PUMS 99:1

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Kimia Air Bosi Ion-Ion utama dan Indeks kelepuan Air Sungai Kiulu, Tamparuli, Sabah

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN. SAINS SEKITAR

SESI PENGAJIAN: 2004 - 2007

Saya SITI HASLINDA BINTI AHMAD RYSMILI
(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/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	(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 34 Jalan SG 5/1
Taman Sri Gombak
68100 Batu Caves, Selangor.

Prof Madya Dr. Mohd Harun bin Abdullah
Nama Penyelia

Tarikh: 20042007 | 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 disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

KIMIA AIR BAGI ION-ION UTAMA DAN INDEKS KETEPUAN AIR SUNGAI KIULU, TAMPARULI, SABAH

SITI HASLINDA BINTI AHMAD RUSMILI

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Mac 2007

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

Mac 2007

SITI HASLINDA AHMAD RUSMILI

HS 2004 – 2714

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. **PENYELIA**

   (Prof. Madya Dr. Mohd Harun Abdullah)

2. **PEMERIKSA 1**

   (Dr. Kawi Bidin)

3. **PEMERIKSA 2**

   (Cik Farrah Anis Fazliatul Adnan)

4. **DEKAN SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI**

   (Prof. Madya Dr. Shariff A.Kadir Omang)

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Syukur kehadrat Ilahi kerana dengan limpah kurnianya dapatlah saya menyiapkan laporan disertasi ini dengan jayanya. Saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada mereka yang banyak membantu saya dalam tempoh saya membuat kajian serta laporan disertasi ini. Dengan ini, saya ingin mengambil peluang ini untuk mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada mereka yang banyak membantu saya iaitu :

Penyelia projek saya iaitu Prof. Madya Dr. Mohd Harun Abdullah yang banyak memberi bimbingan, cadangan dan semangat yang membina untuk saya menyiapkan laporan disertasi ini dengan jayanya serta pensyarah-pensyarah Program Sains Sekitaran yang lain terutamanya Prof. Madya Dr. Miroslav Radejovic yang banyak membantu saya di saat-saat genting.

Pembantu-pembantu makmal yang banyak membantu saya dalam penyediaan alatan serta tunjuk ajar dalam penggunaan alat-alat di dalam makamal. Tidak lupa juga jutaan terima kasih saya kepada semua pelajar Sains Sekitaran yang sama-sama berjuang dan saling bantu-membantu antara satu sama lain terutamanya kepada rakan baik saya yang begitu banyak menolong saya dan sentiasa bersama-sama semasa susah dan senang iaitu Nur 'Ain Husna Amiruddin dan Siti Maisarah Mohd Azmi.

Selain daripada itu, setinggi-tinggi ucapan terima kasih saya ajukan kepada rakan sebilik saya iaitu Noor Fazilah Yahaya yang terlalu banyak membantu dan sentiasa bersabar dengan kerenah saya serta banyak meluangkan masanya dengan saya sepanjang pengajian saya di sini serta Siti Norfadhilah yang banyak membantu saya serta memberi semangat kepada saya untuk terus bersemangat dalam melakukan apa jua perkara.

