

**TABURAN LOGAM BERAT FERUM,
MANGANUM DAN KROMIUM DI DALAM AIR
BAWAH TANAH DI DAERAH PITAS, SABAH**



KAMARUDDIN BIN JUNIT

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2008**

**TABURAN LOGAM BERAT FERUM,
MANGANUM DAN KROMIUM DI DALAM AIR
BAWAH TANAH DI DAERAH PITAS, SABAH**

KAMARUDDIN BIN JUNIT



UMS

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMENUHI SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA SAINS**

**SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2008**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN TESIS

JUDUL : _____

IJAZAH : _____

SAYA : _____ SESI PENGAJIAN : _____
(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 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: _____

(NAMA PENYELIA)

TARIKH: _____

TARIKH: _____

Catatan:

*Potong yang tidak berkenaan.

*Jika tesis ini SULIT dan 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

Karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

29 Januari 2009

Kamaruddin Bin Junit
PS2005-001(K)-007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN

NAMA : **KAMARUDDIN BIN JUNIT**
NO. MATRIKS : **PS2005-001(K)-007**
TAJUK : **TABURAN LOGAM BERAT FERUM, MANGANUM
DAN KROMIUM DI DALAM AIR BAWAH TANAH
DI DAERAH PITAS SABAH.**
IJAZAH : **SARJANA SAINS**
TARIKH VIVA : **05 JUN 2008**

DISAHKAN OLEH

- 1. PENYELIA**
(Profesor Dr. Mohd Harun Abdullah) (.....)

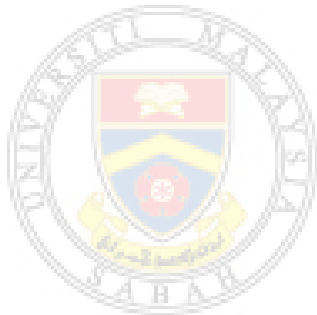


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izinNya dapatlah saya menyiapkan hasil kajian saya ini. Kata Penghargaan ini adalah untuk orang yang selalu memberi dorongan dan tunjuk ajar untuk menyiapkan disertasi iaitu Profesor Dr. Mohd Harun Abdullah selaku Penyelia projek ini. Beliau banyak memberi nasihat, pandangan dan cadangan bagi memastikan disertasi ini memenuhi kehendak penijazahan. Tanpa bantuan Profesor adalah mustahil untuk saya menyiapkan hasil kerja ini. Penghargaan ini khas kepada untuk keluarga yang dicintai. Bapa ,Emak, Isteri dan Anak yang selalu memberi dorongan tidak kira apa keadaan sekalipun. Dorongan kalian semua adalah pembakar semangat untuk saya terus berjuang. Tidak dilupakan orang persendirian atau organisasi yang terlibat secara langsung atau tidak langsung yang tidak disebutkan nama mereka.

Kamaruddin Bin Junit
29 Januari 2009



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRAK

Taburan Logam Berat Ferum, Manganum dan Kromium dalam Air Bawah Tanah Di Daerah Pitas, Sabah

Logam berat di dalam air bawah tanah adalah satu isu yang hangat diperkatakan pada masa kini. Taburan logam berat ferum, manganum dan kromium dalam air bawah tanah dikaji. Perbandingan kepekatan dilakukan terhadap semua lokasi untuk melihat sama ada ianya mematuhi piawaian yang dibenarkan oleh Organisasi Kesihatan Dunia (WHO) untuk air minuman. Kaedah penentuan logam berat dalam air di dalam makmal yang digunakan ialah proses penghadaman asid dan instrumen Spektrometri Serapan Atom (AAS). Terdapat beberapa lokasi kajian mencatatkan nilai logam berat yang tinggi dan melebihi piawaian yang dibenarkan antaranya ialah Datong 1, Kusilad 4 dan Pandan Mandamai. Kandungan ferum adalah yang tertinggi berjulat antara 0.20 – 5.73 mg/l, diikuti manganum 0.05 – 0.49 mg/l dan 0.01 – 0.06 mg/l. Faktor geologi yang mempengaruhi kehadiran logam berat di kawasan kajian dikenalpasti melalui jenis batuan. Jenis batuan yang dijumpai batuan sedimen seperti batu pasir dan batu pasir berkarbonat. Aluvium pantai dan aluvium sungai juga dijumpai di kawasan tanah rendah. Analisis statistik (ANOVA), menunjukkan bahawa wujud perbezaan signifikan ($p < 0.05$) antara kepekatan logam berat dengan jenis batuan. Ini menerangkan bahawa walaupun jenis batuan adalah sama tetapi kepekatan logam berat adalah berbeza. Salah satu parameter yang mempengaruhi keadaan ini ialah nilai pH air bawah tanah. Analisis mendapati bahawa terdapat hubungan negatif antara nilai pH dengan kepekatan logam ferum dan manganum. Semakin rendah pH maka semakin tinggi kepekatan logam ferum dan manganum dalam air bawah tanah. Manakala logam kromium mempunyai hubungan positif dengan nilai pH iaitu semakin tinggi nilai pH semakin tinggi kepekatan kromium dalam air bawah tanah. Perbezaan hubungan ini dapat dijelaskan kadar penyerapan logam berat oleh tanah pada tahap keasidan tertentu.

