

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN LOGAM BERAT KADMİUM DAN PLUMBUM DI DALAM SEDIMEN TELUK MENGKABONG, SABAH

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS(SAINS SEKITARAN) DENGAN KEPERJIAN

SAYA KAVITHASAN A/L PALANISAMY SESI PENGAJIAN: 2003/06  
 (HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: LOT 1344-5, BATU 4,  
TAMBAC PAYA, AIR MOLEK,  
75460 MELAKA

PROF. MADYA DR. MOHD. HARUN

Nama Penyelia

Tarikh: 17/04/06Tarikh: 17/04/06

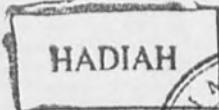
CATATAN:- \*Potong yang tidak berkenaan.

\*\*Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



4000008661



KAJIAN LOGAM BERAT KADMİUM DAN PLUMBUM DI DALAM  
SEDIMEN TELUK MENGKABONG, SABAH

KAVITHASAN A/L PALANISAMY

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN  
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM SAINS SEKITARAN  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PERPUSTAKAAN UMS



APRIL 2006

1400008661



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PENGAKUAN**

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

12 April 2006

---



KAVITHASAN A/L PALANISAMY

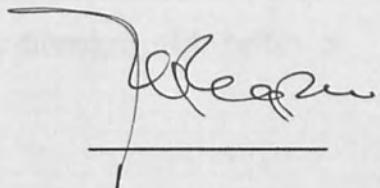
(HS 2003-3220)

**PENGESAHAN  
DIPERAKUKAN OLEH**

**Tandatangan**

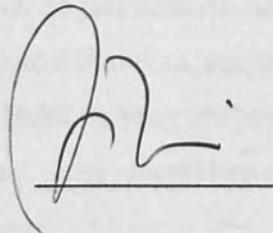
**1. PENYELIA**

(Profesor Madya Dr. Mohd Harun Abdullah)



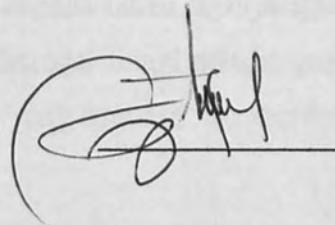
**2. PEMERIKSA 1**

(Dr. Kawi Bidin)



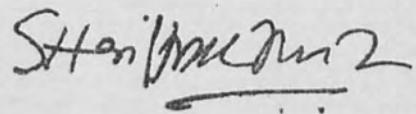
**3. PEMERIKSA 2**

(Profesor Madya Dr. Baba Musta)



**4. DEKAN**

(SUPT./KS Profesor Madya Dr. Shariff AK Omang)



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGHARGAAN

Pertama sekali, saya berasa bersyukur kepada Tuhan kerana dapat menyempurnakan segala kerja kajian ini dengan sempurna. Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi terima kasih kepada penyelia saya Professor Madya Dr. Mohd. Harun Abdullah di atas segala bantuan, tunjuk ajar, komen serta cadangan yang diberikan oleh beliau di sepanjang kajian ini.

Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada para pensayarah yang sentiasa memberikan bantuan dan tunjuk ajar dalam menyiapkan kajian ini. Segala bantuan dan tunjuk ajar mereka akan saya sentiasa hargai. Saya juga ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada pembantu makmal Puan Dayang dan Puan Habibah yang sentiasa memberikan bantuan seperti menyediakan peralatan makmal bagi menjalankan analisis-analisis makmal dalam kajian ini.

Saya juga ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada rakan seperjuangan saya yang turut membantu dalam menjalankan kajian ini. Setinggi-tinggi penghargaan dan terimah kasih juga buat yang istimewa iaitu ibu bapa yang sentiasa memberikan dorongan dan galakan kepada saya.

KAVITHASAN A/L PALANISAMY  
(HS 2003-3220)



