

4000008683

HADIAH



MENGAJI TABURAN LOGAM FERUM, KUPRUM DAN ZINK DI SUNGAI
LUMADAN DAN SUNGAI BUKAU, BEAUFORT

LATIFAH BINTI ABDUL GHANI

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

PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

APRIL 2006

PERPUSTAKAAN UMS



1400008683



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

26 APRIL 2006



LATIFAH BINTI ABDUL GHANI

HS2003-3216



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

TUDUL: MENGENAL TABURAN LOGAM FERUM, KUPRUM, MAGNESIUM,
PLUMBUM DAN ZINK DI SUNGAI LUMADAN DAN SUNGAI BUKAY,
BEAUFORT
 IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUSIAHAN SAINS
SEKITARAN

SAYA LATIFAH BT. ABDUL GHANI
 (HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 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 institutsi 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: NO. 1 KG. BANGGOL
MENAPELAN, SERADA, 20050
KUALA TERENGGANU, TERENGGANU

EN-MOH PAK YAN
 Nama Penyalia

Tarikh: 26/4/06

Tarikh: _____

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).



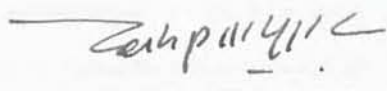
PENGESAHAN

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

(EN. MOH PAK YAN)



2. PEMERIKSA 1

(DR. KAWI BIN BIDIN)



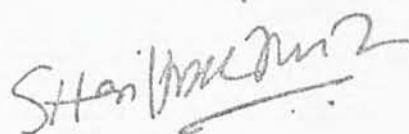
3. PEMERIKSA 2

(CIK KAMSIA BINTI HJ BUDIN)



4. DEKAN

(SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF A. K. OMANG)



PENGHARGAAN

‘ Dengan nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang ’

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah s.w.t. kerana atas limpah kurniaNya dan dengan izinNya, projek tahun akhir ini dapat saya siapkan pada masa yang telah ditetapkan. Setinggi ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada keluarga tersayang. Terutama sekali pada ibu tersayang yang banyak memberi restu pada anakmu ini. Tidak lupa juga sekalung penghargaan kepada sahabat handai yang banyak membantu saya sepanjang kajian ini. Ucapan penghargaan ini juga saya tujukan kepada Pn. Dayang, Pn Noridah, Pn Zainab selaku pembantu makmal yang banyak memberi tunjuk ajar kepada saya. Selain itu, sekalung budi saya ucapkan kepada penyelia dan pensyarah-pensyarah yang terlibat iaitu En. Moh Pak Yan, Dr. Piakong dan Dr. Vun dan Cik Kamsia. Sekali lagi, terima kasih buat semua yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak. Hanya Allah s.w.t. sahaja yang dapat membalas jasa kalian. Sekian.

LATIFAH BINTI ABDUL GHANI

HS2003-3216



ABSTRAK

Status kualiti air Sungai Lumadan dan Sungai Bukau, Beaufort telah dikaji dari aspek logam berat iaitu ferum, kuprum, magnesium, plumbum dan zink. Sebanyak 6 lokasi telah dikaji dalam masa sebulan iaitu dari akhir bulan Disember 2005 hingga Januari 2006. Kaedah APHA 3111:1995, penentuan logam-logam dengan Spektrofotometri Serapan Atom Nyalaan telah digunakan untuk menentukan kepekatan setiap logam tersebut. Hasil kajian menunjukkan bahawa kepekatan purata logam ferum, zink dan kuprum di dalam Sungai Lumdan dan Sungai Bukau adalah masing-masing dalam julat 0.17-1.50 mg/L, 0.70-1.24 mg/L dan 0.04-0.05 mg/L. Daripada nilai tersebut, paras kepekatan logam ferum, kuprum dan zink di ketiga-tiga stesen dalam Sungai Lumadan Sungai Bukau didapati telah melebihi paras maksimum yang ditetapkan oleh Piawaian Interim Kualiti Air Kebangsaan Malaysia. Secara keseluruhannya sungai-sungai tersebut telah dikategorikan sebagai Kelas IIA berdasarkan kepada kandungan logam ferum dan kuprum yang tinggi di kedua-dua sungai tersebut.



