

**KAJIAN LOGAM BERAT KADMIUM DAN
PLUMBUM DI DALAM SEDIMEN DI
TELUK SALUT, SABAH**

S.PUVANESWARY SUBRAMANIAM

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA DENGAN KEPUJIAN**

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

APRIL 2006



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Kajian logam berat kadmium dan Plumbum dalam sedimen di Teluk Samt.

IJAZAH: Sarjana Muda Sains ~~Sains~~ (Sains Sekutaran) Dengan kepujian.

SAYA S. PUVANE SWAMY SUBRAMANIAM
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: ^{Tn} 3 2003-2006

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

1. Tesis adalah hakmilik 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

TERHAD

TIDAK TERHAD

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: 56, LK4 MERAK
2/2, TAMAN MERAK,
06000 KULIM, KEDAH.

Tarikh: 24/4/2006.

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

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

Disahkan Oleh

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Dr. Mohd Haniff Abdullah
Nama Penyelia

Tarikh: 24/4/06.

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).



PENGAKUAN

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

20 April 2006



S.PUVANESWARY SUBRAMANIAM

HS2003-3190

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



**PERAKUAN PEMERIKSA
DIPERAKUKAN OLEH**

Tandatangan

1. PENYELIA

(Profesor Madya Dr. Mohd Harun Abdullah)



2. PEMERIKSA 1

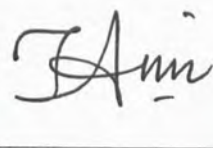
(Profesor Madya Dr. Baba Musta)



3. PEMERIKSA 2

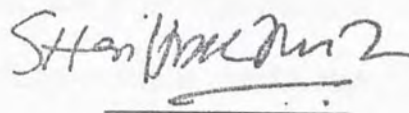
(Cik Farrah Anis Fazliatul bt Adnan)

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



4. DEKAN

(Profesor Madya Dr. Shariff AK Omang)



PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia saya iaitu Dr.Mohd Harun Abdullah yang telah banyak memberi tunjuk ajar, memberi banyak cadangan, idea, bimbingan dan pertolongan dalam memantapkan latihan ilmiah ini.

Selain daripada itu, saya juga ingin merakamkan terima kasih kepada pensyarah-pensyarah lain iaitu Dr.Baba Musta, Dr.Piakong Mohd Tuah, Dr.Miroslav Radojevic dan Cik.Farrah Anis Fazliatul bt Adnan atas komen dan idea-idea bernas yang diberikan oleh mereka semasa projek ini dijalankan.

Saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pembantu-pembantu makmal Sains Sekitaran iaitu Puan.Dayang, Cik.Praveena, dan Puan Habibah atas bantuan mereka sepanjang kerja makmal dijalankan. Ribuan terima kasih juga diucapkan kepada pembantu makmal pascasiswazah Geologi pertolongan mereka semasa projek ini dijalankan. Akhirnya saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam proses penyiapan projek saya ini.

S.PUVANESWARY SUBRAMANIAM

HS2003-3190



ABSTRAK

Kajian telah dilakukan bagi mengkaji kandungan logam berat iaitu kadmium dan plumbum dalam sedimen di Teluk Salut. Sampel sedimen telah diambil di 10 stesen di Teluk Salut. Sampel sedimen diambil sebanyak 3 kali bagi setiap stesen S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, dan S10. Sedimen telah dianalisis dengan menggunakan kaedah asid nitrik dengan menggunakan mesin Spektrofotometer Serapan Atom (Perkin-Elmer Model 4100). Nilai kepekatan logam berat kadmium yang tertinggi dicatat ialah $1.40\mu\text{gg}^{-1}$ pada stesen S3 dan nilai kepekatan logam berat kadmium yang terendah dicatat ialah $0.67\mu\text{gg}^{-1}$ pada stesen S10. Jadi nilai min kepekatan logam berat kadmium dalam sedimen di Teluk Salut adalah $0.94\mu\text{gg}^{-1}$. Kepekatan logam berat Plumbum yang paling tinggi dicatat pada stesen S10 iaitu $47.53\mu\text{gg}^{-1}$ manakala nilai kepekatan logam berat yang paling rendah dicatat adalah $12.52\mu\text{gg}^{-1}$ pada stesen S4. Nilai min bagi logam berat Plumbum adalah $23.65\mu\text{gg}^{-1}$ bagi keseluruhan stesen di Teluk Salut. Faktor persekitaran seperti kawasan perumahan, Jabatan kerajaan, aktiviti industri, aktiviti kuari dan tapak pelupusan Kayu Madang adalah dikaitkan dengan taburan logam berat kadmium dan plumbum dalam Teluk Salut.