Jutaan terima kasih saya juga kepada kedua ibu dan bapa saya kerana telah memberi sokongan dan dorongan yang tidak terhingga dari segi emosi, mental serta kewangan walaupun jarak yang menjadi pemisah antara kami.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk menentukan kepekatan kation dan anion utama iaitu Ca^{+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Cl^{-}, HCO_3^{-} dan SO_4^{2-} serta tahap ketepuan mineral terpilih iaitu *halite, calcite, aragonite, anhydrite, gypsum* dan *dolomite* dengan menggunakan Indeks Ketepuan. Sampel diambil di kawasan hulu, pertengahan dan hilir Sungai Kiulu. Kepekatan kation ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom, kepekatan klorida dan bikarbonat menggunakan kaedah pentitratan dan kepekatan sulfat ditentukan dengan menggunakan HACH Kit. Kepekatan kation dan anion yang diperolehi digunakan untuk mengetahui tahap ketepuan mineral di hulu, pertengahan dan hilir Sungai Kiulu supaya perbandingan dapat dilakukan. Hasil kajian ini menunjukkan corak kepekatan anion dan kation serta tahap ketepuan mineral di tiga stesen persampelan adalah sama. Corak kepekatan kation dan anion adalah $Ca^{+} > Na^{+} > Mg^{2+} > K^{+}$ dengan kepekatan purata $4.78 \pm 0.21 > 2.68 \pm 0.45 > 1.28 \pm 0.05 > 0.62 \pm 0.07$ mg/L bagi kation dan $HCO_3^{-} > SO_4^{2-} > Cl^{-}$ dengan kepekatan purata $118.81 \pm 7.06 > 5.07 \pm 2.89 > 1.83 \pm 1.22$ mg/L bagi anion. Corak bagi tahap ketepuan mineral adalah *halite* < *anhydrite* < *gypsum* bagi tahap yang tidak tepu dan *aragonite* < *calcite* < *dolomite* tergolong dalam tahap yang terlampau tepu.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRACT

WATER CHEMISTRY OF MAJOR IONS AND SATURATION INDEX OF KIULU RIVER WATER

The study was carried out to investigate the major ions concentrations (Ca^+, Mg^{2+}, Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^- and SO_4^{2-}) and the saturation index of selected minerals (*halite, calcite, aragonite, anhydrite, gypsum and dolomite*) in the upstream, middle stream and downstream of Kiulu River. Concentration of cations were analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometer, concentrations of chloride and bicarbonate were determined by titration method while concentration of sulphate was analyzed using the HACH Kit. Results showed that the concentrations of the ions and saturation index of the minerals presented similar trends; $Ca^+ > Na^+ > Mg^{2+} > K^+$ for cations with the average concentration of $4.78 \pm 0.21 > 2.68 \pm 0.45 > 1.28 \pm 0.05 > 0.62 \pm 0.07$ mg/L whereas $HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$ for anion with the average concentration of $118.81 \pm 7.06 > 5.07 \pm 2.89 > 1.83 \pm 1.22$ mg/L. The trend of saturation levels for minerals was : *halite* < *anhydrite* < *gypsum* classified to unsaturated, whereas *aragonite* < *calcite* < *dolomite* classified as oversaturated.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
DIPERAKUKAN OLEH	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xiv
SENARAI RAJAH	xvi
SENARAI SIMBOL	xviii
SENARAI LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Tujuan dan Objektif Kajian	4
1.3 Kepentingan Kajian	4
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Pengenalan Terhadap Air	6
2.2 Komponen Air	8
2.3 Juzuk Unsur yang Terdapat dalam Air	12

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2.4 Komponen Ion dalam Mineral Terlarut 15

2.4.1 Natrium 17

2.4.2 Kalium 18

2.4.3 Magnesium 18

2.4.4 Kalsium 19

2.4.5 Klorida 19

2.4.6 Bikarbonat 20

2.4.7 Sulfat 20

2.5 Kemasukan Mineral ke dalam Persekitaran 21

2.5.1 Sumber-sumber Mineral 22

a. Sumber Semulajadi Bagi Unsur dalam Mineral 22

b. Sumber Antropogenik Bagi Unsur dalam Mineral 23

2.6 Faktor-faktor Persekitaran yang Mempengaruhi Kehadiran Mineral 24

2.6.1 Kehadiran Unsur dalam Air 24

2.6.2 Oksigen Terlarut 25

2.6.3 Suhu 26

2.6.4 pH 27

2.6.5 Kekonduksian 28

2.6.6 Saliniti 29

2.7 Ciri-ciri Sungai 29

2.8 Pencemaran Sungai 32

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2.9 Ion Serta Mineral Yang Digunakan dalam Kajian 34