**THE STUDY OF IRON, COPPER, MAGNESIUM, LEAD AND ZINC
DISTRIBUTION IN LUMADAN RIVER AND BUKAU RIVER,
BEAUFORT**

ABSTRACT

The status of water quality at Lumadan and Bukau rivers, Beaufort has been determined from the aspect of heavy metals which are iron, copper and zinc. Six locations were selected for this study, starting from December 2005 until January 2006. The APHA 3111:1995 method, determination of metals by Flame Atomic Absorption Spectrofotometry were used to determine the metals content study. The result showed that the average concentration of iron, zinc and copper at Lumadan and Bukau rivers were in range of 0.17 to 1.50 mg/L, 0.70 to 1.24 mg/L and 0.04 to 0.05 mg/L, respectively. In contrast, the concentration of iron, copper and zinc of the selected station in Lumadan and Bukau rivers have exceeded the maximum level that prescribed by the Interim National Water Quality Standard Malaysia. The rivers were classified Class IIA by referring to the high content of iron and copper in both rivers.



KANDUNGAN

Muka surat

PENGAKUAN	ii
PERAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 AIR SUNGAI DAN PENCEMARANNYA	1
1.2 KEPENTINGAN KAJIAN	2
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	3
 BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	 4
2.1 LOGAM BERAT	4
2.2 PUNCA-PUNCA KEMASUKAN LOGAM BERAT KE DALAM SUNGAI	4
2.2.1 Punca Semulajadi	5
2.2.2 Punca Antropogenik	5
2.3 IMPAK DAN KEPENTINGAN LOGAM BERAT	7
2.3.1 Ferum	8
2.3.2 Kuprum	9
2.3.3 Zink	10
2.3.4 Magnesium	11
2.3.5 Plumbum	12
2.4 FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEPEKATAN LOGAM BERAT DARI SEKITARAN AKUATIK	12
2.4.1 Pemelarutan	13
2.4.2 Pemendapan	13



2.4.3	Pembentukan Kompleks Kepekatan	14
2.5	ANALISIS LOGAM BERAT MELALUI SPEKTROMETER SERAPAN ATOM	14
2.5.1	Lampu Katod Berongga	15
2.5.2	Monokromator	16
2.5.3	Pengatoman Dengan Nyala Api	17
2.5.4	Gangguan Analisis Instrumen	18
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	20
3.1	LATAR BELAKANG KAWASAN PERSAMPELAN	20
3.2	LOKASI DAN KAEDAH PERSAMPELAN	21
3.3	BAHAN KIMIA	26
3.4	ALAT RADAS	27
3.5	PENYEDIAAN LARUTAN PIAWAI	30
3.6	PENYEDIAAN SAMPEL	31
3.7	ANALISIS LOGAM BERAT DALAM SAMPEL	32
3.7.1	Prosedur Analisis Berinstrumen	32
3.7.2	Penyediaan Graf Kalibrasi	33
3.7.3	Kawalan Kualiti	34
BAB 4	HASIL DAN PERBBINCANGAN	37
4.1	PARAMETER FIZIKAL DAN KIMIA	37
4.1.1	Suhu	37
4.1.2	pH	38
4.2	LOGAM BERAT	40
4.2.1	Ferum	41
4.2.2	Zink	45
4.2.3	Kuprum	48
4.2.4	Magnesium dan Plumbum	52
4.3	ANALISIS STATISTIK ANOVA SATU HALA	52
4.3.1	Analisis Statistik ANOVA Satu Hala Terhadap Ferum, Zink dan Kuprum	53
4.4	KAWALAN KUALITI	56
4.4.1	Penentuan Had Pengesanan Instrumen	56



4.4.2	Pengesahan Kriteria Pembinaan Keluk Kalibrasi Dengan Larutan Piawai	56
4.5	ANALISIS KOLERASI LOGAM KUPRUM, FERUM DAN ZINK TERHADAP SUHU DAN PH	57
4.6	PERBANDINGAN KEPEKATAN LOGAM BERAT DI DALAM AIR SUNGAI LUMADAN DAN SUNGAI BUKAU DENGAN PIAWAIAN INTERIM AIR KEBANGSAAN MALAYSIA	58
BAB 5	KESIMPULAN	60
	RUJUKAN	62
	LAMPIRAN	66