ABSTRACT

THE CONCENTRATION OF CADMIUM AND LEAD IN THE SEDIMENT OF SALUT BAY.

This study was carried out to determine the concentration of heavy metals cadmium and lead in the sediment of Salut Bay. Sediment samples were collected from 10 locations namely S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9 and S10 at Salut Bay. Three replicates of samples were collected from each station. Sediment samples were analyzed at laboratory by using Nitric Acid method. The concentration of heavy metals was determined using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (Perkin-Elmer Model 4100). The highest concentration of cadmium was recorded at station S3 which was $1.40\mu\text{gg}^{-1}$ and the lowest concentration of cadmium was recorded $0.667\mu\text{gg}^{-1}$ at station S10. The mean value of cadmium recorded at Salut Lagoon was $0.94\mu\text{gg}^{-1}$. The highest concentration of lead was recorded at station S10 $47.53\mu\text{gg}^{-1}$ and the lowest concentration of lead was recorded at station S4 $12.52\mu\text{gg}^{-1}$. The mean value of lead concentration at Salut Lagoon was $23.65\mu\text{gg}^{-1}$. Anthropogenic activities surrounding Salut bay, industry activities, governmental department's effluent, mining activities, and the Kayu Madang Landfill are the factors which could possibly contributed cadmium and lead to Salut Bay.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xv
SENARAI SIMBOL	xvii
BAB1	PENDAHULUAN
1.1	Pengenalan 1
1.2	Objektif Kajian 4
1.3	Kepentingan Kajian 4
1.4	Skop Kajian 5
BAB2	ULASAN PERPUSTAKAAN
2.1	Sedimen 6
2.2	Pencemaran Sedimen 10
2.3	Punca-punca Logam Berat Dalam Sedimen 12



2.3.1	Punca semulajadi	12
2.3.2	Punca akibat antropogenik	13
2.3.3	Faktor yang menyumbang kepada penumpukan logam berat dalam sedimen sungai	17
2.4	Logam berat	19
2.4.1	Kadmium	21
2.4.2	Plumbum	23
2.5	Bahan Organik	25
2.6	Saiz Partikel	27
2.7	Tapak Pelupusan Sisa Pepejal Kayu Madang	28
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH KAJIAN	
3.1	Persampelan	30
3.1.1	Lokasi Kawasan Kajian	32
3.1.2	Latar Belakang Kawasan Kajian	35
3.2	Bahan dan Peralatan	37
3.3	Analisis Makmal	
3.3.1	Analisis Partikel Saiz	
3.3.1.1	Kaedah Pengayakan	40
3.3.1.2	Kaedah Pipet Antarabangsa	41
3.3.2	Penentuan Bahan Organik	44
3.3.3	Penggunaan AAS	45
3.3.3.1	Kaedah Penyediaan Sampel	46



3.3.3.2	Kaedah Penghadaman	48
3.3.3.3	Penyediaan Larutan Piawai	49
3.3.3.4	Penentuan Kepekatan Logam Berat	50
3.3.	Analisis Statisitk	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	57
4.2.2	Kaedah Pipet Antarabangsa	63
4.3	Hubungan antara Bahan Organik dengan Liat dalam Sedimen	65
4.4	Hasil Analisis Kepekatan Logam Berat Dalam Sedimen	
4.4.1	Kepekatan Logam Berat Kadmium dalam Sedimen	67
4.4.2	Kepekatan Logam Berat Plumbum dalam Sedimen	74
4.5	Hubungan Logam Berat dalam Sedimen dengan Bahan Organik	
4.5.1	Hubungan Bahan Organik dengan Kadmium	79
4.5.2	Hubungan Bahan Organik dengan Plumbum	82
4.6	Hubungan Antara Kepekatan Logam Berat dan Peratusan Lempung (Liat) dalam sedimen.	
4.6.1	Hubungan logam berat Kadmium dengan Peratusan Liat dalam sedimen.	85