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## ABSTRAK

Kajian ini memberi fokus kepada kepekatan logam berat kadmium(Cd) dan plumbum(Pb) dalam sedimen di Teluk Mengkabong, Sabah. Sedimen permukaan dari badan air kawasan kajian dikumpul pada bulan Oktober 2005 dan telah dianalisis bagi mendapatkan kepekatan logam berat. Analisis ini dijalankan dengan menggunakan kaedah spektrofotometer serapan atom (AAS). Objektif kajian ini adalah menentukan kepekatan logam berat Cd dan Pb dalam fraksi sedimen  $< 63\mu\text{m}$  ; membandingkan nilai kepekatan logam berat Cd dan Pb yang diperolehi dengan nilai piawai logam berat yang ditetapkan ; membandingkan data yang diperoleh di kawasan kajian ini dengan data dari kawasan kajian lain ; serta menyediakan data garis dasar bagi kandungan logam berat terpilih dalam sedimen di teluk sebagai rujukan masa hadapan. Julat kepekatan logam berat Cd dalam kawasan kajian ini adalah  $0.47\mu\text{gg}^{-1}$  hingga  $0.8\mu\text{gg}^{-1}$ . Manakala, julat kepekatan logam berat Pb pula ialah  $10.19\mu\text{gg}^{-1}$  hingga  $22.77\mu\text{gg}^{-1}$ . Kepekatan min kedua-dua logam berat Cd dan Pb yang diperolehi melalui analisis ini adalah masing-masing  $0.62 \pm 0.08\mu\text{gg}^{-1}$  dan  $16.74 \pm 4.46\mu\text{gg}^{-1}$ . Secara keseluruhannya, nilai min kepekatan logam berat Cd dan Pb dalam sedimen di Teluk Mengkabong adalah lebih rendah berbanding kajian-kajian lampau serta mematuhi nilai piawaian yang ditetapkan oleh ANZECC dan Negara Kanada.

## ABSTRACT

### The Determination of Heavy Metals; Cadmium (Cd) and Lead (Pb)—in Sediments of Mengkabong Lagoon, Sabah.

This study focuses on the distribution of heavy metals, cadmium (Cd) and lead (Pb) in the sediments of Mengkabong Lagoon, Sabah. The surface sediments were collected in October 2005 and analyzed for their heavy metal concentrations. Analyses were carried out using atomic spectrophotometer (AAS). The objectives of this study are to determine the concentration of Cd and Pb in sediment fraction  $< 63\mu\text{m}$ ; to compare the result with standard limits and previous studies; and to prepare a baseline data for future references in the future. Cd concentration in sediment ranges from  $0.47\mu\text{gg}^{-1}$  to  $0.8\mu\text{gg}^{-1}$ . Meanwhile, Pb concentration ranges from  $10.19\mu\text{gg}^{-1}$  to  $22.77\mu\text{gg}^{-1}$ . The mean concentration of cadmium and lead are  $0.62 \pm 0.08\mu\text{gg}^{-1}$  and  $16.74 \pm 4.46\mu\text{gg}^{-1}$  respectively. Overall, the mean concentrations of both Cd and Pb in the sediments of the study area are lower than the ANZECC and Canadian Sediment Quality guidelines and the values from previous studies.

## **KANDUNGAN**

Muka Surat

HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiv
SENARAI SIMBOL	xv
SENARAI LAMPIRAN	xvi

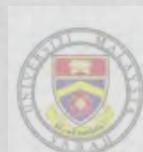
### **BAB 1 : PENDAHULUAN**

1.1 Pengenalan	1
1.2 Kepentingan Analisis Sedimen	2
1.3 Tujuan Kajian	3
1.4 Objektif Kajian	3
1.5 Skop Kajian	4
1.6 Kepentingan Kajian	5
1.7 Rasional Kajian	6



**BAB 2 : ULASAN PERPUSTAKAAN**

2.1	Logam Berat	7
2.1.1	Kadmium	8
2.1.2	Plumbum	10
2.2	Impak Logam Berat	11
2.3	Sedimen	13
2.3.1	Saiz Partikel Sedimen	15
2.3.2	Komposisi Sedimen	18
2.3.3	Gangguan Persekutaran Sedimen	19
2.4	Logam Berat Dalam Sedimen	20
2.4.1	Punca Kehadiran Logam Berat Dalam Sedimen	21
(a)	Punca Semulajadi	21
(b)	Punca Antropogenik	22
2.4.2	Bentuk-bentuk Logam Berat Dalam Sedimen	23
2.4.3	Pergerakan Logam Berat Dalam Sedimen	24
(a)	Faktor Fizikal	25
(b)	Faktor Biologi	26
(c)	Faktor Kimia	27
2.4.4	Ketoksikan Logam Berat Dalam Sedimen	28
2.4.5	Kepekatan Logam Berat Dalam Sedimen	29
2.5	Kesimpulan	32



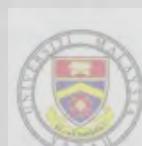
## BAB 3: BAHAN DAN KAEADAH

3.1	Alat Radas dan Bahan Kimia	35
3.1.1	Alat Radas	35
3.1.2	Bahan Kimia	36
3.2	Penyediaan Radas	37
3.3	Sedimen	37
3.3.1	Pengumpulan Sedimen	37
3.3.2	Penyediaan Sampel Sedimen	40
3.4	Analisis Saiz Partikel Sedimen	41
3.4.1	Kaedah Pengayakan	41
3.4.2	Kaedah Pipet Antarabangsa	42
(a)	Pensampelan Fraksi Lodak dan Lempung	44
(b)	Pensampelan Fraksi Lempung	45
(c)	Pensampelan Fraksi Pasir Jenis Sangat Halus	46
3.5	Analisis Kandungan Bahan Organik Dalam Sedimen	47
3.6	Analisis Logam Berat Dalam Sedimen Dengan AAS	48
3.6.1	Kaedah Penghadaman	48
3.6.2	Penyediaaan Larutan Piawaian Logam Berat	50
3.6.3	Penyediaan Graf Kalibrasi	50
3.6.4	Analisis Logam Dengan AAS	51
3.7	Analisis Statistik	52



## BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1	Analisis Bahan Organik Dalam Sedimen	53
4.2	Analisis Saiz Partikel Sedimen	56
4.2.1	Kaedah Pengayakan	56
4.2.2	Kaedah Pipet Antarabangsa	60
4.3	Hasil Analisis Kepekatan Logam Berat Dalam Sedimen	61
4.3.1	Kepekatan Logam Berat Kadmium Dalam Sedimen	61
4.3.2	Kepekatan Logam Berat Plumbum Dalam Sedimen	63
4.4	Hubungan Antara Kepekatan Logam Berat dan Kandungan Bahan Organik Dalam Sedimen	64
4.4.1	Bahan Organik dan Logam Kadmium	65
4.4.2	Bahan Organik dan Logam Plumbum	66
4.5	Hubungan Antara Kepekatan Logam Berat dan Peratusan Lempung Dalam Sedimen	69
4.5.1	Peratusan Lempung dan Logam Kadmium	69
4.5.2	Peratusan Lempung dan Logam Plumbum	71
4.6	Perbandingan Kepekatan Logam Berat Dalam Sedimen	73
4.6.1	Perbandingan Kepekatan Logam Berat Dalam Sedimen Dengan Nilai Piawaian	73
4.6.2	Perbandingan Kepekatan Logam Berat Dalam Sedimen Dengan Kajian-kajian Lampau	75
4.7	Perbincangan Secara Keseluruhan	78



**BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN**

5.1	Kesimpulan	84
5.2	Cadangan	85

<b>RUJUKAN</b>	87
----------------	----

<b>LAMPIRAN</b>	96
-----------------	----



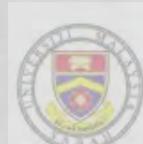
## SENARAI JADUAL

Muka Surat

2.1	Pengkelasan unsur-unsur kimia mengikut keterlarutan, ketoksikan dan kelimpahannya dalam persekitaran	14
2.2	Klasifikasi saiz partikel sedimen mengikut gred skala wentworth	17
2.3	Kepekatan semulajadi logam berat dalam batuan induk	23
2.4	Piawaian kepekatan logam berat dalam sedimen Negara Kanada	29
2.5	Piawaian kepekatan logam berat dalam sedimen Negara Australia dan New Zealand (ANZECC)	30
2.6	Kepekatan logam berat dalam sedimen	31
3.1	Alat radas bagi analisis saiz partikel sedimen dengan Kaedah Pipet Antarabangsa.	34
3.2	Alat radas bagi analisis saiz partikel sedimen dengan kaedah pengayakan.	35
3.3	Alat radas bagi analisis kandungan bahan organik dalam sedimen	35
3.4	Alat radas bagi analisis logam berat dalam sedimen dengan AAS	35
3.5	Bahan kimia bagi analisis saiz partikel sedimen dengan Kaedah Pipet Antarabangsa.	36



3.6	Bahan kimia bagi analisis analisis logam berat dalam sedimen dengan AAS	36
3.7	Koordinat stesen-stesen dalam kajian	40
3.8	Partikel sedimen yang boleh diasingkan melalui Kaedah Pipet Antarabangsa.	42
3.9	Masa dan suhu bagi pipet keluar sampel lodak dan lempung	45
3.10	Kedalaman dan suhu bagi pipet keluar sampel lempung	46
3.11	Masa penuangan keluar air bagi pemendakan fraksi pasir sangat halus	47
4.1	Kandungan bahan organik dalam sedimen di beberapa kajian lampau	55
4.2	Perbandingan kepekatan logam berat dalam kajian ini dengan nilai piawaian	75
4.3	Kepekatan logam berat dalam sedimen dari hasil kajian lampau di Malaysia.	76
4.4	Kepekatan logam berat dalam sedimen dari hasil kajian luar negara	78
4.5	Kepekatan logam berat dalam bahan agrokimia yang digunakan dalam pertanian	79



## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Variasi dalam kepekatan sedimen terampai mengikut Kedalaman bagi fraksi pasir, kelodak dan liat.	19
3.1 Peta kawasan kajian	39
4.1 Peratusan bahan organik dalam sedimen (fraksi $< 63\mu\text{m}$ ) di setiap stesen persampelan	54
4.2 Peratusan saiz partikel sedimen di setiap stesen persampelan	57
4.3 Peratusan fraksi $< 63\mu\text{m}$ dalam sedimen Teluk Mengkabong	59
4.4 Peratusan lempung dalam fraksi $< 63\mu\text{m}$	60
4.5 Taburan kepekatan logam berat kadmium dalam fraksi sedmen $< 63\mu\text{m}$ di setiap stesen persampelan	62
4.6 Taburan kepekatan logam berat plumbum dalam fraksi sedmen $< 63\mu\text{m}$ di setiap stesen persampelan	64
4.7 Graf korelasi logam berat kadmium dan bahan organik dalam sedimen Teluk Mengkabong.	66
4.8 Graf korelasi logam berat plumbum dan bahan organik dalam sedimen Teluk Mengkabong.	68
4.9 Graf korelasi kepekatan logam berat kadmium dan peratusan lempung dalam fraksi sedimen $< 63\mu\text{m}$ di Teluk Mengkabong.	70
4.10 Graf korelasi kepekatan logam berat plumbum dan peratusan lempung dalam fraksi sedimen $< 63\mu\text{m}$ di Teluk Mengkabong.	72



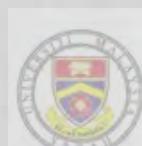
## SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

Cd	Kadmium
Cr	Kromium
Pb	Plumbum
<	Kurang daripada
±	Campur tolak
m	meter
mm	milimeter
$\mu\text{m}$	mikrometer
mL	Mililiter
$\text{cms}^{-1}$	Sentimeter sesaat
g	Gram
$\mu\text{gg}^{-1}$	Mikrogram per gram
$\text{g/cm}^3$	gram per sentimeterpadu
%	Peratus
$^\circ\text{C}$	Darjah selsius
ppm	Bahagian per juta
AAS	Spektrofotometer serapan atom
WHO	Pertubuhan Kesihatan Antarabangsa



## SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran		Muka Surat
A	Rajah A1: Graf kaliberasi logam berat kadmium	96
	Rajah A2: Graf kaliberasi logam berat plumbum	96
B1	Hasil analisis korelasi bagi logam berat kadmium	97
B2	Hasil analisis korelasi bagi logam berat plumbum	98
C	Rajah C1: Perbandingan di antara kepekatan logam berat kadmium dan bahan organik dalam fraksi sedimen < 63 $\mu\text{m}$ di Teluk Mengkabong.	99
	Rajah C2: Perbandingan di antara kepekatan logam berat plumbum dan bahan organik dalam fraksi sedimen < 63 $\mu\text{m}$ di Teluk Mengkabong.	99
D	Rajah D1: Perbandingan di antara kepekatan logam berat kadmium dan bahan organik dalam fraksi sedimen < 63 $\mu\text{m}$ di Teluk Mengkabong.	100
	Rajah D2: Perbandingan di antara kepekatan logam berat plumbum dan bahan organik dalam fraksi sedimen < 63 $\mu\text{m}$ di Teluk Mengkabong.	100
E1	Keputusan ujian kenormalan bagi kadmium	101
E2	Keputusan ujian kenormalan bagi plumbum	102
F1	Foto 1: Stesen persampelan M2	103
	Foto 2: Stesen persampelan M4	103



F2	Foto 3: Stesen persampelan M8	104
	Foto 4: Stesen persampelan M11	104
F3	Foto 5: Mesin pengayak bagi analisis saiz partikel sedimen	105
	Foto 6: Relau yang digunakan bagi analisis bahan organik	105
F4	Foto 7: Alat radas bagi analisis kaedah pipet	106
	Foto 8: ‘Reciprocating shaker’ bagi analisis kaedah pipet	106
F5	Foto 9: Alat radas bagi penurasan sampel sedimen	107
	Foto10: Ekman grab sampler	107
F6	Foto11: Spektrofotometer serapan atom(AAS)	108
G1	Data mentah logam kadmium dan plumbum	109
G2	Data mentah logam kadmium dan plumbum(sambungan)	110

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Pemonitoran dan penilaian alam sekeliling telah menjadi aspek penting yang semakin diambil kira dalam kehidupan manusia pada masa kini. Pemonitoran alam sekeliling penting bagi menjamin kesihatan dan keselamatan manusia serta mengetahui sebarang perubahan dan perkembangan alam sekeliling.