2.9.1 Natrium 35

a. Spesies Natrium 35

b. Kewujudan Natrium Dalam Air 37

c. Kesan dan Fungsi Natrium 37

2.9.2 Kalium 38

a. Spesies Kalium 38

b. Kewujudan Kalium Dalam Air 38

c. Kesan dan Fungsi Kalium 39

2.9.3 Magnesium 39

a. Spesies Magnesium 39

b. Kewujudan Magnesium Dalam Air 40

c. Kesan dan Fungsi Magnesium 40

2.9.4 Kalsium 41

a. Spesies Kalsium 41

b. Kewujudan Kalsium Dalam Air 41

c. Kesan dan Fungsi Kalsium 42

2.9.5 Klorida 42

a. Spesies Klorida 42

b. Kewujudan Klorida Dalam Air 43

c. Kesan dan Fungsi Klorida 44

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2.9.6 Bikarbonat 44

a. Spesies Bikarbonat 44

b. Kewujudan Bikarbonat Dalam Air 44

c. Kesan dan Fungsi Bikarbonat 45

2.9.7 Sulfat 46

a. Spesies Sulfat 46

b. Kewujudan Sulfat Dalam Air 46

c. Kesan dan Fungsi Sulfat 47

2.9.8 *Halite* 48

2.9.9 *Calcite* 48

2.9.10 *Aragonite* 50

2.9.11 *Anhydrite* 52

2.9.12 *Gypsum* 53

2.9.13 *Dolomite* 54

2.10 Termodinamik dan Proses Kimia dalam Air 55

2.10.1 Tindakbalas Pemendakan dan Pemelarutan Dalam Air 55

a. Keseimbangan Heterogen Dalam Air 56

b. Hasil Kelarutan dan Ketepuan Air 57

c. Menentukan Kadar Ketepuan Mineral 58

2.11 Kepentingan Indeks Ketepuan dalam Analisis Air 59

2.12 Penyelidikan Mineral Terpilih Sebelumnya 60

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH

3.1 Latar Belakang Kawasan Kajian 62

3.2 Pengenalan Stesen Kajian 66

3.3 Alat Radas dan Bahan Kimia 68

3.4 Persampelan Air 70

3.5 Kaedah Analisis Sampel 70

3.5.1 Penyediaan Alat Radas 71

3.5.2 Penyediaan Sampel 71

3.5.3 Kaedah Analisis Untuk Kation dan Anion 74

a. Kaedah Pentitratan 75

1. Penitratan Klorida 75

2. Pentitratan Bikarbonat 76

b. Kaedah Penggunaan HACH Kit 77

c. Kaedah Penggunaan AAS 78

3.5.4 Penyediaan Larutan Piawai 79

a. Formula Pengiraan Kaedah Pencairan 80

BAB 4 KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Kepekatan Setiap Parameter 81

