

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: GEOLOGI AM DAN GEOKIMIA TANAH KAWASAN BALUNG
TAWAU

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 03/04 - 06/07

Saya MASRINA MDKHTAR

(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 sabaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

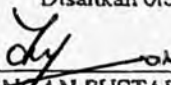
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD


 (TANDATANGAN PENULIS)

Disahkan oleh

 (TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KM.24 Kg. SUNGAI
RENGI, JALAN MUAR, 77300
MERLIMAU,
TAWAU, SAB, MELAKA

PROF. MADYA DR. BABA MUSTA
 Nama Penyelia

Tarikh: 20/4/07

Tarikh: 20/4/07

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).



**GEOLOGI AM DAN GEOKIMIA TANAH
KAWASAN BALUNG, TAWAU**

MASRINA BINTI MOKHTAR

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

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

MAC 2007

PENAKUAN

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

22 Mac 2007

(MASRINA MOKHTAR)
HS 2004-1652




DIPERAKUKAN OLEH

1. PENYELIA

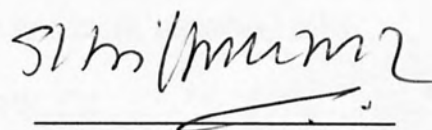
(Prof.Madya Dr.Baba Musta)

Tandatangan



2. PEMERIKSA 1

(SUPT. (K) Prof. Madya Dr Shariff A.K. Omang)



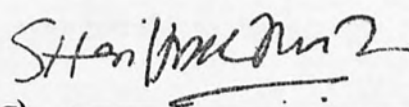
3. PEMERIKSA 2

(En. Rodeano Haji Roslee)



4. DEKAN

(SUPT. (K) Prof. Madya Dr Shariff A.K. Omang)



PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Mengasihani, segala pujian bagi-Nya dan syukur kerana saya dapat menyempurnakan penulisan disertasi ini. Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih dan setinggi-tinggi penghargaan kepada pihak yang telah banyak memberi tunjuk ajar dan motivasi, terutamanya kepada:

- ⌘ Prof. Madya Dr. Baba Musta selaku penyelia yang telah banyak bersabar dengan kerenah saya (Joyah 1) dalam memberi tunjuk ajar serta komitmen sepanjang saya melakukan penyelidikan.
- ⌘ Terima kasih tak terhingga kepada Prof. Dr. Sanudin Hj. Tahir, SUPT/KS Prof. Madya Dr. Sharrif A.K Omang, Prof. Madya Dr. Felix Tongkul, Encik Adong Laming, Encik Sahat Sadikun, Encik Rodeano Hj.Roslee dan Encik Ismail.
- ⌘ Ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada keluarga tersayang, khasnya abah, Mokhtar Amzan, yang sedia menemani semasa kerja lapangan dan emak, Salami Salijan, yang sentiasa memberi dorongan dan semangat dalam menyiapkan disertasi ini, dan adik beradik yang sentiasa dekat di hati , Jemy, Liza, Anon, Nik, Amin dan Umi, serta Encik Hussin dan isteri yang banyak membantu dan sepupu-sepupu yang disayangi (Bob, Pipi, Oyot dan Miah).
- ⌘ Kepada teman-teman yang sentiasa berada di sisi saat susah dan senang, terutamanya Geng Jahat; Jonathan, Nur Fadzlinda, Flora Anne, Mohd. Syaffiq, Fairuz, rakan-rakan yang turut membantu, Philoniza, Siti Fatimah Mat Ghani(Joyah 2), Dianne, Joelene, Seng Hui, Eldero, Joo Woi, Mawarni, Siti Fuziah, Akbar,



Didit, Mas, Qilah, Norliana, Zullah, Jofranklin, Fred, serta teman-teman seperjuangan yang lain.

- ⌘ Kepada Hennie Fitria Wulandary dan Wan Nursaidah, terima kasih kerana sentiasa memberi tunjuk ajar dalam menjalankan analisis dan membantu dalam penulisan disertasi ini serta Encik Samsul yang banyak membantu ketika di lapangan.
- ⌘ Tidak lupa kepada Encik Jalaluddin yang banyak memberi bantuan dalam kerja-kerja makmal dan juga lapangan, serta Encik Mat dan Encik Panjiman, tidak lupa juga kepada Encik Rashidi dan Encik Yusry.
- ⌘ Terima kasih juga kepada rakan-rakan lain dan pihak-pihak yang telah memberi kerjasama.