Sehubungan dengan itu, banyak kajian telah dilakukan oleh para pengkaji dari hampir seluruh pelusok dunia mengenai kepekatan logam berat dalam sedimen bagi tujuan pemonitoran dan sebagainya (Ip et al. 2004; Prego dan Cobelo-Gracia, 2003; Elith & Garwood, 2001). Kajian pemonitaran logam berat dalam sistem akuatik telah membawa kepada analisis kimia berkaitan kualiti air, sedimen dan biota. Analisis kimia berkaitan kualiti sedimen terdiri daripada sedimen terampai, sedimen permukaan serta sedimen dalaman. Analisis sedimen adalah amat berguna dalam mengkaji punca pencemaran dalam sesuatu badan air disebabkan ianya merupakan takungan tak mobil logam berat serta bahan pencemar organik dan inorganik yang lain.



Pencemaran alam sekitar yang berpunca daripada logam berat sering kali menjadi tumpuan para pengkaji disebabkan oleh sifat bioakumulasinya. Pencemaran logam berat adalah berbeza jika dibandingkan dengan pencemar organik lain yang mana selalunya akan kehilangan sifat ketoksikannya semasa biodegradasi. Logam berat tidak boleh terbiodegradasi sebaliknya sifat ketoksikannya akan kekal bagi tempoh masa yang agak lama dan meningkat dalam biota semasa proses bioakumulasi.

## 1.2 Kepentingan Analisis Sedimen

Sedimen memainkan peranan yang amat penting dalam penilaian pencemaran oleh logam berat. Ini adalah kerana, di dalam persekitaran sedimen yang tidak terganggu, logam berat diturunkan ke dalam sedimen dari fasa terlarut kepada fasa partikel sedimen. Hasilnya, kepekatan logam berat dalam sedimen adalah lebih tinggi berbanding fasa air.

Kebaikan dan kepentingan analisis sedimen dalam menentukan kualiti persekitaran akuatik adalah, aman kepekatan logam berat dalam sedimen dapat diketahui secara lebih signifikan berbanding analisis air. Tambahan lagi, pemonitoran logam berat dalam sedimen secara kerap dalam jangka masa yang singkat seperti dalam fasa air adalah tidak perlu disebabkan kepekatan bahan pencemar dalam sedimen menunjukkan pemendapan bahan pencemar bagi tempoh masa yang agak lama (Gangaiya et al., 2001).

### 1.3 Tujuan Kajian

Tujuan utama kajian ini dijalankan adalah untuk mengetahui kualiti semasa sedimen di kawasan kajian dengan mengambil kira parameter logam berat yang terdiri daripada logam berat kadmium dan plumbum.

### 1.4 Objektif Kajian

Terdapat empat objektif yang perlu dicapai dalam kajian ini. Keempat-empat objektif tersebut adalah:-

- I. Menentukan kepekatan jumlah logam berat kadmium(Cd) dan plumbum(Pb) dalam sedimen di kawasan kajian dalam fraksi  $< 63\mu\text{m}$ .
- II. Membandingkan nilai kepekatan logam berat kadmium(Cd) dan plumbum(Pb) dalam sedimen yang diperolehi dengan nilai piawai logam berat yang ditetapkan.
- III. Membandingkan data yang diperoleh di kawasan kajian ini dengan data dari kawasan kajian lain.
- IV. Menyediakan data garis dasar bagi kandungan logam berat terpilih dalam sedimen di teluk sebagai rujukan masa hadapan.



## 1.5 Skop Kajian

Kajian ini mempunyai beberapa limitasi atau skop. Antaranya ialah logam berat yang dikaji adalah terhad kepada kadmium dan plumbum sahaja. Analisis logam berat dalam kajian ini hanya dijalankan dengan menggunakan saiz partikel sedimen yang kurang daripada  $63\mu\text{m}$  sahaja.

Saiz partikel sedimen kurang daripada  $63\mu\text{m}$  sahaja digunakan untuk analisis logam berat disebabkan logam berat hadir dalam kuantiti yang banyak dalam fraksi ini. Fraksi sedimen yang bersaiz lebih daripada  $63\mu\text{m}$  boleh diabaikan disebabkan kepekatan logam berat dalam fraksi tersebut adalah amat kecil. Perkara ini diterima secara global dan diaplikasikan dalam kebanyakan kajian lampau (Fukue et.al, 2006; Glasby et.al, 2004; María et.al, 2001; de Groot, 1995).

Selain itu, kawasan kajian yang terlibat dalam kajian ini terhad kepada Teluk Mengkabong. Kawasan persekitaran selain daripada Teluk Mengakabong tidak termasuk dalam kajian ini. Analisis logam berat dalam kajian ini dijalankan dengan menggunakan cara analisis menerusi AAS sahaja.