4.1.1 Purata Kepekatan In-situ dan Ex-situ Meter 83

4.2 Perbandingan Kepekatan Unsur di Hulu, Pertengahan dan Hilir Sungai 84

4.2.1 Perbandingan Kepekatan Bagi Setiap Satu Unsur Mengikut Stesen Pensampelan 86

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

4.3 Data Indeks Ketepuan 90

4.3.1 Nilai Indeks Ketepuan Mineral Di Ketiga-tiga Kawasan Pensampelan 90

4.3.2 Nilai Indeks Ketepuan Mineral Yang Diasingkan Mengikut Stesen Pensampelan 92

4.3.3 Nilai Indeks Ketepuan Setiap Mineral yang Diasingkan Mengikut Kawasan Pensampelan 94

a. Nilai Indeks Ketepuan *Halite* di Setiap Stesen 94

b. Nilai Indeks Ketepuan *Calcite* di Setiap Stesen 95

c. Nilai Indeks Ketepuan *Aragonite* di Setiap Stesen 95

d. Nilai Indeks Ketepuan *Anhydrite* di Setiap Stesen 96

e. Nilai Indeks Ketepuan *Gypsum* di Setiap Stesen 97

f. Nilai Indeks Ketepuan *Dolomite* di Setiap Stesen 97

4.4 Tahap Ketepuan Mineral 98

BAB 5 PERBINCANGAN

5.1 Kepekatan Setiap Parameter 101

5.1.1 Kawasan Hulu, Pertengahan dan Hilir Sungai 102

a. Kalsium 102

b. Natrium 104

c. Magnesium 106

d. Kalium 107

e. Bikarbonat 108

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

f. Sulfat 111

g. Klorida 114

5.2 Data Indeks Ketepuan 115

5.2.1 Perbandingan Tahap Ketepuan Mineral di Setiap Stesen 116

a. *Halite* 118

b. *Calcite* 120

c. *Aragonite* 120

d. *Anhydrite* 121

e. *Gypsum* 122

f. *Dolomite* 122

5.3 Perbandingan Antara Hasil Kajian Dengan Kajian Lepas 123

5.4 Faktor Yang Boleh Mempengaruhi Ketepatan Bacaan 126

BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN

6.1 Kesimpulan 128

6.2 Cadangan 132

RUJUKAN 133

LAMPIRAN 138

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
2.1	Komposisi purata unsur kimia dalam air sungai di dunia (mg per liter)	14
2.2	Ion-ion yang sering dijumpai di dalam air semulajadi mengikut anggaran	16
2.3	Perbezaan utama antara persekitaran ekosistem sungai dan tasik	31
2.4	Input bahan larutan ke dalam sungai	36
2.5	Keterlarutan bahan mineral (25°C)	59
2.6	Purata kepekatan ion-ion utama di kawasan perlombongan	60
3.1	Penerangan bagi setiap stesen persampelan di Sungai Kiulu	66
3.2	Kaedah dan peralatan yang digunakan bagi setiap parameter	69
3.3	Radas dan bahan kimia yang digunakan bagi setiap parameter ex-situ	69
3.4	Kaedah analisis sampel serta parameter yang digunakan	70
3.5	Panjang gelombang yang diperlukan oleh unsur logam untuk analisis air	79
4.1	Kepekatan purata setiap parameter mengikut persampelan	82
4.2	Nilai kepekatan purata bagi parameter ikut lokasi persampelan	85
4.3	Nilai purata Indeks Ketepuan bagi mineral terpilih di kawasan hulu, pertengahan dan hilir Sungai Kiulu	91
4.4	Tahap ketepuan mineral terpilih mengikut lokasi	100

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

5.1 Perbandingan hasil kajian dengan kajian lain 124

5.2 Indeks ketepuan mineral *calcite* di kawasan hulu Sungai Takaka dan Pupu Springs 125

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI RAJAH

Muka Surat

2.1	Ikatan hidrogen dalam molekul air	11
3.1	Lokasi Sungai Tuaran yang menjadi laluan utama Sungai Kiulu	65
3.2	Stesen 1 pensampelan air (hulu Sungai Kiulu)	67
3.3	Stesen 2 pensampelan air (pertengahan Sungai Kiulu)	67
3.4	Stesen 3 persampelan air (hilir Sungai Kiulu)	68
3.5	Botol plastic yang digunakan untuk menyimpan sample air	72
3.6	Alat radas dan bahan kimia untuk analisis bikarbonat	72
3.7	Alat radas dan bahan kimia untuk analisis klorida	73
3.8	HACH Kit yang digunakan untuk analisis sulfat	74
3.9	Botol yang digunakan untuk menjalankan analisis sulfat	75
4.1	Nilai kepekatan purata bagi setiap parameter di Sungai Kiulu	83
4.2	Kepekatan purata semua unsure di hulu, pertengahan dan hilir Sungai Kiulu	86
4.3	Purata kepekatan unsure di hulu, pertengahan dan hilir Sungai Kiulu	89
4.4	Nilai purata Indeks Ketepuan mineral terpilih di kawasan hulu, pertengahan dan hilir Sungai Kiulu	91
4.5	Indeks Ketepuan semua mineral di kawasan hulu Sungai Kiulu	92
4.6	Indeks Ketepuan semua mineral di kawasan pertengahan Sungai Kiulu	93
4.7	Indeks Ketepuan semua mineral di kawasan hilir Sungai Kiulu	93