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
3.1 Tarikh persampelan dan koordinat stesen yang terlibat	26
3.2 Reagen-reagen kimia yang terlibat	27
3.3 Peralatan-peralatan yang terlibat untuk kajian	27
3.4 Siri kepekatan larutan piawai logam zink, kuprum, magnesium, plumbum dan ferum yang disediakan melalui kaedah yang sama	31
4.1 Nilai suhu (°C) mengikut jenis sungai, stesen dan tarikh persampelan	38
4.2 Nilai pH mengikut jenis sungai, stesen dan tarikh persampelan	40
4.3 Nilai jumlahmin logam Fe, Cu dan Zn diketiga-tiga stesen di Sungai Lumadan dan sungai Bukau	41
4.4 Keputusan analisis ferum (mg/L) dengan Ujian Statistik Anova Satu Hala bagi Sungai Lumadan dan Sungai Bukau.	54
4.5 Keputusan analisis zink (mg/L) dengan Ujian Statistik Anova Satu Hala bagi Sungai Lumadan dan Sungai Bukau	55
4.6 Keputusan analisis kuprum (mg/L) dengan Ujian Statistik Anova Satu Hala bagi Sungai Lumadan dan Sungai Bukau.	56
4.7 Pekali kolerasi Pearson antara suhu, pH dengan logam berat (Cu, Fe dan Zn) bagi Sungai Lumadan dan Sungai Bukau	58
4.8 Perbandingan kepekatan logam dengan Piawaian Kualiti Air (mg/L)	72



SENARAI RAJAH

No Rajah		Muka surat
3.1	Peta lakaran lokasi kawasan kajian (Sumber: Jabatan Tanah Beaufort, tiada skala ditetapkan.	22
4.1	Perubahan kepekatan ferum mengikut stesen dan tarikh persampelan bagi Sungai Lumadan.	43
4.2	Perubahan kepekatan ferum mengikut stesen dan tarikh persampelan bagi Sungai Bukau.	45
4.3	Perubahan kepekatan zink mengikut stesen dan tarikh persampelan bagi Sungai Lumadan.	46
4.4	Perubahan kepekatan zink mengikut stesen dan tarikh persampelan bagi Sungai Bukau.	47
4.5	Perubahan kepekatan kuprum mengikut stesen dan tarikh persampelan bagi Sungai Lumadan.	50
4.6	Perubahan kepekatan kuprum mengikut stesen dan tarikh persampelan bagi Sungai Bukau.	51
4.7	Graf kalibrasi zink	66
4.8	Graf kalibrasi kuprum	66
4.9	Graf kalibrasi ferum	66
4.10	Graf kalibrasi magnesium	67
4.11	Graf kalibrasi plumbum	67



SENARAI FOTO

No.Foto		Muka Surat
1	Stesen 1 di Sungai Lumadan, S1(L)	23
2	Stesen 2 di Sungai Lumadan, S2(L)	23
3	Stesen 3 di Sungai Lumadan, S3(L)	24
4	Stesen 1 di Sungai Bukau, S1(B)	24
5	Stesen 2 di Sungai Bukau, S2(B)	25
6	Stesen 3 di Sungai Bukau, S3(B)	25
7	Mesin Spektrofotometri Serapan Atom (model Z-5000)	28
8	YSI-560 (Multiparameter Detection System)	28
9	Peralatan radas yang digunakan di dalam makmal	29



SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

FAAS	spektrometer penyerapan atom nyala
AAS	<i>atomic absorption spectrometry</i>
GFAAS	spektrofotometer penyerapan atom relau grafit
ICP-OES	<i>Inductively Couple Plasma-Optical Emission Spectrometry</i>
ICP-MS	<i>Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry</i>
ETAAS	spektroskopi penyerapan atom elektroterma



BAB 1

PENGENALAN

1.1 AIR SUNGAI DAN PENCEMARANNYA

Air, merupakan sumber yang amat penting kepada hidupan alam sejagat. Secara fizikalnya, air merupakan cecair tanpa warna, bau dan rasa. Molekul air terdiri daripada satu atom oksigen dan dua atom hidrogen. Ia mempunyai sifat-sifat kimia yang begitu unik sekali dibandingkan dengan cecair-cecair lain di mana air mempunyai sifat dwikutub, konstan dwielektrik yang tinggi, dan boleh melarutkan berbagai jenis sebatian organik (Ahmad Badri Mohamad, 1987).