ABSTRACT

Distribution of Heavy Metal Ferum, Manganese and Chromium Concentration In The Groundwater of Pitas District of Sabah

The contamination of heavy metal in groundwater is one of the environmental issues. The distribution of iron, manganese and chromium in groundwater was studied. The comparison of concentration between sampling location and the standard recommended by World Health Organization (WHO) for drinking water. The determination of heavy metals in samples are using Acid Digestion Process, and Atomic Absorption Spectrometry (AAS) instrument. A few locations such as Datong 1, Kusilad 4 and Pandan Mandamai. recorded high concentration of heavy metals and exceeded the WHO standards. The concentration of iron was the highest that ranged 0.20 – 5.73 mg/l, followed by manganese 0.05 – 0.49 mg/l and 0.01 – 0.06 mg/l. The geological factor that influences the existence of heavy metals in studied area was the type of rocks. Sedimentary rock that can be found is sandstone and red calcareous sandstone. The coastal alluvium and river alluvium also can be found in the low land area. Statistic analysis (ANOVA), show there are significant different ($p < 0.05$) between heavy metals and rock types. It explains that even if the rock type is the same but the concentration of heavy metals are different. The parameter that can influence this result is the pH value of groundwater. Analysis found that there is negative relationship between pH and the concentrations of iron and manganese. As the pH value decrease, the concentrations of heavy metals iron and manganese in groundwater are increasing. However the concentration of chromium increases with increasing of pH in groundwater. Different relationship of heavy metals with pH value can be explained by the rate of absorption of heavy metal by soils in some acidic level.

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI KANDUNGAN

	Halama n
TAJUK	
PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI FOTO	x
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xi
BAB 1: PENGENALAN	1
1.0 Pendahuluan	1
1.1 Objektif Kajian	2
1.2 Andaian Awal Tentang Kehadiran Logam Berat di Pitas	3
BAB 2: ULASAN PERPUSTAKAAN	4
2.1 Air	4
2.2 Air Bawah Tanah	6
2.3 Jenis Jenis Perigi di Pitas	7
2.4 Kualiti Air Bawah Tanah	9

2.5	Logam Berat	11
2.5.1	Manganum	12
2.5.2	Ferum	13
2.5.3	Kromium	15
2.6	Logam Berat di dalam Tanah dan Air Bawah Tanah	
2.6.1	Mobilisasi Anion dan Kation dalam Tanah	17
		18
2.7	Geologi Batuan dan Tanah	23
2.7.1	Jenis Jenis Batuan	23
2.7.2	Jenis Jenis Tanah	27
2.8	Komposisi Kerak Bumi	28
		31

BAB 3: KAEDAH DAN METODOLOGI

3.1	Pensampelan	31
3.2	Latar Belakang dan Penerangan Geologi	32
	Kawasan Kajian	
3.2.1	Bawang	33
3.2.2	Bilangau Besar	34
3.2.3	Bilangau Kecil	34
3.2.4	Dandun Laut	3
3.2.5	Dandun Pusat	35
3.2.6	Datong	36
3.2.7	Kusilad	36
3.2.8	Pandan Mandamai	37
3.2.9	Rosob	38
3.3	Pengawetan Sampel	38
3.4	Proses Penghadaman Asid	39
3.5	Spektrometri Serapan Atom (AAS)	40
3.6	Senarai Bahan Kimia Dan Radas	41
3.6.1	Senarai Bahan Kimia	41
3.6.2	Senarai Radas	42
		43

BAB 4: KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1	Perbandingan Min Kepekatan Logam Berat dan	44
-----	--	----

Taburannya di Setiap Lokasi	
4.1.1 Ferum	45
4.1.2 Manganum	49
4.1.3 Kromium	52
4.2 Pengaruh pH dalam Kehadiran Logam Berat di Pitas	57
4.3 Mobilisasi Anion dan Kation dalam Tanah di Pitas	59