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

4.8	Nilai purat Indeks Ketepuan bagi mineral *Halite* di setiap stesen	94
4.9	Nilai purat Indeks Ketepuan bagi mineral *Calcite* di setiap stesen	95
4.10	Nilai purat Indeks Ketepuan bagi mineral *Aragonite* di setiap stesen	96
4.11	Nilai purat Indeks Ketepuan bagi mineral *Anhydrite* di setiap stesen	96
4.12	Nilai purat Indeks Ketepuan bagi mineral *Gypsum* di setiap stesen	97
4.13	Nilai purat Indeks Ketepuan bagi mineral *Dolomite* di setiap stesen	98

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

SENARAI SIMBOL

Muka Surat

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Tahap kualiti sesuatu air sungai itu boleh dikaji dan dinilai dengan menggunakan parameter biologi, fizikal dan kimia. Bagi parameter biologi, air sungai itu dikaji dengan melihat kepada kepelbagaian kehidupan tumbuhan dan haiwan akuatik. Kajian terhadap kemampuan organisma untuk hidup di dalam suatu juzuk air itu dilakukan. Kawasan yang tidak tercemar mempunyai kepelbagaian spesies yang lebih tinggi berbanding kawasan yang tercemar. Organisma dan mikroorganisma ini boleh dijadikan sebagai petunjuk kepada pencemaran (Che Salmah *et al.*, 1996).

Kualiti fizik juga dikenali sebagai kualiti estetika. Perkara yang diperhatikan dan diuji adalah seperti nilai pH, rasa, bau, warna, kekeruhan, kandungan zarah terampai, suhu, aliran sungai, kekonduksian. Ia juga adalah merupakan parameter-parameter yang digunakan untuk menguji kualiti fizik suatu jasad air.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Melalui parameter kimia pula, kandungan logam, minyak, pestisid, nutrien, oksigen terlarut, permintaan oksigen biokimia, serta kajian terhadap mineral yang terdiri daripada anion dan kation yang terdapat dalam batuan boleh dilakukan. Biasanya pengujian terhadap kation dan anion ini dilakukan untuk mencari kemungkinan kepada jenis batuan di kawasan tersebut serta sumber pencemar yang menjadi penyumbang utama sama ada daripada tumbuhan, bahan kimia, kilang, aktiviti industri dan sebagainya. Kajian menggunakan parameter kimia ini memberikan kelebihan di mana ia boleh dilakukan secara terus terhadap sesuatu larutan atau efluen (Sweeting, 1996).

Terdapat banyak jenis mineral yang hadir di dalam air akibat daripada interaksi antara air dengan batuan serta tanah. Diantaranya ialah jenis karbonat (*calcite, aragonite, dolomite*), jenis sulfat (*anhydrite, gypsum*), jenis halida (*halite*) dan banyak lagi (Dean, 1995). Di dalam mineral ini juga terdapat komponen-komponen kimia yang terdiri daripada pelbagai jenis unsur seperti unsur kation iaitu kalium, natrium, magnesium, kalsium dan ion-ion logam yang lain. Manakala bagi contoh daripada jenis anion pula ialah klorida, sulfat, bikarbonat, nitrat dan fosfat. Ion yang sering wujud dalam garam inorganik ialah natrium, kalsium, klorida dan ion sulfat (Morse *et al.*, 1990).

Keadaan komposisi kimia sesuatu jasad air permukaan adalah berkaitan dengan interaksi antara air hujan atau pencairan salji dan batuan yang berdekatan serta bersentuhan dengan air permukaan sungai itu. Kebanyakan interaksi itu juga berlaku di kawasan zon tanah yang bersentuhan dengan air. Kajian ini adalah tertumpu kepada pengujian terhadap mineral utama yang terpilih iaitu mineral *anhydrite, aragonite,*

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

dolomite, gypsum, calcite, halite yang mengandungi unsur-unsur kalium, natrium, magnesium, kalsium, klorida, bikarbonat dan sulfat yang juga merupakan parameter dalam kajian ini.