Sejak kebelakangan ini, air semulajadi telah banyak dicemari dengan bahan toksik daripada berbagai-bagai sumber seperti logam berat (Mohd Noor Ramlan, 1999). Selain memberi kesan buruk kepada kesihatan manusia, bahan-bahan toksik ini juga mengurangkan kemampuan sistem air untuk membekalkan sumber penangkapan ikan yang murah untuk masyarakat tempatan (Ahmad Badri dan Ahmad Ismail, 1994). Sisa industri dari kilang-kilang telah dikenalpasti penyumbang utama pencemaran air yang terbesar di Malaysia. Di samping sisa perindustrian dan pembandaran, sisa pertanian, perternakan dan perlombongan juga turut menyumbang kepada pencemaran air sungai (Noraini Jaafar, 1994). Justeru, kemasukan bendasing seperti mikroorganisma, bahan kimia, sisa industri atau sisa-sisa lain serta air kumbahan akan menurunkan kualiti air



sungai dan menyebabkan ianya tidak sesuai lagi digunakan untuk keperluan asas manusia (Nurul Izzah Ahmad dan Stephen, 1993).

Menurut Laporan Tahunan Jabatan Alam Sekitar pada tahun 1976, terdapat 42 batang sungai di Negara ini yang telah tercemar dengan teruknya, 16 mengalami masalah pencemaran, sementara 7 batang sungai lagi mungkin akan menghadapi masalah yang sama. Terdapat beberapa batang sungai yang mengalami masalah pencemaran dan mendapat perhatian ramai pada suatu ketika dulu. Misalnya Sungai Juru telah tercemar dengan teruknya akibat buangan sisa-sisa perindustrian dari kawasan perindustrian Prai. Dianggarkan terdapat kira-kira 23 kilogram logam berat yang dibuang ke dalam sungai tersebut setiap hari. Selain itu, perkembangan perindustrian di Lembah Klang menjadi punca utama yang menyebabkan pencemaran Sungai Klang. Air buangan yang dialirkan masuk ke dalam sungai ini setiap hari mengandungi kira-kira 3.6 kilogram logam berat (Ismail Sahid, 1985).

1.2 KEPENTINGAN KAJIAN

Kajian ini adalah penting untuk menentukan logam-logam berat seperti ferum, zink dan kuprum di dalam air sungai sekaligus dapat memudahkan kita mengenalpasti pencemar utama logam-logam berat tersebut yang menyumbang kepada pencemaran sungai. Ini dapat dilaksanakan melalui perbandingan kepekatan logam semasa dengan Piawaian Interim Kualiti Air Kebangsaan Malaysia. Justeru, pengguna-pengguna dapat memperolehi manfaat melalui informasi umum tentang status piawaian kualiti air minuman serta dapat mengambil langkah keselamatan tentang kebersihan sesebuah sungai berhampiran kawasan kediaman mereka.



1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian ini adalah untuk:

- i. Membuat perbandingan logam berat (ferum, kuprum, magnesium, plumbum dan zink) di antara Sungai Bukau dan Sungai Lumadan.
- ii. Membandingkan nilai logam (ferum, kuprum, magnesium, plumbum dan zink) di dalam Sungai Lumadan dan Sungai Bukau dengan Piawaian Interim Kualiti Air Kebangsaan Malaysia



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 LOGAM BERAT

Logam berat adalah logam yang mempunyai ketumpatan melebihi 5 gcm^{-3} dan merangkumi 39 unsur dengan nombor atom melebihi 22 sehingga 83. Contohnya termasuklah Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, Mn, Fe, Cr dan Hg (Anuar Kassim *et al.*, 1988). Logam berat dikenali sebagai mikronutrien kerana kumpulan unsur ini hanya diperlukan sedikit sahaja (kuantiti surihan) (Fatimah Md. Yusoff dan Shamsiah Said, 1993). Kehadiran sebahagian logam berat (contohnya kuprum dan zink) di dalam air adalah penting bagi hidupan akuatik pada kepekatan yang rendah dan dikenali sebagai mikronutrien. Semua logam berat walau bagaimanapun boleh memudaratkan tumbuhan, haiwan atau manusia pada kepekatan yang tinggi (Anuar Kassim *et al.*, 1988).

2.2 PUNCA-PUNCA KEMASUKAN LOGAM BERAT KE DALAM SUNGAI

Sejak kebelakangan ini, air sungai telah banyak dicemari dengan bahan toksik seperti logam-logam berat daripada berbagai sumber. Ini adalah akibat daripada kegiatan manusia seharian di mana berbagai-bagai jenis bahan cemar logam berat boleh memasuki ke dalam sistem air. Justeru, bahan-bahan cemar tersebut boleh



diklasifikasikan kepada dua punca iaitu punca semulajadi dan punca antropogenik atau kedua-duanya (Nurul Izzah dan Stephen, 1993).