Yang Ikhlas,

Masrina Mokhtar

HS 2004-1652



ABSTRAK

Kawasan kajian terletak di kawasan Balung iaitu di utara Daerah Tawau yang berada pada latitud $4^{\circ} 21' U$ hingga $4^{\circ} 26' U$ dan longitud $118^{\circ} 4' T$ hingga $118^{\circ} 9' T$. Kawasan kajian terdiri daripada Formasi Balung dan batuan vulkanik basalt, dasit dan andesit. Formasi Kalumpang pada kawasan kajian ditindih oleh Formasi Balung yang lebih muda. Terdapat juga batuan mikrodiorit porfiri yang terletak di barat kawasan kajian. Lebih kurang 48 sampel tanah diambil untuk analisis logam-logam berat seperti Cr, Cu, Pb dan Zn dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Kepekatan logam berat yang paling tinggi di kawasan kajian adalah logam Cr dengan kepekatan 93.4 bpj. Kepekatan logam Zn yang tertinggi di kawasan kajian ialah 49.05 bpj. Manakala kepekatan tertinggi logam Pb dan Cu masing-masing sebanyak 45.74 bpj dan 40.92 bpj. Kepekatan logam tertinggi bagi profil tanah kawasan Pang Burong adalah unsur Cu dengan nilai 45.14 bpj pada zon B. Bagi profil tanah kawasan Bukit Kawa, unsur logam dengan kepekatan yang tertinggi adalah logam Zn dengan nilai 25.45 bpj. Hasil analisis juga menunjukkan bahawa kepekatan logam berat tertinggi adalah pada sampel tanah vulkanik yang mana ianya dikawal oleh nilai pH yang rendah, kandungan bahan organik (%BOT) yang tinggi dan peratus lempung yang tinggi. Nilai Cr yang melebihi paras normal dalam tanah vulkanik adalah disebabkan oleh kesan aktiviti perladangan.



ABSTRACT

Study area located in the Balung area at northern part of Tawau which bounded by the latitude of 4° 21' N to 4° 26' N and longitude 118° 4' E to 118° 9' E. The study area are consists of Balung Formation, Basaltic, Dasite and Andasite. Kalumpang Formation in study area are overlid by Balung Formation. There are also minor existence of microdiorite porphyry which is situated at west of Balung. 54 samples were taken at various spots for heavy metal (Cr, Cu, Pb and Zn) analysis such as the Atomic Absorbtion Spectrometre (AAS). The highest concentration at study area is Cr with the value of 93.4 ppm. The highest value of Zn is 49.05 ppm. Whereas, Pb and Cu are 45.74 ppm and 40.92 ppm respectively. For the soil profile of Pang Burong area, the highest element concentration is Cu with the value of 45.14ppm at Zone B. At Bukit Kawa, the highest element concentration is Zn with the value of 25.45 ppm. The results of the analysis shows that, volcanic sample have the highest heavy metal concentration and heavy metal which controlled by the low pH value, high percentage of BOT and high percentage of clay. The excess of Cr value are caused by agricultural activities.



KANDUNGAN

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
SENARAI KANDUNGAN	viii-xi
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI FOTO	xxi
SENARAI FOTOMIKRO	xxiv
BAB 1 PENGENALAN	
1.1 KAWASAN KAJIAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	4
1.3 KAEDAH KAJIAN	4
1.3.1 Kajian Awal	4
1.3.2 Kerja Lapangan dan Persampelan	5
1.3.3 Kajian Makmal	6
1.3.3.1 Analisis pH	7
1.3.3.2 Analisis Kandungan Air Tanah (w%)	8
1.3.3.3 Analisis Kandungan Bahan Organik(BOT%)	9
1.3.3.4 Analisis Saiz Butiran	9
1.3.3.5 Analisis Kepekatan Unsur-Unsur Surih	10
1.3.3.6 Analisis Petrografi	10
1.3.4 Analisis dan Penulisan	11
1.4 KAJIAN TERDAHULU	11
1.4.1 Kawasan Kajian	11