BAB 5: KESIMPULAN	64
--------------------------	----

RUJUKAN	66
----------------	----

LAMPIRAN



SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1 : Nilai kepekatan bagi logam-logam berat dalam air minuman yang dibenarkan oleh Organisasi Kesihatan Dunia (WHO)	LAMPIRAN 1
Jadual 2.2 : Perbandingan logam berat kromium dan manganum pada air tasik dan permukaan tasik	21
Jadual 2.3 : Jenis-jenis tanah	29
Jadual 2.4 : Peratus purata komposisi oksida logam di dalam Kerak Bumi	30
Jadual 3.1 : Informasi 15 Perigi	LAMPIRAN 2
Jadual 3.2 : Panjang Gelombang bagi setiap logam dalam AAS	LAMPIRAN 18
Jadual 3.3 : Jadual Kalibrasi Ferum	LAMPIRAN 19
Jadual 3.4 : Jadual Kalibrasi Manganum	LAMPIRAN 20

Jadual 3.5 :	Jadual Kalibrasi Kromium	LAMPIRAN 21
Jadual 3.6 :	Senarai Reagen dan bahan yang digunakan	41
Jadual 3.7 :	Senarai Radas digunakan	42
Jadual 4.1 :	Keputusan Kepekatan Logam Berat Ferum Bagi Setiap Lokasi	LAMPIRAN 22
Jadual 4.2 :	Keputusan Kepekatan Logam Berat Manganum Bagi Setiap Lokasi	LAMPIRAN 23
Jadual 4.3 :	Keputusan Kepekatan Logam Berat Kromium Bagi Setiap Lokasi	LAMPIRAN 24
Jadual 4.4 :	Min Kepekatan Bagi Logam Berat Ferum, Manganum dan Kromium Bagi Setiap Lokasi	44
Jadual 4.5 :	ANOVA Ferum	LAMPIRAN 25
Jadual 4.6 :	Jadual Kolerasi Pearson Ferum	LAMPIRAN 25
Jadual 4.7 :	ANOVA Manganum	LAMPIRAN 26
Jadual 4.8 :	Jadual Kolerasi Pearson Manganum	LAMPIRAN 26
Jadual 4.9 :	ANOVA Kromium	LAMPIRAN 27
Jadual 4.10:	Jadual Kolerasi Pearson Kromium	LAMPIRAN 27
Jadual 4.10:	Perbandingan logam berat manganum pada air bawah tanah di daerah Pitas dan air tasik di Finland.	62

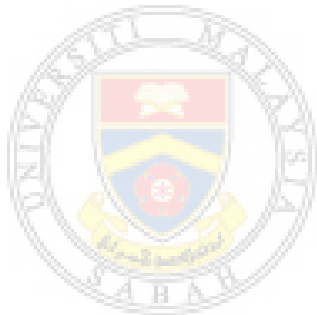


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI RAJAH

	Halaman	
Rajah 2.1:	Kedudukan air bawah tanah	6
Rajah 2.2:	Perigi Jenis Korek	8
Rajah 2.3:	Perigi Jenis Gerudi	8
Rajah 2.4:	Pergerakan anion melalui tanah secara relatif	19
Rajah 2.5:	Graf Pemelarutan logam kadmium melawan nilai pH	20
Rajah 2.6:	Peta Geologi Daerah Pitas	25
Rajah 3.1:	Peta Pensampelan Perigi	32
Rajah 3.2:	Graf Kalibrasi Logam Ferum	LAMPIRAN 19
Rajah 3.3:	Graf Kalibrasi Logam Manganum	LAMPIRAN 20
Rajah 3.4:	Graf kalibrasi logam Kromium	LAMPIRAN 21
Rajah 4.1:	Graf Min Kepekatan Logam Berat Ferum	

	(mg/l) Bagi Setiap Lokasi	45
Rajah 4.2:	Peta taburan logam ferum di kawasan kajian	46
Rajah 4.3:	Graf Kolerasi Ferum dan pH	48
Rajah 4.4:	Graf min Kepekatan Logam Berat Manganum (mg/l) bagi Setiap Lokasi	49
Rajah 4.5:	Graf Kolerasi Manganum dan pH	51
Rajah 4.6:	Peta taburan logam manganum di Kawasan kajian	52
Rajah 4.7:	Graf min Kepekatan Logam Berat Kromium (mg/l) bagi Setiap Lokasi	53
Rajah 4.8:	Graf Kalibrasi Kromium dan pH	55
Rajah 4.9:	Peta taburan logam kromium di kawasan kajian	57
Rajah 4.10:	Perbandingan antara graf kolerasi ferum dan manganum melawan pH di Pitas dan graf pemelarutan kadmium melawan pH (Santilan & Medrano, 1975)	61



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI FOTO

		Halaman
Foto 3.1:	Perigi Bawang	LAMPIRAN 3
Foto 3.2:	Perigi Bilangau Besar	LAMPIRAN 4
Foto 3.3:	Perigi Bilangau Kecil 1	LAMPIRAN 5
Foto 3.4:	Perigi Bilangau Kecil 2	LAMPIRAN 6
Foto 3.5:	Perigi Dandun Laut	LAMPIRAN 7
Foto 3.6:	Perigi Dandun Pusat 1	LAMPIRAN 8
Foto 3.7:	Perigi Dandun Pusat 2	LAMPIRAN 9
Foto 3.8:	Perigi Datong 1	LAMPIRAN 10
Foto 3.9:	Perigi Datong 2	LAMPIRAN 11