4.6.2	Hubungan logam berat Plumbum dengan Peratusan Liat dalam sedimen.	88
4.7	Hubungan antara pH dengan Taburan logam berat dalam Sedimen	91
4.8	Perbandingan Kepekatan Logam Berat Dalam sedimen	
4.8.1	Perbandingan Kepekatan Logam Berat dengan Nilai Piawai.	93
4.8.2	Perbandingan Kepekatan Logam Berat dengan Kajian Lampau.	97
4.9	Perbincangan Keseluruhan	100
BAB 5	KESIMPULAN	
5.1	Kesimpulan	101
5.2	Cadangan	103
RUJUKAN		104
LAMPIRAN		112



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Halaman
2.1 Pengkelasan Sedimen Mengikut Saiz Partikel	8
2.2 Standard Piawai Logam Berat dalam Sedimen Negara Kanada.	9
2.3 Standard Piawai Logam Berat dalam Sedimen ANZECC	9
2.4 Kepekatan Logam Berat dalam Sedimen yang Tercemar Mengikut Jenis Lumpur di Canada.	11
2.5 Kepekatan Logam dalam Batuan	13
2.6 Kepekatan Logam Berat dalam Bahan Kumbahan	14
2.7 Kehadiran Logam Berat Mengikut Jenis Industri	15
2.8 Kepekatan Logam Berat dalam Bahan Agrokimia	16
2.9 Kepekatan Logam Berat dalam Arang Batu	16
2.10 Kepekatan Logam Berat di 16 Kawasan di United Kingdom.	18
2.11 Kepekatan Logam Berat di Beberapa Kawasan di Seluruh Dunia.	19
3.1 Kedudukan Semua Stesen Pensampelan Mengikut Koordinat di Teluk Salut.	33
3.2 Senarai Peralatan bagi Proses Penyediaan Sampel	37



3.3	Senarai Peralatan yang digunakan untuk Penghadaman Sampel Sedimen.	37
3.4	Senarai Bahan Kimia bagi Proses Penghadaman Sampel Sedimen.	38
3.5	Senarai Peralatan bagi Penentuan Saiz Lempung	38
3.6	Senarai Bahan Kimia digunakan untuk Penentuan Saiz Lempung	38
3.7	Senarai Peralatan yang digunakan bagi Penentuan Bahan Organik	39
3.8	Masa dan Suhu bagi Persampelan Fraksi Lodak dan Lempung	43
3.9	Masa dan Suhu bagi Persampelan Fraksi Lempung	43
3.10	Masa dan Suhu bagi Persampelan Fraksi Pasir Jenis Sangat Halus	43
4.1	Purata Kepekatan Logam Berat Kadmium bagi 10 Stesen di Teluk Salut.	69
4.2	Kepekatan Logam Plumbum yang dicatat bagi Stesen 1 Hingga 10	76
4.3	Perbandingan Kepekatan Kajian Ini dengan Nilai Piawai	96



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Halaman
3.1 Titik-titik persampelan mengikut koordinat pada Teluk Salut	33
3.2 Aktiviti-Aktiviti dan Kegunaan Tanah di Sekitar Teluk Salut	35
4.1 Peratusan Bahan Organik bagi Setiap Stesen di Teluk Salut	54
4.2 Peratusan Saiz Partikel bagi setiap Stesen.	58
4.3 Taburan Peratus bagi Partikel Saiz > 63 μm bagi Setiap Stesen Teluk Salut.	61
4.4 Peratusan liat bagi setiap stesen di Teluk Salut.	64
4.5 Hubungan antara Bahan Organik dan Liat dalam sampel Sedimen.	66
4.6 Kepekatan Logam Kadmium bagi 10 stesen Teluk Salut	68
4.7 Air larutresap daripada tapak pelupusan Kayu Madang yang telah dirawat.	72
4.8 Purata kepekatan logam Plumbum bagi setiap stesen di Teluk Salut.	75
4.9 Hubungan antara Kadmium dengan Bahan Organik bagi Setiap Stesen.	82
4.10 Hubungan Plumbum dengan Bahan Organik	84
4.11 Hubungan Logam Berat Kadmium dan Peratusan Liat bagi Setiap Stesen.	86
4.12 Hubungan antara Logam Berat Plumbum dengan Peratusan Liat dalam Sedimen bagi Setiap Stesen di Teluk Salut.	89



SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran	Halaman
A1 Graf kalibrasi untuk larutan kadmium	112
A2 Graf kalibrasi untuk larutan plumbum.	113
B1 Kepekatan logam berat kadmium bagi setiap stesen.	114
B2 Kepekatan logam berat plumbum bagi setiap stesen	115
C1 Output Kolmogorov- Smirnov dan Shapiro - Wilk Dan histogram bagi ujian kenormalan data-data kadmium	116
C2 Output Kolmogorov- Smirnov dan Shapiro - Wilk Dan histogram bagi ujian kenormalan data-data plumbum.	117
C3 Jadual ujian kenormalan data-data bahan organik dan liat dalam sedimen	118
D1 Jadual menunjukkan hubungan korelasi bahan organik dengan liat dalam sedimen.	119
D2 Hubungan korelasi antara bahan organik dengan Peratusan liat.	120
E1 Jadual korelasi bahan organik dengan kepekatan kadmium dan plumbum.	121
E2 Hubungan korelasi antara peratusan bahan organik dengan kadmium.	122

E3	Hubungan korelasi peratusan bahan organik dengan plumbum. kepekatan logam berat kadmium dan plumbum.	123
F1	Jadual korelasi peratusan liat dengan kadmium.	124
F2	Hubungan peratusan liat dengan kadmium.	125
F3	Hubungan peratusan liat dengan plumbum.	126
G1	Senarai gambarajah yang digunakan untuk analisis logam berat dalam sedimen	127
G2	Senarai beberapa gambarajah kawasan persampelan sedimen di Teluk Salut	131
G3	Senarai gambarajah aktiviti yang dijalankan di persekitaran Teluk Salut	133



SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

μm	Mikrometer
mm	Milimeter
Cd	Kadmium
Cr	Kromium
Pb	Plumbum
AAS	Spektrofotometer Searapan Atom
BO	Bahan Organik
mg/kg	Miligram per kilogram
$\mu\text{g/g}$	Mikrogram per gram
JAS	Jabatan Alam Sekitar
ANZECC	Australian & New Zealand Environment and Conservation Council
%	Peratus
DBKK	Dewan Bandaraya Kota Kinabalu
DDT	Dichlorodiphenyltrichloro ethane
DHHS	Department of Health and Human Services
EPA	Environmental Protection Agency
WHO	World Health Organization
$^{\circ}\text{C}$	Darjah Celsius



BAB: 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan.

Sedimen, dalam sungai dan laut biasanya digunakan untuk mengesan pencemaran alam sekitar dan meramal sebarang perubahan dalam ekologi. Sehingga sekarang tiada sebarang perjanjian yang dicapai dalam kaedah piawai yang digunakan untuk menganalisis sedimen tersebut (Baudo, 1990).

Menurut Hakanson & Jansson (1983) terdapat 12 faktor berlainan yang terlibat dalam penganalisis sampel sedimen iaitu jenis sistem air, penyebaran sedimen di bawah sungai, keluasan sungai itu, saiz partikel, aktiviti antropogenik, keadaan sifat bahan kimia, unsur fizikal dan biologi dalam sedimen, bilangan sampel, jenis pensampelan, peralatan pensampelan, pengendalian sampel, dan analisis makmal. Tiada satu kajian pun yang pernah dilakukan mengikut kesemua faktor-faktor yang disenaraikan di atas dalam kajiannya.



Banyak kajian telah dilakukan terhadap logam berat yang bertabur di dasar sungai dalam sedimen. Kajian dilakukan terhadap sedimen untuk mengetahui kepekatan logam berat seperti plumbum, kadmium, kromium, arsenik, fosfat, kuprum, argentum dan lain-lain lagi. Kepekatan logam berat sentiasa diuji dan diperiksa dari semasa ke semasa supaya mengetahui kepekatan logam berat pada ketika itu dan dibandingkan dengan paras piawai yang telah ditentukan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS). Jika sedimen yang telah dikaji itu mempunyai kepekatan logam berat melebihi daripada paras yang ditetapkan maka disimpulkan bahawa pencemaran sedimen atau lebih dikenali pencemaran toksik telah berlaku. Kajian dahulu yang telah membuat kajian terhadap sedimen terhadap pencemaran zink, plumbum, kadmium telah menyatakan bahawa sedimen yang telah dirawat dengan sebarang logam berat menunjukkan peningkatan pH dan bagi sedimen yang tidak dirawat dengan logam berat tiada sebarang perubahan dan dikekalkan pada tahap yang sama.