1.4.2	Geokimia Kawasan	13
1.5	MASALAH KAJIAN	15
BAB 2	GEOGRAFI DAN GEOMORFOLOGI	17
2.1	PENGENALAN	17
2.2	GEOGRAFI	17
2.2.1	Iklim	18
2.2.2	Perhubungan	21
2.2.3	Topografi	23
2.2.3.1	Kawasan Tanah Rendah	23
2.2.3.2	Kawasan Tanah Sederhana Tinggi	24
2.2.3.3	Kawasan Tanah tinggi	24
2.2.4	Saliran	26
2.2.5	Penduduk dan Sosio-ekonomi	32
2.3	GEOMORFOLOGI	33
2.3.1	Luluhawa	33
2.3.1.1	Luluhawa Fizikal	33
2.3.1.2	Luluhawa kimia	37
2.3.1.3	Luluhawa Biologi	44
2.3.2	Hakisan dan Pengangkutan	46
2.3.3	Jatuhan Batuan	50
BAB 3	GEOLOGI AM DAN STRATIGRAFI	52
3.1	PENGENALAN	52
3.2	TEKTONIK RANTAU	52
3.3	STRATIGRAFI RANTAU	58
3.4	STRATIGRAFI TEMPATAN	60
3.4.1	Formasi Kalumpang	63
3.4.2	Formasi Balung	63
3.4.3	Batuan Vulkanik	64
3.4.3.1	Batuan Vulkanik Aliran Lava	65



3.4.3.1.1	Andesit	65
3.4.3.1.2	Dasit	66
3.4.3.1.3	Olivin Basalt	67
3.4.3.2	Batuan Piroklastik	67
3.4.4	Endapan Kuaternari	68
3.4.5	Petrografi	70
3.5	AKTIVITI BATUAN IGNEUS	74
3.6	ANALISIS GEOLOGI STRUKTUR	77
3.6.1	Lineamen	77
3.6.2	Kekar	80
3.6.3	Kesimpulan Analisis	82
BAB 4	GEOKIMIA TANAH VOLKANIK	83
4.1	PENGENALAN	83
4.2	ANALISIS pH	87
4.3	ANALISIS KANDUNGAN KELEMBAPAN (%w)	94
4.4	ANALISIS KANDUNGAN BAHAN ORGANIK (%BOT)	100
4.5	ANALISIS SAIZ BUTIRAN	107
4.6	ANALISIS LOGAM BERAT (Cr, Cu, Zn DAN Pb)	123
4.6.1	Kromium (Cr)	127
4.6.2	Kuprum (Cu)	128
4.6.3	Plumbum (Pb)	129
4.6.4	Zink (Zn)	130
4.7	PERBINCANGAN	135
4.7.1	Hubungan Kandungan Bahan Organik (%BOT) dengan Nilai pH	135
4.7.2	Hubungan Peratus Lempung dengan Kandungan Kelembapan (%w)	140
4.7.3	Hubungan Kepekatan Logam Berat dengan pH	146
4.7.3.1	Hubungan Setiap Logam Dengan Nilai pH	150
4.7.4	Hubungan Kepekatan Logam dengan Kandungan Bahan Organik	153
4.7.4.1	Hubungan Setiap Logam dengan Kandungan Bahan Organik	157



4.7.5 Hubungan Kepekatan Logam Berat dengan Peratus Lempung	160
4.7.5.1 Hubungan Setiap Logam dengan Peratus Lempung	164
4.7.6 Kesimpulan Analisis	167
BAB 5 KESIMPULAN	175
5.1 PENGENALAN	175
5.2 GEOLOGI AM	175
5.3 GEOKIMIA TANAH	177
RUJUKAN	179
LAMPIRAN	181



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka surat
2.1	18
3.1	49
4.1	88
4.2	88
4.3	89
4.4	89
4.5	90
4.6	91
4.7	91
4.8	94
4.9	95
4.10	95
4.11	96
4.12	97