Foto 3.10:	Perigi Kusilad 1	LAMPIRAN 12
Foto 3.11:	Perigi Kusilad 2	LAMPIRAN 13
Foto 3.12:	Perigi Kusilad 3	LAMPIRAN 14
Foto 3.13:	Perigi Kusilad 4	LAMPIRAN 15
Foto 3.14:	Perigi Pandan Mandamai	LAMPIRAN 16
Foto 3.15:	Perigi Rosob	LAMPIRAN 17



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

AAS	Atomic Absorption Spectrometry
° C	Darjah Celsius
Cr	Kromium
Cm	Sentimeter
° F	Darjah Fahrenheit
Fe	Ferum
g	gram
GPS	Pengesan Kedudukan Satelit
µg	mikrogram

HNO ₃	Asid Nitrik
HCl	Asid Hidroklorik
Kg	Kilogram
Km	Kilometer
L	Liter
M	Meter
Mn	Manganum
mL	Milileter
Mg/ L	Miligram per liter
P	Fosforus
Pb	Plumbum
ppm	Part per Milion
SPSS	Statistic Package For Science Social
%	Peratus
WHO	Organisasi Kesihatan Sedunia
Zn	Zink



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 1

Pengenalan

Masalah bekalan air bersih merupakan masalah utama di Negeri Sabah. Ini kerana secara umumnya pembekalan air bersih dan terawat yang disediakan oleh Jabatan Air Sabah kepada pengguna hanya sebanyak 60% daripada jumlah kawasan di negeri ini. Selebihnya, penduduk yang tidak mendapat bekalan air bersih ini terpaksa menggunakan alternatif lain seperti air sungai, air perigi dan air hujan. Kualiti air bagi sumber sumber semulajadi ini tidak terjamin kerana sebahagian besar daripadanya tidak dipantau oleh Jabatan yang berwajib seperti Jabatan Air Sabah dan Kementerian Kesihatan Malaysia. Ini mendedahkan pengguna air semulajadi ini kepada ancaman penyakit disebabkan kualiti air yang tidak diketahui statusnya. Kualiti air boleh diukur dengan menentukan kandungan parameter parameter tertentu seperti kandungan bakteria, kandungan bahan kimia dan kandungan logam berat. Kehadiran logam berat dalam air bawah tanah adalah disebabkan oleh faktor semulajadi dan faktor antropogenik. Kandungan logam berat dalam air lebih serius di kawasan bandar dan perindustrian kerana aktiviti manusia seperti pembuangan sisa industri ke sekitar yang memberi kesan langsung kepada air bawah tanah. Bagi kawasan pedalaman atau kampung, kehadiran logam berat di dalam air adalah dipengaruhi oleh faktor geologi seperti jenis tanah dan batuan kawasan tersebut. Walaupun terdapat pencemaran seperti penggunaan pestisid dan baja dalam pertanian yang meningkatkan kandungan logam berat dalam air bawah tanah namun ianya bukanlah kesan secara langsung. Penggunaan pestisid dan baja dalam pertanian mengubah sifat kimia tanah dan menggalakan kemasukan logam berat dalam air bawah tanah (Micheal,1996).

Salah satu kawasan di negeri ini yang masih menggunakan air bawah tanah secara meluas ialah di daerah Pitas. Faktor muka bumi dan kedudukan kampung yang terpencil antara satu sama lain menyukarkan pembekalan air bersih oleh Jabatan Air Sabah. Daerah Pitas terletak di utara negeri Sabah. Hanya

Lebih kurang 10% sahaja dari kawasan daerah ini yang menerima bekalan air bersih yang disediakan oleh Jabatan Air Sabah terutamanya di kawasan pekan. Alasan yang diberikan ialah faktor muka bumi daerah ini yang berbukit bukau dan kampung yang berjauhan antara satu sama lain menyukarkan pembekalan air bersih di daerah ini. Daerah Pitas adalah salah satu kawasan pedalaman di Sabah dan menjadi daerah termiskin di Malaysia menurut Unit Pembangunan Ekonomi Malaysia. Menurut Bancian Pendapatan Bulanan Penduduk oleh Unit Pembangunan Ekonomi Malaysia Tahun 2006. Dalam laporan ini pendapatan bulanan purata penduduk di daerah ini adalah di bawah RM 300 dan kebanyakannya adalah status rakyat miskin tegar. Aktiviti yang dilakukan oleh penduduk di kawasan ini ialah pertanian. Beberapa aktiviti perladangan juga dijalankan di kawasan ini secara besar besaran iaitu di perladangan kelapa sawit.