Interaksi yang berlaku antara air sungai yang mengalir, tanah serta batuan mempunyai tindak balas yang tertentu. Tindak balas yang berlaku adalah tindak balas pemelarutan dan pemendakan dalam air. Pemelarutan dan pemendakan ini bertanggungjawab ke atas komposisi air dan menyebabkan air semulajadi mempunyai kandungan kimia yang berbeza-beza. Kelarutan sesuatu bahan di dalam air adalah merujuk kepada konsep keseimbangan (Brady dan Senese, 2004).

Kelarutan sesuatu bahan atau mineral terlarut yang larut ke dalam jasad air boleh ditentukan tahap ketepuannya dengan menilai tindak balas pemelarutan yang terlibat. Anggaran tahap ketepuan sesuatu bahan ini boleh dilakukan dengan menggunakan satu formula indeks yang dipanggil Indeks Ketepuan (SI) (Kim dan Hunter, 1997; Chan, 2001). Untuk mengetahui nilai Indeks Ketepuan ini, nilai piawaian kelarutan bahan (K_{sp}) bagi suatu mineral itu perlu diketahui terlebih dahulu (Radojevic dan Bashkin, 2006). Setelah itu, nilai Indeks Ketepuan yang diperoleh itu akan dibandingkan dengan nilai sifar untuk mengetahui tahap ketepuan bahan itu di dalam pelarut (Chan, 2001).

Tahap ketepuan ini terbahagi kepada tiga peringkat iaitu larutan tepu atau mencapai keseimbangan, larutan tidak tepu dan akhir sekali ialah larutan yang sangat tepu (Brady dan Senese, 2004). Indeks Ketepuan adalah merupakan satu senarai yang dapat

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

menunjukkan tahap ketepuan sesuatu bahan terlarut yang larut di dalam pelarut. Dalam kajian ini, bahan terlarut yang diuji adalah mineral manakala pelarut yang digunakan adalah air sungai Kiulu.

1.2 Tujuan dan Objektif Kajian

Kajian ini dilakukan adalah untuk mencapai beberapa objektif di bawah:

1. Untuk membandingkan nilai kandungan unsur kation dan anion yang terdapat di kawasan hulu, pertengahan dan hilir Sungai Kiulu.
2. Untuk mengetahui kadar ketepuan mineral utama terpilih di dalam air Sungai Kiulu dengan menggunakan Indeks Ketepuan (SI).
3. Untuk membandingkan tahap ketepuan mineral utama terpilih di kawasan hulu, pertengahan dan hilir Sungai Kiulu.

1.3 Kepentingan Kajian

Kajian yang dilakukan ini adalah penting untuk menilai dan mentaksirkan tindak balas kimia yang berlaku serta keseimbangannya antara air permukaan dan mineral yang hadir. Indeks ketepuan (SI) digunakan kerana ia berguna untuk menilai dan mengkaji kadar ketepuan mineral yang terpilih dalam air. Tahap ketepuan mineral yang terdapat di dalam suatu jasad air di sebuah kawasan boleh dijadikan sebagai panduan terhadap jenis batuan yang wujud atau hadir di kawasan itu. Kajian ini turut dilakukan di kawasan hulu,

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

pertengahan dan hilir Sungai Kiulu bertujuan untuk membandingkan jumlah kandungan mineral utama yang terdapat di situ. Kajian ini juga akan membekalkan data garis dasar bagi Sungai Kiulu.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

RUJUKAN

Ager, D. V., 1993. *The Nature of the Stratigraphical Record*. John Wiley & Sons, Inc, England.

Anderson, S. P., Longacre, S. A. dan Kraal, E. R., 2003. Patterns of water chemistry and discharge in the glacier-fed Kennicott River, Alaska: evidence for sublacial water storage cycles. *Chemical Geology* **202**, ms. 297-312.

Andersson, P., Torssander, P. dan Ingri, J., 1992. Sulphur isotope ratios in sulphate and oxygen isotopes in water from a small watershed in Centar Sweden. *Developments in Hydrobiology* **5**, ms. 205-217.

Anthony, D. M., Groves, C. dan Meiman, J., 1997. Preliminary investigations of seasonal changes in the geochemical evolution of the Logdson River, Mammoth Cave, Kentucky. *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers: The Virtual Scientific Journal*, ms. 15-23.