2.2.1 Punca Semulajadi

Secara semulajadinya, logam berat adalah berpunca daripada batuan induk. Menerusi proses luluhawa batuan, logam berat dibebaskan ke persekitaran. Kepekatan logam berat, walau bagaimanapun, bergantung kepada jenis batuan (batuan igneus > batuan sedimen). Sehubungan itu nilai latarbelakang logam berat di sesuatu kawasan amnya bergantung kepada jenis batuan induk. Contohnya kepekatan logam berat nikel di kawasan dengan batuan ultrabases (sejenis batuan igneus) secara semulajadinya adalah jauh lebih tinggi berbanding di kawasan dengan batuan jenis batu pasir (sejenis batuan sedimen) (Hamidi Abdul Aziz, 1999).

2.2.2 Punca Antropogenik

Logam-logam berat adalah pencemar yang sukar untuk diuraikan lagi. Selepas dibebaskan ke dalam alam sekitar, logam-logam tersebut akan tetap berada di dalam sistem tersebut. Ini disebabkan oleh pencemaran daripada aktiviti-aktiviti manusia atau antropogenik (Ahmad Badri Mohammad, 1987). Justeru, anomali kepekatan logam berat di persekitaran dapat dicirikan daripada efluen industri, efluen domestik, efluen lombong dan punca-punca lain.

Logam berat ialah sekumpulan bahan cemar kimia yang terpenting dan boleh berpunca daripada efluen industri termasuklah industri logam seperti pembuatan saluran paip dengan logam zink, senjata, asid atau alkali dan pelarut, asap kenderaan serta racun

serangga (Ahmad Badri dan Ahmad Ismail, 1994). Kerap kali pembuangan efluen kilang membawa kepada pencemaran sungai disebabkan oleh ketiadaan saluran yang betul, terutamanya dalam industri elektronik seperti proses *metal finishing*, elektrik dengan penggunaan logam kuprum sebagai wayar elektrik, penyaduran (*electroplating*) (Seng, 2002).

Logam mangan adalah salah satu contoh efluen yang dikeluarkan daripada industri kereta khususnya dalam pencucian bahagian logam rawatan permukaan (*surface treatment*). Selain itu, mangan dioksida (MnO_2) adalah sebatian yang paling banyak kegunaannya dalam proses pembuatan bateri sel kering dan sebagai bahan pengering dalam cat hitam, juga untuk menyahwarnakan sedikit warna hijau yang disebabkan adanya bahan tidak tulen besi dalam cermin tingkap (Fatimah Md. Yusoff dan Shamsiah Said, 1993).

Sementara itu, kekotoran dan pencemaran sungai oleh logam berat berlaku akibat perlepasan efluen kegiatan industri berasaskan domestik seperti aktiviti minum, memasak, mengambil wuduk, membasuh pakaian, membasuh kereta, menyiram tanaman dan halaman serta lain-lain lagi (Nurul Hazren, 2000). Lain-lain bahan pencemar yang berpunca daripada aktiviti domestik adalah pembuangan produk yang berasaskan minyak dan perlarut seperti bahan pencuci kereta, bahan pengilat serta minyak enjin kereta (Nurul Izzah dan Stephen, 1993).

Efluen lombong pula seperti aktiviti pembakaran bahan api fosil iaitu arang batu dan petrol akan menyumbang kepada kewujudan logam-logam seperti argentum, kuprum, plumbum, dan ferum. Logam-logam ini biasanya terendap di dalam sungai daripada udara berhampiran dengan kawasan pembakaran tenaga fosil. Bahan ini juga



merupakan konstituen saluran lombong dan kumbahan industri yang menjadi pencemar utama di dalam hidupan akuatik (Noraini Jaafar, 1994).

Selain itu, kehadiran logam berat di dalam air boleh disebabkan oleh punca-punca lain di mana logam berat boleh memasuki sebarang ekosistem air dan permukaan bumi yang lain melalui sisa air pertanian, kumbahan, pembandaran dan ladang haiwan (Ahmad Badri Mohammad dan Ahmad Ismail, 1994). Contohnya, industri perternakan menyumbang kepada pencemaran logam berat di dalam sungai melalui penggunaan logam kadmium. Ini dapat diperhatikan daripada najis khinzir yang mengandungi logam ferum, kuprum dan kalsium, digunakan di dalam makanan untuk mengeraskan tulang haiwan ini (Salina Abdullah, 2003).

Selain itu, aktiviti pertanian yang menyebabkan pencemaran sungai adalah disebabkan oleh penanaman rumput untuk perternakan, pembajakan tanah, penyemburan racun serangga, pengairan, pembajaan, penanaman serta penuaian hasil pertanian (Nurul Izzah dan Stephen, 1993). Contohnya, industri pertanian sering menggunakan bahan pengawet untuk mengekalkan kesegaran hasil tanaman sayur-sayuran dan memudahkan penguraian bahan organik mereka melalui penggunaan logam ferum (Barnes dan Wilson, 1983).

2.3 IMPAK DAN KEPENTINGAN LOGAM BERAT

Bukan semua logam yang ada di alam sekitar ini merbahaya kepada manusia. Terdapat beberapa logam yang penting bagi kehidupan biologi, seperti Na, K, Ca, dan Mg . Unsur-unsur lain yang penting untuk tumbesaran manusia ialah Mn, Fe, Cu, Zn, Mo dan



Co. Walau bagaimanapun, ia adalah logam yang merbahaya jika takatnya melebihi had yang tertentu (Ahmad Badri Mohammad Mohammad, 1987).

2.3.1 Ferum

Ferum atau lebih dikenali sebagai besi, ialah unsur yang bernombor atom 26 dan merupakan logam kedua banyak dalam kerak bumi. Maka, sehingga kini besi merupakan logam yang paling banyak digunakan dalam pelbagai aktiviti manusia seharian seperti membuat pisau dan alat-alat pembedahan (Anuar Kassim *et al.*, 1988). Di dalam sistem biologi, besi dikaitkan dengan pelbagai enzim-peroksidase, katalase, sitokrom oksidase dan nitrogenase. Besi diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan yang berfotosintesis untuk pemindahan elektron (Fatimah Md. Yusoff dan Shamsiah Said, 1993).

Kehadiran besi yang berlebihan di dalam sistem air boleh memberi rasa pahit dan menyebabkan air tidak sesuai diminum. Kesan besi juga memberikan warna coklat pada pakaian dan alat-alat perkakas memasak. Selain itu, mendapan besi akan menghasilkan bakteria yang boleh mengakibatkan kerosakan kepada kualiti air dengan menghasilkan lendir atau bau yang tidak menyenangkan (Gurmeet Singh dan Kamaruzaman Idris, 1994).

Selain itu, tompok-tompok ferik hidroksida iaitu kelompok mendak jirim $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang dinamai “anjing kuning”, dan menyedat insang ikan yang menghuni bahagian sungai yang dianggap sesuai sebagai habitatnya; akibatnya ikan kerap kali dimusnahkan dan mengalami kepupusan bagi spesies-spesies tertentu (Fatimah Md. Yusoff dan Shamsiah Said, 1993).



2.3.2 Kuprum

Kuprum merupakan salah satu daripada sebilangan kecil mineral surih yang telah dikaji dari aspek limnologi. Kuprum dalam bentuk $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ sudah bertahun-tahun digunakan sebagai racun alga dalam ekosistem akuatik. Apabila mencapai aras toksik, unsur ini mempunyai kesan khas terhadap dwiatom. Selain merencatkan pertumbuhan, kuprum juga mengganggu pengambilan masuk dan penggunaan asid silikik dengan sempurna. Selain itu, kuprum juga digunakan untuk membunuh siput yang menjadi perumah bagi fluk yang menyebabkan penyakit dermatitis atau “gatal-gatal perenang” (Fatimah Md. Yusoff dan Shamsiah Said, 1993).

Tambahan pula, kuprum adalah unsur yang sangat penting dalam makanan manusia dan perlu wujud dalam kepekatan yang berlebihan (20 mg/liter). Air yang mengandungi kuprum melebihi 1 mg/liter akan meninggalkan warna hijau pada alat-alat pembersihan. Biasanya kuprum dijumpai di dalam bekalan air domestik seperti paip. Air yang bertakung selama 12 jam dalam paip kuprum akan menyebabkan masalah terhadap rasa, meningkatkan hakisan paip dan kehadiran warna hijau di dalam batang paip kuprum tersebut (Gurmeet Singh dan Kamaruzaman Idris, 1994). Impak kuprum terhadap kesihatan manusia dapat merendahkan kadar metabolisme badan manusia dan menyumbang kepada penyakit Wilson (Ahmad Badri dan Ahmad Ismail, 1994). Sekiranya dos kuprum berada sekitar 1 mg/liter, dapat menjadi toksik kepada beberapa spesies ikan yang sensitif (Roger, 2002).



2.3.3 Zink

Zink adalah elemen logam yang mempunyai berat 65.38 g/mol dengan graviti yang spesifik sekitar 7.140 atau 25°C (Alley, 2000). Zink hanya ditemui dalam jumlah surih di dalam air permukaan. Walau bagaimanapun, zink biasanya dijumpai di dalam bekalan air kediaman akibat kakisan paip besi dan turut digunakan hampir di dalam semua industri berat atau ringan. Oleh itu bahan ini menjadi penting di kawasan-kawasan perindustrian (Ahmad Badri Mohammad, 1987).

Satu kajian di Kota New York menunjukkan bahawa air buangan dari rumah-rumah kediaman juga banyak mengandungi zink, iaitu 42 peratus daripada jumlah zink yang terdapat pada pusat perawatan air. Selain itu, logam zink hadir paling tinggi sekitar 1000 ppm di dalam lumpur sungai-sungai atau di muara. Ini kerana logam zink adalah suatu elemen yang mudah terlarut dalam air (Ahmad Badri dan Ahmad Ismail, 1994)

Kepekatan zink yang biasa dijumpai di dalam air minuman dijangka tidak membahayakan kesihatan. Mengikut Piawaian Interim Kualiti Air Kebangsaan Malaysia, nilai ambang zink mestilah kurang daripada 5 mgL⁻¹. (Gulmeet Singh dan Kamaruzaman Idris, 1994). Ini kerana air yang mengandungi zink pada kepekatan yang melebihi 5 mgL⁻¹ memberi rasa astrigen yang tidak diingini dan mungkin berpendarbaiduri (opalescent). Apabila ia dididihkan, ia membentuk lapisan berminyak (Hasimah *et al.*, 1996).

RUJUKAN

- Abdul Hamid Yahaya, Mohd Radzi Abas dan Hamid Abdul Hadi (ptrj.), 1990. *Analisis Beralatan*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Ahmad Badri Mohammad, 1989. Satu Kajian Taraf Pencemaran Logam-Logam Berat di Lembah Kelang Daripada Analisis Sediman. Dlm: Hamid. Z., Sahid. I., Embi. M. (pnyt.) *Prosiding Prioriti Penyelidikan untuk Kemajuan Sains dan Teknologi*, September 1991, Bangi, Selangor, 347-359.
- Ahmad Badri Mohammad, 1987. *Perspektif Persekitaran*. Vinlin Press Sdn Bhd, Kuala Lumpur.
- Ahmad Badri Mohammad dan Aston, S. R., 1981. *Procedure Introduction Heavy Metals in the Environment*. McGraw Hil, New York.
- Ahmad Badri Mohamad dan Ahmad Ismail, 1994. *Ekologi Air Tawar*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Alley, E. R., 2000. *Water Quality Control Handbook*. McGraw Hill, New York.
- APHA, 1995. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19th ed. American Public Health Association, Washington DC.
- Annuar Kassim, Badri Mohammad dan Wan Md. Zin Wan Yunus, 1988. *Kimia Tak Organik*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Barnes, D. dan Wilson, F., 1983. *Chemistry and Unit Operations in Water Treatment*. Applied Science Publishers LTD, New York.
- Calmano, W., Wellershaus, S. dan Forstner, U., 1982. *Environmental Technology*. McGraw Hill, New York.
- Fasihuddin Badruddin Ahmad (ptrj.), 1984. *Kimia Analisis*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.



- Fatimah Md. Yusoff dan Shamsiah Md. Said (ptrj.), 1993. *Limnologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Forstner, U. dan Wittman, G. T. W., 1981. *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. Berlin Springer F. R. G. United States.
- Hamidi Abdul Aziz, 1999. *Kejuruteraan Air Sisa: Kualiti Air dan Air Sisa*. Utusan Publications & Distributors Sdn Bhd. Universiti Sains Malaysia.
- Hasimah Taib, Mohd Asri Mohd Noor dan Shahabudin Mustapha, 1996. *Garis Panduan Kualiti Air Minum*. Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, Johor.
- Ibrahim Baba, 1989. Perkembangan dan Penilaian Teknik Analisis untuk Bahan Bukan Organik di Sekitaran. Dlm: Hamid. Z., Sahid. I., Embi. M. (pnyt.) *Prosiding Prioriti Penyelidikan untuk Kemajuan Sains dan Teknologi*, September 1991, Bangi, Selangor, 515-522.
- Ismail Sahid, 1985. *Masalah Alam Sekitar di Malaysia*. Penerbitan Adabi Sdn Bhd. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Jaafar, M., Jaleel, T. dan Afzal, M., 1995. Heavy metals (Ni, Cr, Cu) in the Karoon waterway river, Iran. *Journal of Toxicology* **63**, 63-68.
- Jabatan Alam Sekitar, 1999. *Laporan Tahunan Kualiti Alam Sekitar*. Jabatan Alam Sekitar, Kementerian Sains dan Teknologi. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Jafarzadeh, N., Farhang, M. dan Diagononolin, V., 2004. Pollution status of the Indus river Pakistan, through heavy metal and macronutrient contents of fish, sediment and water. *Journal of science* **1337**, 1337-1344.
- Jumat Salimon dan Maimunah Sulaiman, 1991. Kesan Pencemaran Logam Berat Ke Atas Hidupan Akautik di Sekitar lombong Tembaga Mamut. Dlm: Hamid. Z., Sahid. I., Embi. M. (pnyt.) *Prosiding Prioriti Penyelidikan untuk Kemajuan Sains dan Teknologi*, September 1991, Bangi, Selangor, 770-778.



- Marcus Atong, 1985. Kajian Awal Beberapa Aspek Kesan Pencemaran Logam Berat di Perairan Sekitar Perlombongan Tembaga Mamut, Ranau, Sabah. Dlm: Felix. T., Fasihuddin. A., Siraj. O., Jumat. S., Shabdin. M. N. (pnyt.) *Prosiding Klokium FASA Yang Pertama*, September 1989, Universiti Kebangsaan Malaysia, Kampus Sabah, 347-359.
- Mohd Noor Ramlan, 1999. *Ekologi Asas dan Alam Semulajadi Terpilih*. Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Shah Alam.
- Mothiba, M. dan Okonkwo, J., 2004. Physico-chemical characteristics and pollution levels of heavy metals in the rivers in Thohoyandou, South Africa. *Journal of Hydrology* **123**, 122-127.
- Noor Azhar Shazili, Mohd Salleh Kamaruddin dan Siti Shapor Siraj (ptrj.), 1990. *Mutu Air Kolam Ikan di Kawasan Beriklim Panas*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Noraini Jaafar (ptrj.), 1994. *Kejuruteraan Alam Sekitar*. Ed. ke-2. Universiti Teknologi Malaysia (UKM), Johor Darul Ta'zim.
- Nurul Hazren Masitom, 2000. Krisis air dijangka berulang. *Berita Harian*, 17 November, 12.
- Nurul Izzah Ahmad dan Stephen Ambu, 1993. *Isu-Isu Semasa Sains & Teknologi*. Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Pauzi Abdullah, Shamsinar Wales Nasaruddin dan Wan Amizah Wan Mahmud (ptrj.), 1993. *Kaedah Analisis Beralatan*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Philips, J. H., 1980. *Quantitative Aquatic Biological Indicator*. Applied Science Publisher Ltd. London.



- Pradyot Putnaik, 1997. *Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water and Solid Wastes*. CRC Press, Inc., New York, United States.
- Reeves, R. D. dan Brooks, R. R., 1978. *Trace Element Analysis of Geological Material*. John Wiley & Sons, Inc. United States.
- Robinson, J. W., 1995. *Undergraduate Instrumental Analysis*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Roger, N. R., 2002. *Introduction to Environmental Analysis*. John Wiley & Sons, LTD, London.
- Salina Abdullah, 2003. 1.75 juta liter air kumbahan sehari mustahil dilupus. *Berita Harian*, 23 September, 15.
- Sainz, A., Grande, J. A., dan Torre, M. L., 2003. Characterisation of heavy metal discharge into the Ria of Hueva. *Journal of Environmental International* **30**, 557-566.
- Santos, A., Alonso, E. dan Callejon, M., 2004. Speciation as a screening tool for the determination of heavy metal surface water pollution in the Guadimar river basin. *Journal of Chemosphere* **562**, 561-570.
- Seng, K. S., 2002. *Geografi Alam Sekitar Malaysia*. Fajar Bakti Sdn Bhd. Kuala Lumpur.
- Twort, A. C., Law, F. M. dan Crowley, F. W., 1994. *Bekalan Air*. Gurmeet Singh dan Kamaruzaman Idris (ptrj.). Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Zhang, J. dan Huang, W. W., 1992. Dissolved trace metals in the Huanghe: the most turbid large river in the world. *Journal of Marine Chemistry* **8**, 1-45.