1.1 Objektif Kajian

Terdapat dua objektif bagi kajian ini. Objektif yang pertama ialah menentukan kepekatan dan corak taburan tiga logam berat iaitu ferum, manganum dan kromium dalam kepekatan mg/l bagi lima belas perigi dalam daerah Pitas. Perbandingan dibuat dengan Piawaian Air Minuman oleh Organisasi Kesihatan Sedunia (WHO) untuk melihat sama ada nilai kepekatan logam berat mematuhi piawaian tersebut atau tidak.

Objektif kedua ialah mengkaji hubungan antara kepekatan setiap logam berat dengan faktor geologi atau pengaruh pH bagi setiap lokasi kajian. Ini adalah untuk menentukan sama ada faktor geologi seperti batuan mempengaruhi taburan logam berat. Beberapa analisis data dengan menggunakan perisian SPSS, *statistic package for science social* dijalankan bagi menyokong keputusan yang diperolehi. Antaranya ialah perhubungan antara kepekatan logam berat dengan jenis batuan dan perhubungan antara kepekatan logam berat dengan pH di lima belas lokasi. Seperti yang diketahui bahawa pH mempunyai perkaitan yang kuat dengan mobilisasi logam dalam air bawah tanah. Analisis data dengan SPSS ini memudahkan melihat perbezaan atau persamaan signifikan bagi perhubungan antara jenis batuan terhadap taburan logam berat ferum, manganum dan kromium di lima belas lokasi kajian.

1.2 Andaian Awal Tentang Kehadiran Logam Berat di Pitas

Andaian awal tentang kehadiran logam berat di daerah pitas ini adalah untuk mengenalpasti punca kehadiran logam berat ferum, manganum dan kromium bagi lima belas perigi dipilih untuk kajian ini. Andaian ini hanya berdasarkan kepada pemerhatian dan belum pasti kesahihannya. Daripada pemerhatian, terdapat dua faktor yang mempengaruhi kehadiran logam berat lima belas perigi ini. Inferens yang pertama ialah faktor geologi. Seperti yang diketahui bahawa sedimen dan batuan mempengaruhi kepekatan logam berat di sesuatu tempat. Faktor batuan dan sedimentasi ini boleh mempengaruhi kepekatan dan taburan logam berat sama ada ianya tinggi atau rendah. Faktor kedua ialah aktiviti manusia yang dilakukan di kawasan kajian mengubah taburan dan kepekatan logam berat di dalam air bawah. Dalam faktor ini terdapat dua aktiviti manusia yang boleh mempengaruhi kepekatan logam berat. Aktiviti pertama ialah pertanian di kawasan kajian. Aktiviti pertanian dan perladangan boleh mempengaruhi kerana penggunaan pestisid dan baja akan mengubah sifat kimia tanah mempengaruhi kebolehan tanah untuk melepaskan logam berat tertentu ke dalam air bawah tanah. Aktiviti manusia yang kedua ialah efluen dari tangki septik. Efluen mengubah sifat kimia tanah dengan menggalakkan pelepasan logam berat ke dalam air bawah tanah. Secara umumnya dari pemerhatian awal, taburan logam berat di daerah Pitas dipengaruhi oleh faktor geologi iaitu jenis tanah dan batuan bukannya disebabkan oleh pencemaran atau faktor antropogenik. Peningkatan kepekatan logam berat mungkin dipengaruhi oleh sifat kimia tanah yang berubah sama ada nilai pH atau kandungan bahan terlarut.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

Logam berat adalah definisi bagi logam yang mempunyai ketumpatan 5g/cm^3 . Terdapat tiga puluh sembilan elemen logam berat dengan nombor atom antara 22 hingga 83 (Hammond, 1978). Logam berat seperti Plumbum, Kadmium, Zink, Manganum dan Ferum adalah sangat beracun dan toksik kepada manusia sekiranya diambil secara berlebihan. Logam berat wujud secara semulajadi di dalam alam sekitar melalui proses geologi seperti cuaca, sedimentasi, hakisan dan penyerapan. Namun aktiviti aktiviti yang dilakukan oleh manusia akan mengganggu kehadiran logam berat di alam sekitar. Salah satu sumber utama logam berat masuk dalam badan manusia adalah melalui makanan dan minuman dan ianya lebih tinggi berbanding dari udara (Jones, 1986). Ini kerana logam berat banyak wujud dalam batuan dan tanah. Ini tidak mengecualikan air bawah tanah untuk mengalami kehadiran logam berat.