4.13	Hasil keputusan analisis kandungan air dalam sampel profil tanah kawasan Pang Burong (PB) (basalt).	97
4.14	Hasil keputusan analisis kandungan air dalam sampel profil tanah kawasan Bukit Kawa (BK) (mikrodiorit porfiri).	98
4.15	Hasil keputusan analisis kandungan bahan organik dalam sampel kawasan Pang Burong (PB).	101
4.16	Hasil keputusan analisis kandungan bahan organik dalam sampel kawasan Apas Balung (AB) (Formasi Balung).	101
4.17	Hasil keputusan analisis kandungan bahan organik dalam sampel kawasan Balung Cocos (BC) (andesit).	102
4.18	Hasil keputusan analisis kandungan bahan organik dalam sampel kawasan Bukit Kawa (BK) (mikrodiorit porfiri).	103
4.19	Hasil keputusan analisis kandungan bahan organik dalam sampel kawasan Ladang Sungai Kawa (L) (aluvium).	104
4.20	Hasil keputusan analisis kandungan bahan organik dalam sampel profil tanah kawasan Pang Burong (PB) (basalt).	104
4.21	Hasil keputusan analisis kandungan bahan organik dalam sampel profil tanah kawasan Bukit Kawa (BK) (mikrodiorit porfiri).	105
4.22	Hasil keputusan analisis saiz butiran bagi sampel kawasan Pang Burong (PB) (basalt).	109
4.23	Hasil keputusan analisis saiz butiran bagi sampel kawasan Apas Balung (AB) (Formasi Balung).	109
4.24	Hasil keputusan analisis saiz butiran bagi sampel kawasan Balung Cocos (BC) (andesit).	110
4.25	Hasil keputusan analisis saiz butiran bagi sampel kawasan Bukit Kawa (BK) (mikrodiorit porfiri).	110
4.26	Hasil keputusan analisis saiz butiran bagi sampel kawasan Ladang Sungai Kawa (L) (aluvium).	111
4.27	Hasil keputusan analisis saiz butiran bagi sampel profil tanah kawasan Pang Burong (PB) (basalt).	111



4.28	Hasil keputusan analisis saiz butiran bagi sampel profil tanah kawasan Bukit Kawa (BK) (mikrodiorit porfiri).	111
4.29	Kepekatan unsur-unsur logam dalam sampel tanah bagi kawasan Pang Burong (PB) (basalt).	123
4.30	Kepekatan unsur-unsur logam dalam sampel tanah kawasan Apas Balung (AB) (Formasi Balung).	124
4.31	Kepekatan unsur-unsur logam dalam sampel tanah kawasan Balung Cocos (BC) (andesit).	124
4.32	Kepekatan unsur-unsur logam dalam sampel tanah kawasan Bukit Kawa (BK) (mikrodiorit porfiri).	125
4.33	Kepekatan unsur-unsur logam dalam sampel tanah kawasan Ladang Sungai Kawa (L) (aluvium).	125
4.34	Kepekatan unsur-unsur logam dalam sampel profil tanah kawasan Pang Burong (PB) (basalt).	126
4.35	Kepekatan unsur-unsur logam dalam sampel profil tanah kawasan Bukit Kawa (BK) (mikrodiorit porfiri).	126
4.36	Jadual purata analisis kelimpahan logam-logam berat mengikut lokaliti yang berbeza.	169
4.37	Jadual purata pH, kandungan bahan organik (%BOT) dan peratus lempung mengikut lokaliti yang berbeza.	172
4.38	Jadual nilai pH, kandungan bahan organik (%BOT), peratus lempung dan kelimpahan logam berat mengikut zon profil tanah kawasan Pang Burong.	173
4.39	Jadual nilai pH, kandungan bahan organik (%BOT), peratus lempung dan kelimpahan logam berat mengikut zon profil tanah kawasan Bukit Kawa.	174