Analisis logam berat dalam sedimen adalah idea utama bagi tesis ini. Kepekatan logam berat dalam sedimen di Teluk Salut adalah penilaian utama yang akan dilakukan di kawasan ini. Tiga logam berat penting yang akan dinilai kekekatannya adalah kadmium, kromium dan plumbum.

Proses mengukur kandungan logam berat dalam sedimen adalah bukan satu proses yang mudah. Walau bagaimanapun penilaian logam berat dalam sedimen harus mengetahui kandungan bahan kimia yang hadir dalam sedimen tersebut. Dengan



mengetahui kandungan dalam sedimen ini akan dapat membantu untuk mengetahui dalam apa bentuk logam berat itu hadir dan bagaimana ia memasuki sistem air semula.

Sedimen merupakan bahan yang sangat kompleks, berubah pada kadar yang cepat dan kerap. Sedimen mudah mengalami pencemaran oleh pelbagai bahan pencemar daripada bahan inorganik seperti nutrien, logam berat toksik dan kimia organik. Kehadiran bahan organik dan inorganik dalam sedimen sungai adalah kesan atau hasil daripada aktiviti manusia dan secara semulajadi. Pemonitoran bahan organik dan inorganik memerlukan tempoh masa yang lama. Pencemaran sedimen bukan sahaja dijumpai di sedimen sungai malah sedimen laut dan sedimen estuari. Analisis sedimen dilakukan bagi mengetahui jenis-jenis logam berat yang hadir dalam sedimen (Baudo et al., 1990).



1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Tujuan utama kajian ini adalah untuk mencapai beberapa objektif seperti di bawah:

1. Menentukan kepekatan logam berat kadmium dan plumbum dalam sedimen di Teluk Salut dalam fraksi $< 63 \mu\text{m}$.
2. Membandingkan data yang diperolehi dari kawasan kajian ini iaitu Teluk Salut dengan data kawasan kajian lain.
3. Menyediakan satu garis dasar kandungan logam berat (Cd dan Pb) dalam sedimen di Teluk Salut.
4. Membandingkan nilai kepekatan logam berat (Cd dan Pb) dalam sedimen yang dipengaruhi dengan nilai piawai logam berat yang ditetapkan.

1.3 KEPENTINGAN KAJIAN

Pemilihan Teluk Salut sebagai kawasan kajian adalah untuk mengkaji kepekatan logam berat kerana terdapat pelbagai aktiviti di sekitar Teluk Salut. Kajian terhadap logam berat kadmium dan plumbum adalah menentukan bahawa adakah aktiviti seperti industri kuari, kawasan perumahan, jalan raya, kawasan industri, politeknik, restoran, kawasan-kawasan penginapan dan aktiviti rekreasi di sekitar Teluk Salut membawa kesan signifikan kepada kepekatan logam berat dalam sedimen di kawasan tersebut. Aktiviti kuari adalah faktor yang difokuskan dalam kajian ini dan kajian lanjutan dilakukan untuk mengetahui kesan atau impak kegiatan kuari terhadap kepekatan logam berat di Teluk Salut.



1.4 SKOP KAJIAN

Logam berat yang akan dikaji adalah kadmium, dan plumbum sahaja. Kawasan kajian hanya terhad di sekitar Teluk Salut sahaja. Partikal sedimen yang telah dipilih adalah < 63 μm . Ini kerana kajian yang telah dijalankan dahulu terhadap penumpukan logam berat dalam sedimen telah menyatakan bahawa pengumpulan logam berat dalam saiz sedimen < 63 μm adalah lebih banyak berbanding dengan saiz sedimen yang lain (Fukue *et al.*, 2006). Analisis logam berat kadmium dan plumbum dalam kajian ini adalah dengan menggunakan mesin Atomik Serapan Spektrofotometer (AAS).

BAB: 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Sedimen.

Sedimen adalah kawasan penyimpan pelbagai bahan kimia dalam bentuk fizikal dan biologi. Bahan kimia yang dimaksudkan itu adalah logam berat seperti plumbum, kuprum, kadmium, kromium, unsur-unsur surih, bahan-bahan terampai dan batuan dalam pelbagai saiz. Bahan kimia tersebut meresap masuk ke dalam sedimen yang menjadi habitat kepada pelbagai jenis spesies akuatik komersial. Menurut Montgomey (2000), menyatakan bahawa sedimen yang biasanya adalah hasil daripada pengakisan daripada hakisan hutan, hakisan daripada kawasan pertanian dan hakisan yang berlaku di tebing sungai semasa pengaliran air yang deras. Dengan ini butiran-butiran tanah dalam pelbagai saiz ini dibawah oleh pengaliran sungai dan seterusnya termendak di bawah sungai.