## 1.6 Kepentingan Kajian

Kajian ini dapat memberi maklumat tentang intensiti pencemaran logam berat kadmium dan plumbum dalam sedimen di kawasan kajian iaitu Teluk Mengkabong. Maklumat ini adalah amat penting kerana, persekitaran kawasan kajian terdiri daripada hutan paya bakau yang penting dari segi ekosistem. Penumpukan logam berat dalam sedimen boleh mengganggu ekosistem hutan paya bakau ini.

Selain itu, kajian ini dapat memberi maklumat mengenai paras ketoksikan logam-logam berat tersebut dalam sedimen. Perkara ini adalah penting kerana, kawasan kajian ini didiami oleh masyarakat nelayan yang menggunakan air teluk ini bagi tujuan pemeliharaan ikan bagi menyara kehidupan harian mereka. Paras ketoksikan logam berat yang tinggi boleh menyebabkan kematian ikan dan menjadikan pendapatan mereka.

Logam berat wujud dalam kedua-dua fasa air dan sedimen di sesuatu persekitaran akuatik. Oleh yang demikian, maklumat dari kajian ini juga boleh membantu kajian-kajian lain yang berkaitan seperti menganalisis kepekatan logam berat dalam fasa air.



### 1.7 Rasional Kajian

Kajian ini dapat mengenalpasti urutan kepekatan logam berat dari aras kepekatan tertinggi ke aras yang rendah di antara kedua-dua logam berat kadmium dan plumbum dalam sedimen. Data-data yang diperolehi hasil daripada kajian ini boleh menjadi panduan atas garis dasar bagi pengkaji lain yang ingin mengetahui impaknya terhadap manusia melalui rantaian makanan.

Selain itu, data-data yang diperolehi menerusi kajian ini boleh digunakan sebagai perbandingan pada masa akan datang bagi mengetahui paras pencemaran sedimen di kawasan kajian ini. Data ini juga boleh digunakan bagi tujuan pemonitoran logam berat dalam fasa sedimen.



## RUJUKAN

Ahmad, 1993. Heavy Metal Concentration In Sediments Of Bintulu, Malaysia. *Marine Pollution Bulletin* **26**(12), 706-707.

Alloway, B.J., 1990. *Heavy Metals in Soil*. Thomson Itho. Ltd, Scotland, 29-30.

American Public Health Association, American Water Works Association dan Water Environment Federation, 1995. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Ed-19. American Public Health Association, New York.

Audry, S., Schafer, J., Blanc, G., dan Jouanneau, J., 2004. Fifty-year Sedimentary Record of Heavy Metal Pollution (Cd, Zn, Cu, Pb) In the Lot River Reservoirs (France). *Environmental Pollution* **132**, 413-426.

Australian & New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ANZECC/ARCMANZ) , 2000. National Water Quality Management Strategy. An Introduction to the Australian and New Zealand Guidelines for Freshwater and Marine Water Quality.  
([http://www.mfe.govt.nz/issues/water/anzecc\\_guiaade.htm](http://www.mfe.govt.nz/issues/water/anzecc_guiaade.htm))

Badri, M.A., & Aston, S.R., 1983. Observation on Heavy Metal Geochemical Associations in Polluted and Non-Polluted Estuarine Sediments. *Environmental Pollution* **6(b)**, 181-193.

Bartram., J., dan Ballance, R., 1996. *Water Quality Monitoring : A Practical Guide to The Design & Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*. Padstows Ltd, Great Britain.

Bellucci, L.G., Frignani, M., Paolucci, D., dan Ravanelli, M., 2002. Distribution of Heavy Metals in Sediments of The Venice Lagoon: The Role of The Industrial Area. *Science of The Total Environment* **295**, 35-49.

Bishop, P.L., 2000. *Pollution Prevention: Fundamental & Practice*. The McGraw-Hill, New York, 98-107.

Brian, R., 1982. Sediment-Water Interactions Of Cu, Zn, and Pb Discharged From A Domestic Waste Water Source Into A Bay Of Lough Neagh, Northern Ireland. *Environmental Pollution* **3**, 199-214.

Bourg, A.C.M. dan Loch J.P.G., 1995. Mobilization of Heavy Metals as Affected by pH and Redox Conditions. Dlm: Solomons, W., dan Stigliani, W.W (pnyt.) *Biogeodynamics of Pollutants in Soil and Sediments : Risk Assessment of Delayed and Non-Linear Response*, Springer-Verlag, Germany, 87-102.

Bryan, G.W. dan Langstan, W.J., 1991. Bioavailability, Accumulation and Effects of Heavy Metals in Sediment with Special Reference to United Kingdom Estuary. A Review. *Environmental Pollution* 176, 89-131.

Calmano, W., Ahlf, W., dan Forstner,U., 1996. Sediment Quality Assessment: Chemical and Biological Approaches. Dlm: Calmano, W., dan Forstner,U. (pnyt.) *Sediment and Toxic Substances*. Springer-Verlag, New York, 28-29.