Bonanni, P., Caprioli, R., Ghiara, E., Mignuzzi, C., Orlandi, C., Panganin, G. dan Monti, A., 1992. Sediment and interstitial water chemistry of the Orbetello lagoon (Grosseto, Italy); nutrient diffusion across the water-sediment interface. *Developments in Hydrobiology* **5**, ms. 553-568.

Botkin, D. B. dan Keller, E. A., 2003. *Environmental Science : Earth As A Living Planet*. Ed. ke-4. John Wiley & Sons, Inc, United States.

Brady, J. E. dan Senese, F., 2004. *Chemistry : Matter and Its Changes*. John Wiley & Sons, Inc, United States.

Brownlow, A. H., 1996. *Geochemistry*. Ed. ke-2. Prentice Hall, New Jersey, United States.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Calendars,1996. *Gale Encyclopedia of Science*. Volume 1. An ITP Information References Group Company, United States of America.

Chan, H. J., 2001. Mineral-water interaction and hydrogeochemistry in the Samkwang mine area, Korea. *Geochemical Journal* **35**, ms. 1-12.

Che Salmah, M.R., Abu Hassan, A. dan Jongkar, G., 1996. *The diversity of aquatic insects in the mountain streams and its implication on biomonitoring : A case study*. Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.

Clesceri, L. S., Greenberg, A. E. dan Eaton, A. D., 1998. *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater*. Ed. ke-20. United States.

Cornett, J., Chant, L. dan Risto, B., 1992. Arsenic transport between water and sediments. *Developments in Hydrobiology* **5**, ms. 533-544.

Daub, G. W. dan Seese, W. S., 1996. *Basic Chemistry*. Ed. ke-7. Prentice Hall, United States.

Dean, J. A., 1995. *Analytical Chemistry Handbook*. McGrw Hill, Inc, New York.

Dijkhuis, A. H., Hoekstra, N. K., Lijklema, L. dan Van der Zee, S. E. A. T. M., 1992. Origin of peak concentrations of phosphate during high discharge in a rural watershed. *Developments in Hydrobiology* **5**, ms. 257-260.

Dorin, H., Demmin, E. P. dan Gabel, D. L., 1992. *Chemistry : The Study of Matter*. Prentice Hall, New Jersey, United States.

Drever, J. I., 1997. *The Geochemistry of Natural Waters: Surface and Groundwaer Environments*. Ed. ke-3. Prentice Hall, Inc, United States.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Faust S. D. dan Osman M. A., 1983. *Chemistry of water treatment*. London:Butterworths.

Galvez, J. A. dan Niell, F. X., 1992. Sediment resuspension in a monomictic eutrophic reservoir. *Developments in Hydrobiology* **5**, ms. 133-141.

Hadas, O. dan Pinkas, R., 1992. Sulfate-reduction process in sediments of Lake Kinneret, Israel. *Developments in Hydrobiology* **5**, ms. 295-301.

Hamidi Abdul Aziz, 1999. *Kejuruteraan Air Sisa Kualiti Air dan Air Sisa*. Utusan Publication and Distributors Sdn. Bhd, Universiti Malaysia Sabah.

Ismail, A. dan Badri, A., 1992. *Ekologi Air Tawar*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Jackson, G. B., 1993. *Applied Water and Spentwater Chemistry : a Laboratory Manual*. Van Nostrand Rindhold, New York.

Jason Chin, 1998. *Vault Reports Guide to Mastering Chemistry*. Houghton Mifflin Company, New York.

Kim, J. P. and Hunter, K. A., 1997. Aqueous chemistry of major ions and trace metals in the Takaka-Cobb River system, New Zealand. *Mar. Freshwater Res.* **48**, ms. 257-266.

Lazarova, V., Bouwer, H. and Bahri, A., 2005. Water Quality Considerations. Dlm: Lazarova, V. and Bahri, A. (eds), *Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass*. CRC Press, Florida.