Dalam proses ini bahan pencemar seperti logam berat yang dibawa oleh aliran sungai ini digunakan oleh kehidupan akuatik, haiwan dan juga manusia. Sedimen sendiri adalah bahan pencemar dan ia bertindak sebagai agen pembawa bahan pencemar dalam sistem akuatik. Sedimen ini boleh mempengaruhi kualiti air bawah tanah dan air permukaan. Ini kerana bahan pencemar yang terjepap di atas sedimen tidak kekal dalam sedimen tetapi boleh berpindah apabila keadaan fizikimia berubah (Pehaim, 2004).

Menurut Cunningham (1999), menyatakan bahawa sedimen dan bahan terampai merupakan punca utama berlaku pencemaran air di Amerika Syarikat dan di negara-negara lain. Sungai sentiasa membawa sedimen ke laut. Hakisan dan pengaliran bahan pepejal serta bahan kimia daripada pertanian menyumbang sebanyak 25 billion metrik ton tanah, sedimen dan bahan terampai kepada badan air setiap tahun.

Sedimen adalah *gravel* yang lembut di mana menjadi habitat serangga dan menjadi tempat ikan menetas telur. Oleh kerana pemendakan terus berlaku, cahaya matahari dilindung dan fotosintesis tidak dapat dijalankan, dengan itu paras oksigen turut menurun. Jadi ini mengganggu ekosistem kawasan tersebut (Enger,2000). Sedimen juga memberi kebaikan di mana sedimen yang termendak di laut di bahagian mulut sungai atau estuari membentuk delta dan pulau-pulau yang berharga dalam kepelbagaian ekosistem.



RUJUKAN

- Ahn, I.Y., and Lee, S.H., Kim, K.T., Shim, J.H., and Kim, D.Y., 1996. Baseline Heavy Metals Concentration in The Antarctic Clam, In Maxwell Bay, King George Island Antarctic. *Marine Pollution Bulletin* **32**, 592-598.
- Adriano, D.C., 1986. *Trace Elements in the Terrestrial Environment*. Springer-Verlag New York.
- Alloyway, B.J., 1990. *Heavy Metal in Soil*. Thomson Litho Ltd, East Kilbrids Scotland.
- 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 Introducing to the Australian and New Zealand Guidelines for Freshwater and Marine Water Quality.
- Balachandran, K.K., Lalu Raj, L.M., Nair, M., Joseph, T., Sheeba, P., and Venugopal, P., 2005. Heavy Metal accumulation in a flow restricted, tropical estuary. Estuarine, *Coastal and Shelf Science* **65**, 361-370.
- Baudo, R., 1990. *Sediments Chemistry and Toxicity of In-Place Pollutants*. Lewis Publisher, United States.
- Botkin, D.B and Keller, E.A., 2000. *Environmental Science 3rd Edition*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Bryan, G.W., & Langston, W.J., 1992. Bioavailability, Accumulation and effects of Heavy Metals in sediments with special references to UK estuaries: A Review. *Environmental Pollution* **76**, 89-131.



- Buccolieri, A., Buccolieri, G., Deli'Atti, A., Di Leo, A., and Antonella, M., 2006. Heavy Metal in Marine Sediments of Toranto Gulf (Ionidin Sea, Southern, Italy). *Marine Chemistry* **99**, 227-235.
- Calmano, W., Ahlf, W., and Forstner, U., 1996. *Sediment Quality Assessment: Chemical and biological Approaches*. Springer – Verlag, New York.
- Canadian Ministry of Environment and Energy, 2003. *Canadian Environmental Quality Guidelines*. http://www.ccme.ca/publications/can_guidelines.html.
- Chung, W.V., 2005. *Geostatistical Mapping of Heavy Metals (Cd, Cr, & Zn) Distribution in the Sediments of Salut Lagoon*. Universiti Malaysia Sabah, Tidak Diterbitkan.
- Clement, R., and Kagel, R., 1990. *Emissions from Combustion process, Origin Measurement Control*. Lewis Publisher, United States.
- Corbett, R.A., 1998. *Standard Handbook of Environmental Engineering 2nd Edition*. McGraw-Hill, New York.
- Crompton, T.R., 1996. *Analysis of Solids in Natural Water*. Springer, Germany.
- Crompton, T.R., 1996. *Handbook of the Toxicology of Metals, Vol 1: General Aspects*. Springer, Germany.
- Cunningham, W.P., and Saigo, B.W., 1999. *Environmental Science 5th Edition*. WCB-McGraw-Hill, Boston.



- DBKK (Kota Kinabalu City Hall), 2000. *Integrated Solid Waste Management Strategy*. Sustainable Urban Development Project (SUDP)-Sabah.
- Dart, R.K., & Stretton, 1980. *Microbiological Aspects of Pollution Control: Fundamental aspects of pollution control and Environmental Science 6*. Elsevier, Netherlands.
- Dean, J.G., Bosqui, F.L., dan Lanouette, V.H., 1972. Removing Heavy Metals from Waste Water. *Environmental Science Technology* **6**, 518-522.
- Drever, J.I., 1982. *The Geochemistry of Natural Waters*. Prentice Hall, New Jersey.
- Enger, E.D., et al., 2000. *Environmental Science: A Study of Interrelationships*. McGraw-Hill, United States.
- Environmental Conservation Department (ECD), August 2002. *Solid waste disposal in Sabah - Survey Report*. ECD-CAB Background Paper.
- Enger, E.D., et al., 2000. *Environmental Science: A Study of Interrelationships*. McGraw-Hill, United States.
- Ernest, M., 1991. *Metal and their Compounds in the Environment: Occurrence Analysis and biological Relevance*. Verlagsgellschaft, Germany.
- Esslemont., G., 2000. Heavy metals in Seawater, Marine Sediments and Corals from the Townsville Section, Great Barrier Reef Marine Park Queensland. *Marine Chemistry* **71**, 215-231.



- Fan, W., Wang, W.X., and Chen, J., 2002. Geochemistry of Cd, Cr, and Zn in Highly contaminated Sediments and Its influences on Assimilation by marine bivalves. *Environmental Science Technology* **36**, 5164 -5171.
- Ferguson, J.E., 1990. *The Heavy Element: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects*. Pergamon Press, Oxford.
- Flora Anthonisamy, 1990. *Taburan Logam Berat dalam Enapan Permukaan di Hulu Sg. Sugut dan Labuk*. Tesis Sm.Sn. Universiti Kebangsaan Malaysia. (Tidak diterbitkan)
- Forstner, U., & Salomons, W., 1981. Trace metal analysis on polluted sediments: Part 1, Assessment of sources and intensities. *Environmental Technology* **1**, 494 – 505.
- Fronstner, U., and Wittman, G.T.W., 1983. *Metal Pollution in Aquatic Environment*. Springer-Verlag, Germany.
- 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.
- Gassner, A., Zarinah Waheed & Shahbudin Saad. 2004. *Community Participation in River Management Conservation of Salut-Mengkabong*. Wg 1 Research & Monitoring Interim Report January-December 2004.
- Glasby., G.P., and Szefer., P, 2004. Heavy metal pollution of sediments from Szczecin Lagoon and the grain basin Poland. *Science of the Total Environment* **330**, 49-269.



- Gupta, P.K., 2004. *Methods in Environmental Analysis Water, Soil, and Air*. Agrobious, India.
- Hakanson, L., and Jansson, M., 1983. *Principles of Lake Sedimentology*. Springer-Verlag, Berlin.
- Ho-Yu, M., 2001. *Environmental Toxicology: Impacts of Environmental Toxicants on Living Systems*. Lewis Publishers, United States.
- Jahmin Asik, 1994. *Status Logam Berat dalam Sedimen beberapa Sungai di sekitar Ranau*. Universiti Kebangsaan Malaysia. Tidak diterbitkan.
- KKIP Sdn.Bhd. 1998. *Kota Kinabalu Industrial Park Conceptual Master Plan*. Consultant: JTC International PTE LTD, Singapore.
- Krans, U., and Wiegand, J., 2005. Long term effects of the Aznalcollar mine Spill, Heavy Metal, content and mobility in soil and sediment of the Guadiamar river Valley Spain. *Science of the Total Environment*.
- Lim Mee Ling, 2003. *Penentuan Kepekatan Logam Kuprum dan Zink dalam air Sungai Kimanis Sabah*. Universiti Malaysia Sabah.
- Manahan, S.E., 1994. *Environmental Chemistry Ed 6th*. Lewis Publishers, United States.
- Markert, B., 1994. *Environmental Sampling for Trace Analysis*. VCH, Germany.
- McGreer, E.R., 1979. Sublethal Effect of Heavy Metals Contaminated Sediments on the Bivalve. *Marine Pollution Bulletin* **10**, 259-262.



Montgomery, C. W., 2000. *Environmental Geology*. McGraw-Hill, United States.

Moore, J.W., & Ramamoorthy, S., 1984. *Heavy Metals in Natural Waters: Applied Monitoring and Impact Assessment*. Springer-Verlag Heidelberg, New York.

Patel. B., Bangera. V.S., Patel. S., and Balani. M.C., 1985. Heavy Metals in the Bombay Harbour Area. *Marine Pollution Bulletin* **116**, 22-28.

Pehaim, J., 2004. *Heavy Metals in Clams and Sediment from Morro Bay*, California Polytechnic State University, San Luis Obispo. (Tidak Diterbitkan)

Raymahashy, B.C., 1987. A comparative study of clay minerals for pollution control. *Geology Science, India* **30**, 408-413.

Riba, I., Blasco, J., Tenario, N.J., and Delvalls, T.A., 2005. Heavy Metals Bioavailability and Effects: Bioaccumulation caused by mining activities in the Gulf of Cadiz, Spain. *Marine Pollution Bulletin* **58**, 659-669.

Romeo, M., & Bavelli, M.G., 1997. Effects of Heavy Metals on Lipid Peroxidation Mediterranean Clam *Ruditapes decussatus*. *Comp. Biochem. Physiol* **118C**, 33-37.

Rubio, B., Nombela, M.A., & Vilas, F., 2000. Geochemistry of major and trace elements in sediments of the Ria de Vigo (NW Spain) : An Assessment of metals pollution. *Marine Pollution Bulletin* **40**, 968-980.



- Saloman, W and Forstner, V., 1984. *Metals in the Hydrocycle*. Springer-Verlag, Germany.
- Salomons and Stigliani, 1995. *Biogeodynamics of Pollutants in Soils and Sediments*. Springer, Germany.
- Schulin, R., Geiger, G., & Furrer, G., 1995. *Heavy Metal retention by soil organic matter under changing environmental conditions in Salomons*. Springer – Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- Sigh, A.K., Hasnain, S.I & Baneejee, D.K., 1999. Grain size and geochemical partitioning of heavy metals in sediments of the Damodar River: A tributary of the lower Gangga, India. *Environmental Geology* **39**, 90-98.
- Sigh., M., Muller., G., and Sigh., I.B, 2003. Geogenic distribution and Baseline Concentration of heavy metal in sediments of the Ganges River, India. *Journal of Geochemical Exploration* **80**, 1-17.
- Song., Y., and Muller., G., 1999. *Sediment-Water Interactions in Anoxic Freshwater sediments: Mobility of Heavy Metals and Nutrients*. Springer, Germany.
- Sparks, D.L., 1995. *Environmental Soil chemistry*. Academic Press, Inc California, United states.
- Tan Vi Vis, 2002. *Kandungan Logam Kuprum dan Zink dalam Sedimen Sungai Mandahan, Sungai Benom, dan Sungai Kimanis*. Universiti Malaysia Sabah. (Belum diterbitkan)



- Vidinha, J.M., Rocha, F., Patinha, C., Silva, E., and Andrade, C., 2006. Heavy Metal Contents on beach and dune sediments from Espinho to Mondego Cape Portugal: Influence of human activities. *Journal of Geochemical* **88**, 404-407.
- Villaescusa-Celaya, J.A., Gutierrez – Galido, E.A., dan Floral-Munoz, G., 2000. Heavy Metal in the Fraction of Coastal Sediments from Bay California (Mexico) to California (USA). *Environmental Pollution* **108**, 453-462.
- Vivian, C.M.G., dan Massie, K.S., 1977. Trace Metals in Water and Sediments of the river Tawe South Wales, In Relation To oLocal Sources. *Environmental Pollution* **14**, 47-61.
- Wittmann, G.T.W., 1979. *Toxic Metals In: Metal Pollution in Aquatic Environment*. Springer-Verlag, Berlin.
- Zhou., H. Y., Peng., X. T., and Pan., J.M., 2004. Distubution, Source and enrichment of some chemical elements in sediments of the Pearl River Estuary China. *Continental Shelf Research* **24**, 16.