Canadian Ministry of Environment and Energy, 2003. Canadian Environmental Quality Guidelines. [http://www.ccme.ca/publications/can\\_guidelines.html](http://www.ccme.ca/publications/can_guidelines.html).

Chen, J., Dong, L., dan Deng, B., 1989. A Study On Heavy Metal Partitioning In Sediment From Poyang Lake In China. Dlm: P.G. Sly dan B.T. Hart (pnyt.) *Sediment/Water Interactions IV*. Kluwer Academic, London, 159-170.

Chung, W.V., 2005. *Geostatistical Mapping Of Heavy Metals (Cd, Cr & Zn) Distribution In The Sediments Of Salut Lagoon, Sabah*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Malaysia Sabah (Tidak diterbitkan)

de Groot, A.J., 1995. Metals and Sediment: A Global Perspective. Dlm: Herbert E. Allen (pnyt.) *Metal Contaminated Aquatic sediments*. Ann Arbor Press, United States of America.

Drever, J.I, 1982. The Geochemistry of Natural Waters. Prentice Hall, Inc., Enlewood Cliffs, New Jersey.

Elith, M. dan Garwood, S., 2001. Investigation into Levels of Heavy Metals within Manly Dam Catchment. *Freshwater Ecology Report* **12**, 223-269.

Fabbri, D., Gabbianelli, G., Locatelli, C., Lubrano, D., Trombini, C., dan Vassura, I., 2001. Distribution of Mercury and Other Heavy Metals In Core Sediments Of The Northen Adriatic Sea. *Water, Air and Soil Pollution* **129**, 143-153.

Forstner, U., 1995. Integrated Pollution Control. Springer-Verlag, New York, 98-103.

Förstner, U., dan Salomons, W., 1980. Trace metal analysis on polluted sediments. Assessment of sources and intensities. *Environmental Technology* **1**, 494–505.

Forstner, U., dan Wittman, G.T.W., 1981. Metal Pollution In Aquatic Environment, Springer-Verlag, Berlin.

Fukue, M., Yanai, M., Sato, Y., Fujikawa, T., Furukawa, Y., dan tani, S., 2006. Background Values for Evaluation of Heavy Metal Contaminations in Sediments. *Journal of Hazardous Material*, 114-123.

Gangaiya, P., Tabudravu, J., South, R., dan Sotheeswaran, S., 2001. Heavy Metal Contamination of The Lami Coastal Environment, Fiji. *Journal of Natural Science* **19**, 24-29.

Glasby, G.P., Szefer P., Geldon, J., dan Warzocha, J., 2004. Heavy-metal pollution of Sediments from Szczecin Lagoon and the Gdansk Basin, Poland. *The Science of The Total Environment* **330**, 249-269.

Grosser, J.R., Hagelgans, V., Hentschel, T., dan Priester, M., 1994. Heavy-metals in Stream Sediments: A Gold-mining Area Near Los Andes, Southern Colombia S.A. *Journal of The Human Environment* **23**, 146-150

Goyer, R. A., 1991. *Toxic Effects of Metals: The Basic Science of Poisons*. Ed-4. Pergamon Press, New York.

Gupta, P.K., 2004. *Methods in Environmental Analysis Water, Soil, And Air*. Agrobious, India.

Hukil Bin Sino, 1994. *Status Logam Berat Dalam Sedimen Marin Di Sekitar Kota Kinabalu*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Kebangsaan Malaysia (Tidak diterbitkan)

Henretig, F.M., 1998. Lead. Dlm: Gold Frank, Flomenbaum, Lewin, Howland, Hoffman dan Nelson (pynt.) *Toxicology Emergencies*. Ed-7. McGraw-Hill, New York

Ip, C.C.T., Li, X.D., Zhang, G., Farmer, J.G., Wai, O.W.H., dan Li, Y.S., 2004. Over One Hundred Years of Trace Metal Fluxes in the Sediments of the Pearl River Estuary, South China. *Environmental Pollution* **132**, 157-172.

Jennett, J.C. dan Effler, S.W., 1980. Mobilization and Toxicological aspects of Sedimentary Contaminants. Dlm: Baker, R.A. (pynt.) *Contaminant & Sediments Volume 1: Fate & Transport, Case Studies, Modelling, Toxicity*. Arbor Science Publisher, Inc, United States of America.

James, A., dan Elliott, D.J., 1993. Models of Water Quality in Estuaries. Dlm: James, A. (pynt.) *An Introduction to Water Quality Modelling*. Ed.-2. John Wiley & Sons. Ltd, England, 184-189.