2.1 Air

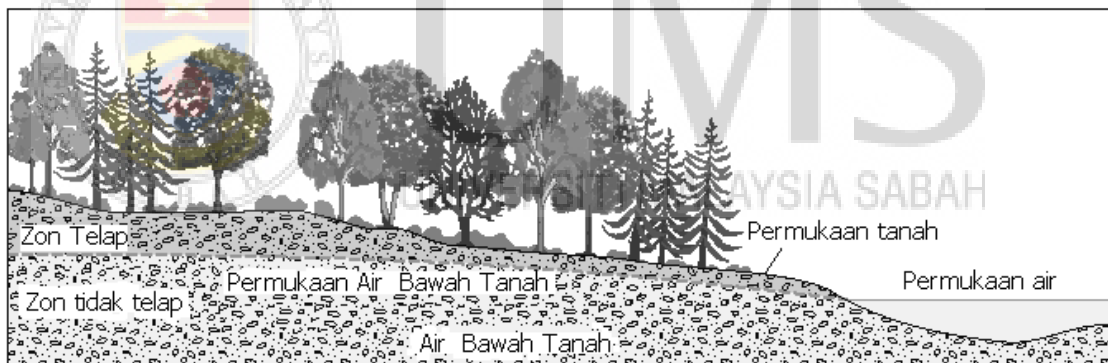
Air adalah nama umum merujuk kepada cecair yang mengandungi unsur hidrogen dan oksigen yang membentuk H_2O . Ahli falsafah zaman dahulu menyatakan bahawa air adalah elemen asas bagi semua jenis cecair. Para saintis bersetuju dengan pernyataan tersebut sehingga tahun pertengahan kurun ke lapan belas ahli kimia British membuat sintesis bagi air dengan meletupkan campuran hidrogen dan udara (Henry Cavendish, 1781). Namun hasil eksperimen tidak dapat dijelaskan secara terperinci sehingga dua tahun kemudian apabila ahli kimia Perancis membuktikan bahawa air bukannya elemen tetapi sebatian oksigen dan hidrogen (Lavoisier, 1783). Hasil kerja saintifik ini dibentangkan oleh ahli kimia Perancis ahli alam sekitar Jerman bergabung dan membuktikan bahawa air mempunyai dua unsur hidrogen dan satu unsur oksigen and membentuk formula yang diguna pakai sehingga ke hari ini iaitu H_2O (Lussac & Humboldt, 1804). Air tulen tidak mempunyai bau dan cecair yang tidak mempunyai rasa. Di bawah tekanan atmosfera 760 torr, takat bekunya ialah 0°C dan takat didih ialah

100° C. Air mencapai ketumpatan maksimum pada suhu 4° C dan berkembang semasa membeku. Air dikenali sebagai agen pengionan terbaik kerana melarutkan kebanyakan sebatian didalamnya. Ia juga dikenali sebagai pelarut universal. Air bergabung dengan sebahagian garam untuk membentuk hidrat. Ia bertindak balas dengan logam oksida untuk membentuk asid dan ia juga bertindak sebagai pemangkin untuk tindak balas kimia yang penting.

Namun air juga tidak terlepas dari pencemaran. Pencemaran mengubah sifat asal air mengikut kepada kandungan bahan pencemar. Pencemaran air berlaku di aliran air, sungai, tasik, air bawah tanah, teluk dan laut oleh bahan pencemar yang mendatangkan bahaya kepada hidupan air. Air sangat diperlukan oleh semua benda hidup di muka bumi ini. Semua organisma mengandungi, tinggal di dalamnya dan minum air untuk terus hidup. Hidupan seperti tumbuhan dan haiwan memerlukan air dan mereka tidak boleh hidup sekiranya air yang digunakan dipenuhi dengan bahan kimia yang bertoksik atau mengandungi mikroorganisma berbahaya. Pencemaran air boleh membunuh ikan, burung dan haiwan lain dalam jumlah yang banyak sekiranya hidupan ini berada dalam kawasan yang telah tercemar. Pencemaran bukan sahaja membunuh tetapi mengubah fizikal sesuatu kawasan. Ia menjadikan aliran air, sungai tasik dan kawasan tepi laut tidak indah untuk dilihat, dihidu dan berenang ke dalamnya. Hasil laut seperti ikan dan kerang kerangan mungkin tidak selamat untuk dimakan sekiranya ia berada dalam kawasan yang tercemar. Orang yang menggunakan air yang tercemar akan menjadi sakit. Sekiranya ia terdedah dalam tempoh masa yang lama, ia akan mengakibatkan penyakit kanser dan memungkinkan bayi yang dilahirkan dalam keadaan cacat. Logam berat seperti kuprum, plumbum, merkuri dan selenium memasuki alam sekitar daripada pelbagai sumber. Ia termasuklah sisa industri, asap dari ekzos kenderaan, perlombongan dan proses semulajadi tanah. Apabila ia mencapai tahap tinggi dalam badan manusia, logam berat boleh menjadi sangat beracun dan memberi kesan yang berpanjangan. Sebagai contoh, Kadmium dalam baja mengalir masuk melalui resapan oleh tumbuhan. Sekiranya tanaman ini dimakan oleh manusia dalam kuantiti yang banyak, logam berat ini boleh mengakibatkan cirit birit dan dalam tempoh yang lama ia akan merosakkan hati dan buah pinggang.

2.2 Air Bawah Tanah

Ramai yang tidak mengetahui bahawa terdapat jumlah kawasan tadahan air yang besar di bawah permukaan bumi. Faktanya, terdapat beratus kali ganda air di bawah tanah berbanding air di permukaan seperti sungai dan tasik. Air jenis ini dipanggil air bawah tanah. Air bawah tanah wujud hampir dengan permukaan bumi. Terdapat ruang antara partikel batuan untuk air bawah tanah tersimpan dan ketumpatannya meningkat apabila semakin ke dalam bumi. Sebenarnya, berat batuan akan memadatkan batuan di bawahnya dan ini akan membukakan ruang lebih ke dalam dasar bumi. Oleh sebab itu air bawah tanah hanya boleh diperolehi di bawah permukaan bumi. Air ini sangat penting sebagai kitaran air. Air bawah tanah adalah sebahagian dari mendakan yang terturun ke bawah melalui tanah sehingga mencapai batuan keras yang tepu. Air ini tersimpan diantara ruang partikel batuan. Air bawah tanah bergerak perlahan ke bawah, umumnya dalam sudut ke bawah kerana tarikan graviti (Mohamad,1989). Ia mungkin akan mengalir ke sungai, tasik dan laut. Rajah 2.1 di bawah menunjukkan bagaimana air terserap ke dasar air.



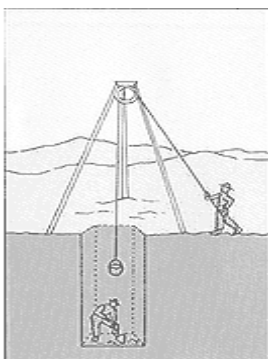
Rajah 2.1: Kedudukan air bawah tanah

Keadaan di atas dasar air adalah lembap ke beberapa darjah celsius tetapi ia tidak terserap. Kotoran dan batuan pada zon tidak telap ini mengandungi udara dan sedikit air serta menyokong tumbuhan di atas bumi. Zon tidak telap di bawah dataran air mempunyai air yang dapat mengisi ruang kecil antara partikel batu dan pecahan pada batuan (David,1980). Kawasan di bawah dataran air dipenuhi dengan air. Zon tidak telap air di atas dataran air masih mempunyai air. Semua akar tumbuhan berada di kawasan ini tetapi ia tidak sepenuhnya dipenuhi dengan air. Perigi boleh digali sehingga mencapai kawasan tadahan air bawah tanah dan

air boleh dipam keluar. Pemendakan akan menambahkan air ke dalam liang batu pada kawasan tadahan bawah tanah. Kadar pengeluaran air adalah tidak sama dari semua kawasan tadahan bawah tanah tetapi merujuk kepada cara pengepaman air dari perigi. Pengepaman air terlalu banyak akan mengakibatkan air dalam kawasan tadahan semakin sedikit dan akhirnya akan menjadi kering. Kadang kadang lapisan liang batuan menjadi condong di dalam bumi. Terdapat lapisan yang kurang liang pada batuan di atas dan bawah lapisan lapisan berliang. Ini adalah contoh bagi lapisan kurang liang. Dalam kes ini, batu dikelilingi oleh kawasan air bawah tanah dan memberi tekanan kepada batu dan air. Sekiranya air digali ke kawasan tadahan yang mempunyai tekanan tinggi ini, bergantung kepada keupayaannya untuk mengerakkan air, ia cukup kuat untuk menolak air ke permukaan perigi tanpa menggunakan pam. Perigi jenis ini dikenali sebagai perigi artesian. Tekanan air pada perigi artesian adalah tinggi dan memudahkan penggunaanya kerana tidak memerlukan pam untuk menarik air ke permukaan perigi.