Lecomte, K. L., Pasquini, A. I. and Depetris, P. J., 2005. Mineral Weathering in a Semiarid Mountain River: Its assessment through PHREEQC inverse modeling. *Aquatic Geochemistry* **11** (2005), 173-194.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Lunshan, Z., Wenhua, L., Yongli, S. dan Weiguo, Z., 1989. A Model of the Primary Halo and the Geochemical Mechanism of Halo-ore-forming Processes Over a Strata-Bound Pb-Zn-FeS_2 Deposit. *Journal of Geochmical Exploration* **33**, ms. 85-97.

Ministry of Natural Resources and Environment Malaysia. 2003. *Malaysia Environmental Quality Report (INWQS).*

Manthuthu, A. S., Zaranyika, F. M. dan Jonnalagadda, S. B., 1993. Monitoring of water quality in upper Mukuvisi River in Harare, Zimbabwe. *Environment International* **19**, ms. 51-61.

Mazlin Mokhtar, Mohd Talib Latif dan Heng, L. Y., 2003. *Kimia Air*. Utusan Publication & Distributors Sdn. Bhd., Kuala Lumpur.

Morse, J. W. dan Mackenzie, F. T., 1990. *Geochemistry of Sedimentary Carbonates*. Elsevier, Netherlands.

Nawawi Jusoh, 1990. *Geologi Asas Untuk Juruukur*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Pepper I. L, Gerba C. P. dan Brusseau M. L., 1996. *Pollution Science*. San Diego : Academic Press.

Petts, G. dan Calow, P. (eds), 1996. *River Restoration*. Blackwell Science, Australia.

Radojevic,M. dan Bashkin, V. N., 2006. *Pratical Environmental Analysis*. Ed. ke-2. RSC Publishing, United Kingdom.

Raymond, C., 2005. *Chemistry*. Ed. ke-8. McGraw-Hill, United States.

Reeve, R. N., 1994. *Environmental Analysis*. John Wiley & Sons, England.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Rusell, H., 2001. *Encyclopedia of Rocks, Minerals and Gemstons*. Brown Partworks, United Kingdom.

Setyo Moersidik dan Basuki Hardjojo, 1998. *Analisis Kualitas Air*. Penerbit Universitas Terbuka, Jakarta.

Simpson, B., 1966. *Rocks & Minerals*. Pergamon Press, Britain.

Srikandi Fardiaz. 1992. *Polisi Air dan Udara*. Jakarta: Penerbit Kanisius

Sweeting, R. A., 1996. River Pollution. Dlm: Petts, G. and Calow, P. (eds), *River Restoration*. Blackwell Science, Australia.

Tebbutt, T. H. Y., 1971. *Prinsiples of Water Quality Control*. Pergamon Press, New York.

Trivedi, P. R. dan Gurdeep, R., 1995. *Encyclopedia of Environment Science*. Volime 25: Water Pollution. Akashdeep Publishing House, New Delhi, India.

Twort, A. C., Law, F. M. dan Crowley, F. W. (pnyt.), 1994. *Bekalan Air*. Gurmeet Singh dan Kamaruzaman Idris (ptjr). Dewan Bahasa dan ustaka, Kuala Lumpur.

Wachinski, A. M. dan Etzel, J. E., 1997. *Environmental Ion Exchange: Principles and Design*. Lewis Publisher, United States.

Wade, A. J., Neal, C., Smart, R. P. dan Edwards, A. C., 2002. Calcite saturation in the River Dee, NE Scotland. *Science Total Environment*, ms. 327-340.

Wallin, M. dan Hakanson, L., 1992. Morphometry and sedimentation as regulating factors for nutrien recycling and trophic state in coastal waters. *Developments in Hydrobiology* **5**, ms. 33-45.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Wan Normi Wan Hassan, 2006. Pencemaran sungai jejas hidupan dan sumber air bersih. *Dewan Kosmik*, Mei, 13-15.

Weijden, C. H. V. dan Pacheco, F. A. L., 2006. Hydrogeochemistry in the Vouga River basin (central Portugal): Pollution and chemical weathering. *Applied geochemistry* **21**, ms. 580-613.

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH