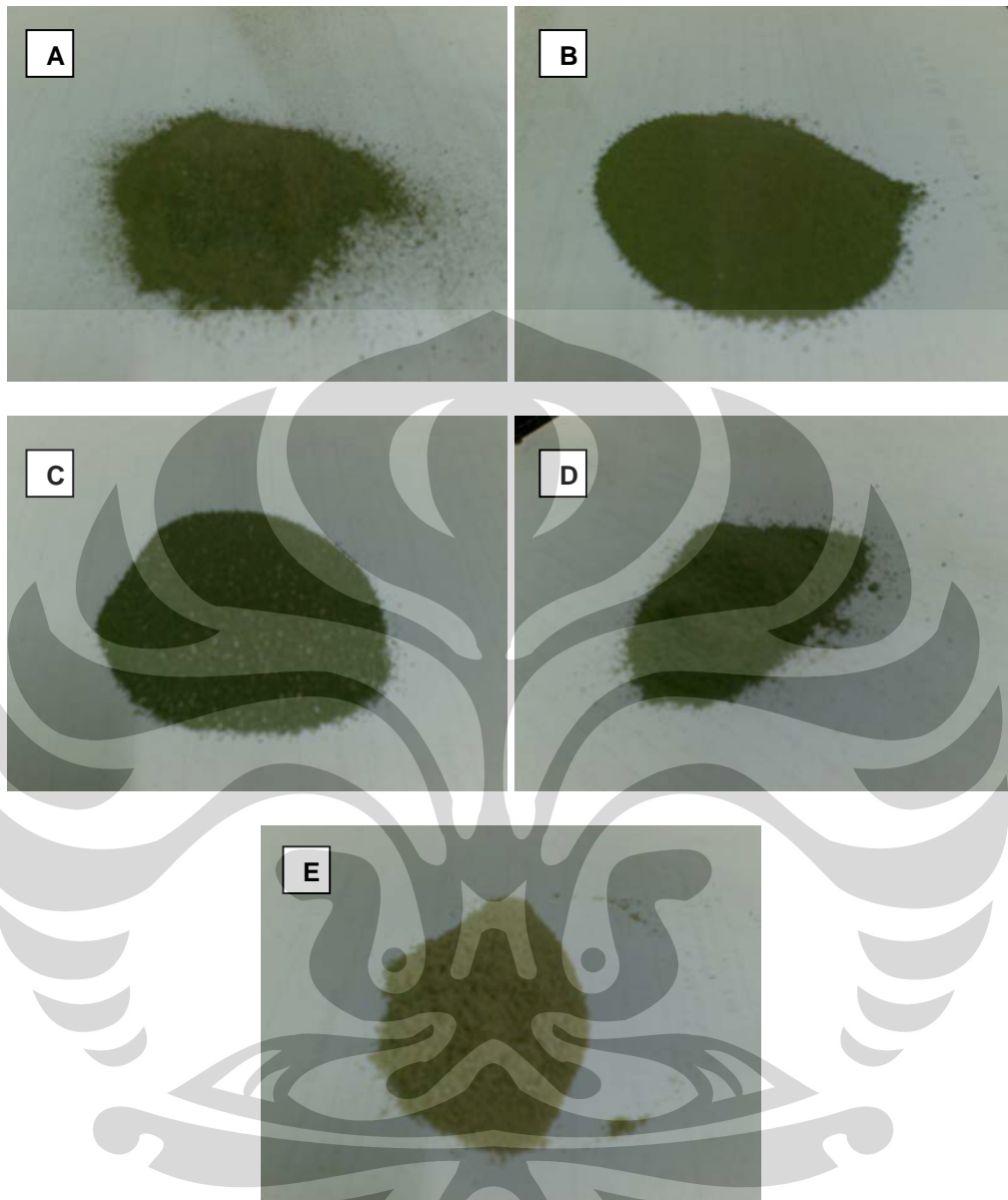


Ekman grab



Petersen Grab

Gambar 21. Alat Ekman grab dan Petersen Grab.



Gambar 22. Sedimen dari berbagai muara

Keterangan gambar.

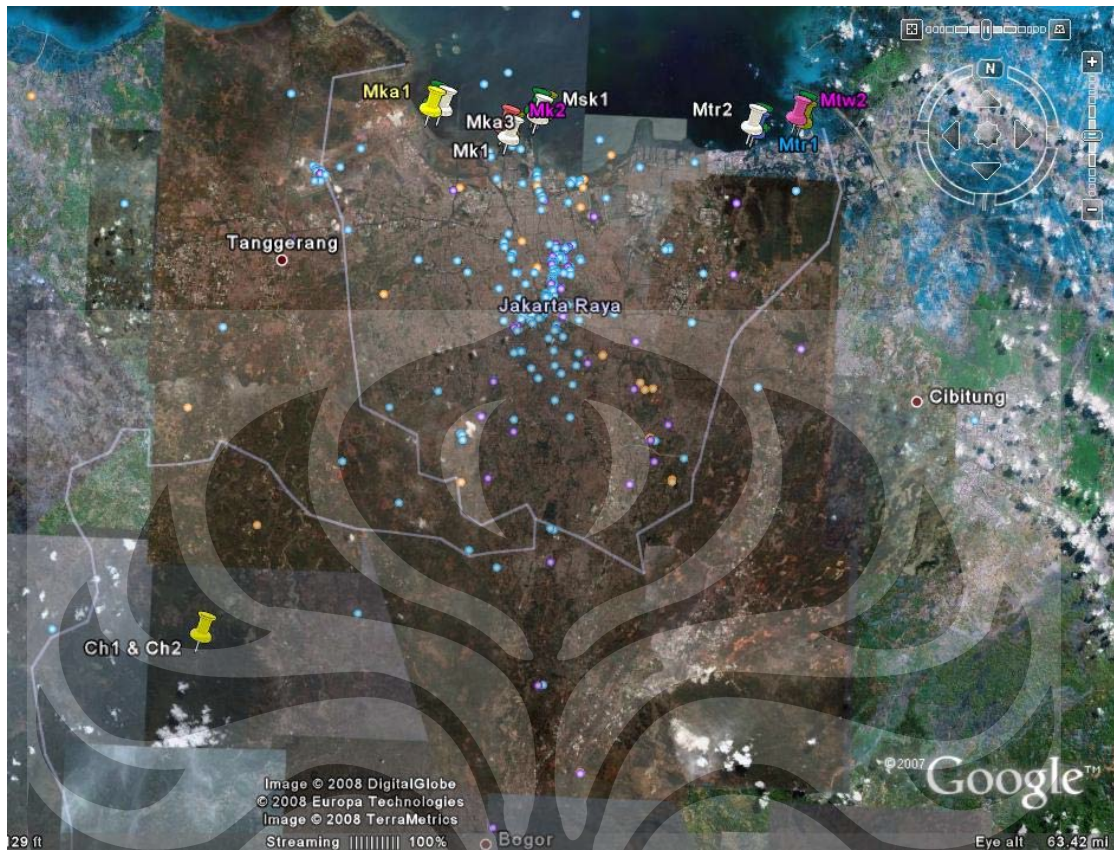
- A. Sedimen Ciliwung hulu (tanah lempung warna coklat tua)
- B. Sedimen Muara Sunda Kelapa (pasir kasar warna coklat tua)
- C. Sedimen Muara Tiram (pasir kasar warna coklat tua)
- D. Sedimen Muara Tawar (tanah lempung warna coklat tua)
- E. Sedimen Penjaliran (pasir kasar warna putih sedikit kecoklatan)

Tabel 7. Koordinat GPS tempat pengambilan sampel

Koordinat GPS	bujur	lintang
muara tawar 1 (mtw1)	106.99	-6.08623
muara tawar 2 (mtw2)	106.986	-6.08424
muara tawar 3 (mtw3)	106.99	-6.08176
muara tiram 1 (mtr1)	106.957	-6.09496
muara tiram 2 (mtr2)	106.955	-6.09222
muara tiram 3 (mtr3)	106.959	-6.09122
muara sunda kelapa 1 (msk1)	106.804	-6.09185
muara sunda kelapa 2 (msk2)	106.802	-6.08781
muara sunda kelapa 3 (msk3)	106.807	-6.08846
Muara karang 1 (mka1)	106.728	-6.08974
Muara karang 2 (mka2)	106.73	-6.08585
Muara karang 3 (mka3)	106.732	-6.08902
Muara kamal 1 (mk1)	106.784	-6.10721
Muara kamal 2 (mk2)	106.781	-6.10512
Muara kamal 3 (mk3)	106.784	-6.10295
Penjaliran1 (Pj1)	106.568	-5.45509
Penjaliran2 (Pj2)	106.565	-5.4594
Ciliwung hulu1 (Ch1)	106.583	-6.46384
Ciliwung hulu2 (Ch2)	106.583	-6.46384



Gambar 23. Peta lokasi sampling Pj1 dan Pj2



Gambar 24. Peta lokasi sampling Ch1 dan Ch2