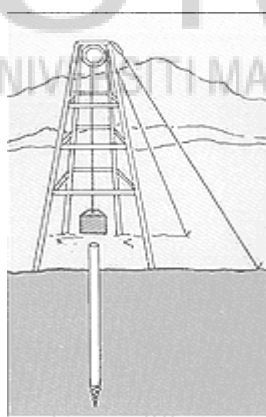
2.3 Jenis Jenis Perigi di Pitas

Perigi secara keseluruhannya adalah penting kepada masyarakat. Di kebanyakan tempat, perigi menjadi sumber kepada air bersih untuk kegunaan rumah pertanian dan industri. Di kawasan yang kurang sumber air seperti gurun, manusia tidak boleh bertahan lama tanpa air dan mengorek air bawah tanah adalah alternatif yang ada. Mengorek perigi dengan menggunakan tangan dan peralatan seperti cangkul semakin ketinggalan pada masa kini. Perigi moden dikorek dengan menggunakan mesin gerudi. Di daerah Pitas, hampir semua perigi adalah jenis korek dan putaran. Penerangan tentang jenis jenis perigi adalah seperti dibawah. Cara ini menggunakan peralatan lama dan kudrat manusia untuk mengorek perigi. Sekiranya keadaan bawah tanah lembut dan dataran air cetek, kerja pengorekan boleh dilakukan dengan mudah. Cara ini kadang kadang mengundang bahaya kerana terdapat batuan yang terjatuh semasa pengorekan berlaku. Penyaring akan berada di bahagian bawah paip untuk menapis tanah dan partikel partikel lain. Kaedah ini hanya sesuai untuk kawasan yang mempunyai air yang berhampiran dengan permukaan bumi. Oleh itu, ia terdedah kepada pencemar pada permukaan bumi. Maka ini akan mengakibatkan air dari perigi jenis ini mudah tercemar.



Rajah 2.2: Perigi Jenis Korek

Perigi putaran masih digunakan dan kaedahnya juga diguna pakai sehingga kehari ini. Perigi ini dibina dengan memasukan dengan cara putaran paip yang berdiameter kecil ke permukaan bumi yang lembut seperti tanah berpasir. Ia sama seperti memasang cerucuk dalam pembinaan bangunan. Penyaring akan berada di bahagian bawah paip untuk menapis tanah dan partikel partikel lain. Kaedah ini hanya sesuai untuk kawasan yang mempunyai air yang berhampiran dengan permukaan bumi. Oleh itu, ia terdedah kepada pencemar pada permukaan bumi. Maka ini akan mengakibatkan air dari perigi jenis ini mudah tercemar.



Rajah 2.3 Perigi Putaran

Pengguna air bawah tanah akan berasa senang sekiranya tahap air pada tadahan air bawah tanah adalah sama atau tidak berkurangan. Mereka tidak perlu risau tentang masalah kekurangan air. Namun banyak faktor yang mempengaruhi aras air pada tadahan air bawah tanah. Musim hujan dan kemarau banyak

mempengaruhi aras air pada akuaifer dan seterusnya air pada perigi. Sekiranya air dipam keluar lebih banyak daripada kuantiti keluaran oleh tadahan air bawah tanah ini maka aras air pada perigi akan menurun dan seterusnya akan menjadi kering. Selain itu, aras air pada perigi boleh berkurangan sekiranya pengguna perigi yang berhampiran mengepam banyak air. Ini sering terjadi kepada perigi yang terletak berhampiran antara satu sama lain.

2.4 Kualiti Air Bawah Tanah

Ramai orang beranggapan bahawa air jernih yang banyak dari bawah tanah ini boleh diminum terus. Hal ini tidak boleh dilakukan kerana kualiti air masih belum terjamin walaupun secara fizikalnya ia kelihatan bersih dan jernih. Ini kerana mengandungi bahan terlarut yang banyak dan juga bahan kimia terlarut. Ini kerana semasa air bawah tanah bergerak melalui batuan dan tanah, ia akan membawa banyak mineral dan sesetengahnya melarut dalam air semasa proses ini. Oleh itu air bawah tanah mempunyai kandungan bahan terlarut lebih tinggi berbanding air pada permukaan bumi.

Walaupun kawasan bawah tanah ini mempunyai mekanisma penapisan yang baik untuk mengasingkan partikel partikel seperti daun, tanah, serangga tetapi bahan kimia terlarut dan gas tertentu masih wujud dalam kepekatan yang tinggi. Air bawah tanah boleh tercemar melalui industri, domestik dan bahan kimia pertanian pada permukaan. Ini termasuklah bahan kimia seperti pestisid dan herbisid yang sering digunakan pada ladang. Masalah utama bagi kualiti air bawah tanah di kawasan pedalaman ialah pencemaran bakteria dari tangki septik. Ini kerana kawasan pedalaman tidak mempunyai sistem rawatan kumbahan yang teratur. Efluen yang mengalir dan bocor dari tangki septik ini boleh bergerak ke dasar air dan seterusnya ke perigi yang berhampiran. Seperti di kawasan bandar, klorin adalah jawapan bagi mengawal bakteria bahaya dalam perigi. Namun sekiranya merujuk kepada keadaan di kampung, adalah sukar untuk menggunakan klorin kerana kurangnya pengetahuan tentang penggunaan klorin dan kos bahan. Bahan pencemar semulajadi juga wujud pada batuan dan sedimen. Apabila air bergerak melalui sedimen, logam seperti besi dan mangan akan terlarut dan seterusnya mempengaruhi kepekataannya dalam air perigi. Sisa industri, aktiviti