Liu, W.X., Li, X.D., Shen, Z.G., Waang, D.C., Wai, O.W.H. dan Li, Y.S., 2003. Multivariate Statistical Study of Heavy Metal Enrichment in Sediments of the Pearl River Estuary. *Environmental Pollution* **121**, 377-388.

Molles, M.C., 2005. *Ecology: Concepts and Application*. Ed.-3. McGraw-Hill, New York. 68 ms.

María, J.B., Oihana, S., Javier, F., Victoriano, V., and Ángel, B., 2001. Accumulation of Organic Matter, Heavy Metals and Organic Compounds in Surface Sediments along the Nervión Estuary (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin* **42**(12), 1407-1411

Park, J., dan Presley, B.J., 1997. Trace Metal Contamination of Sediments and Organisms from the Swan Lake area of Galveston Bay. *Environmental Pollution* **98**, 209-221.

Prego, R., dan Cobelo-Garcia, A., 2003. Twentieth Century Overview of Heavy Metals in the Galician Rias (NW Iberian Peninsular). *Environmental Pollution* **121**, 425-452.

Ramamoorthy, S. Dan Rust, B.R., 1978. Heavy Metal Exchange Process In Sediment-Water Systems. *Environmental Geology* **2**, 165-172.

Riba, I., Forja, J.M., Gomez-Parra, A., dan DelValls, T.A., 2004. Sediment quality in Littoral Regions of The Gulf of Cadiz: A Triad Approach to Address the Influence of The Mining Activities. *Environmental Pollution* **132**, 341-353.

Sabri, A.W., Rasheed, K.A., dan Kassim, T.I., 1993. Heavy Metals in the Water, Suspended Solids and Sediment Of The River Tigris Impoundment At Samarra. *Journal of Water Research* **27**, 1099-1103.

Sawyer, C.N., McCarty, P.L., dan Parkin, G.F., 1994. *Chemistry for Environmental Engineering*. Ed. Ke 4. McGraw-Hill, New York.

Schulin, R., Geiger, G., dan Furrer, G., 1995. Heavy Metal Retention by Soil Organic Matter Under Changing Environmental Conditions. Dlm: Solomons, W., dan Stigliani, W.W (pnyt.) *Biogeodynamics of Pollutants in Soil and Sediments : Risk Assessment of Delayed and Non-Linear Response*, Springer-Verlag, Germany, 54-85.

Seki, K., Okazaki, M., dan Matsumoto, S., 1993. The Chemical Phase Changes in Heavy Metals with Drying and Oxidation of the Lake Sediments. *Journal of Water Research* 27, 1243-1251.

Sheldrick, B. H. Dan Wang, C., 1993. Particle Size Distribution. Dlm: Martin, R. C. (pnyt.) *Soil Sampling and Methods of Analysis*. CRC Press Inc., New York, 508-509.

Shen, Z., Wenjiang, D., Licheng, Z., dan Xibao, C., 1989. Geochemical Characteristics of Heavy Metals in The Xiangjiang River, China. Dlm: P.G. Sly dan B.T. Hart (pnyt.) *Sediment/Water Interactions IV*. Kluwer Academic, London 253-262

Spiro, T.G. dan Stigliani, W.M., 2003. *Chemistry of The Environment*. Ed-2. Prentice Hall, New Jersey

Subramaniam, V. dan Chandran, G.M., 1992. Heavy Metals Distribution in the Sediment of Southern East Cost of India. *Marine Pollution Bulletin* **21**, 324-330.

Sukiman B. Sarmani, 1989. The Determination of Heavy Metals in Water, Suspended Materials and Sediments from Langat River, Malaysia. Dlm: P.G. Sly dan B.T. Hart (pnyt.) *Sediment/Water Interactions IV*. Kluwer Academic, London 233-238.

Traub, S.J., dan Hoffman, R.S., 1998. Cadmium. Dlm: Gold Frank, Flomenbaum, Lewin, Howland, Hoffman dan Nelson (pynt.) *Toxicology Emergencies*. Ed-7. McGraw-Hill, New York.

Thophon, S., Kruatrachue, M., Upatham, E.S., Pokethitiyook, P., Sahaphong, S., dan Jaritkhuan, S., 2003. Histopathologigal Alterations of White Seabass, *Lates calcarifer*, in Acute and Subchronic Cadmium Exposure. *Environmental Pollution* **121**, 307-320.

Villaescuasa-Celaya, J.A., Gutierrez-Galindo, d E.A., dan Flores-Munoz, G., 2000. Heavy Metals in the Fraction of Coastal Sediments From Baja California (Mexico) and California (USA). *Environmental Pollution* **108**, 453-462.

World Health Organization, 1996. Trace Metal Elements In Human Nutrition and Health. Geneva: WHO catalogue in publication data.