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka surat
1.1 Lokasi kawasan kajian di sekitar Balung, Tawau.	2
1.2 Peta topografi kawasan kajian di sekitar Balung.	3
1.3 Taburan Cu dan Zn dalam zon tanah (Lim, 1978).	14
2.1 Taburan hujan di kawasan Tawau pada tahun 2005 dan Jan-Julai 2006.	18
2.2 Taburan hujan sepanjang tahun untuk sepuluh tahun bermula tahun 1996 hingga 2005 (Perkhidmatan Kajicuaca Malaysia, 2006).	19
2.3 Peta topografi di sekitar kawasan Balung, Tawau, Sabah.	24
2.4 Sistem saliran di sekitar kawasan kajian.	27
2.5 Peratusan penduduk yang terdapat di kawasan kajian mengikut etnik.	29
3.1 Kedudukan plat-plat tektonik yang berlaku di Asia Tenggara (dipetik daripada Tan & Lamy, 1990)	41
3.2 Pergerakan plat-plat yang terdapat di sekitar Sabah	42
3.3 Model evolusi pembentukan geologi Sabah (Tongkul, 1991).	43
3.4 Stratigrafi am rantau Sabah (Rangin, 1990)	45
3.5 Jujukan stratigrafi di sekitar kawasan kajian	50
3.6 Taburan unit batuan di sekitar kawasan kajian.	
3.7 Peta topografi yang menunjukkan kedudukan lineamen positif di sekitar kawasan kajian.	59
3.8 Rajah Roset bagi analisis lineamen positif.	60
3.9 Rajah Roset bagi analisis lineamen negatif.	61
3.10 Rajah Roset analisis kekar yang menunjukkan arah canggaan	65
4.1 Peta menunjukkan lokaliti persampelan di kawasan kajian (Sumber: Lim,1981).	86
4.2 Bacaan nilai pH di setiap lokaliti dengan nilai yang berbeza.	93



4.3	Bacaan Peratus Kandungan Air di setiap lokaliti dengan nilai yang berbeza.	99
4.4	Bacaan peratus kandungan bahan organik (%BOT) mengikut lokaliti.	106
4.5	Rajah segitiga USDA untuk pengelasan sampel tanah.	108
4.6	Pengelasan sampel tanah basalt di kawasan Pang Burong (PB).	112
4.7	Pengelasan sampel tanah Formasi Balung bagi kawasan Apas Balung.	113
4.8	Pengelasan sampel tanah bagi kawasan Balung Cocos (BC).	114
4.9	Pengelasan sampel tanah bagi kawasan Bukit Kawa (BK).	115
4.10	Pengelasan sampel tanah bagi kawasan Ladang Sungai Kawa (L).	116
4.11	Pengelasan sampel profil tanah bagi kawasan Pang Burong (PB) dan kawasan Bukit Kawa (BK).	117
4.12	Pengelasan bagi semua sampel tanah bagi kawasan kajian.	118
4.13	Graf lengkung piawai bagi semua sampel kawasan Pang Burong (PB).	119
4.14	Graf lengkung piawai bagi semua sampel kawasan Apas Balung (AB).	119
4.15	Graf lengkung piawai bagi semua sampel kawasan Balung Cocos (BC).	120
4.16	Graf lengkung piawai bagi semua sampel kawasan Bukit Kawa (BK).	120
4.17	Graf lengkung piawai bagi semua sampel kawasan Ladang Sungai Kawa (L).	121
4.18	Graf lengkung piawai bagi sampel profil tanah kawasan Pang Burong (PB).	121
4.19	Graf lengkung piawai bagi sampel profil tanah kawasan Bukit Kawa (BK).	122
4.20	Peta taburan kepekatan unsur logam Cr.	131
4.21	Peta taburan kepekatan unsur logam Cu.	132
4.22	Peta taburan kepekatan unsur logam Pb.	133
4.23	Peta taburan kepekatan unsur logam Zn.	134
4.24	Hubungan positif yang lemah kandungan bahan organik (%BOT) dengan nilai pH bagi sampel kawasan Pang Burong.	136
4.25	Hubungan positif yang baik kandungan bahan organik (%BOT) dengan nilai pH bagi sampel kawasan Apas Balung.	137
4.26	Hubungan positif yang lemah kandungan bahan organik (%BOT) dengan nilai pH bagi sampel kawasan Balung Cocos.	137



4.27	Hubungan positif yang baik kandungan bahan organik (%BOT) dengan nilai pH bagi sampel kawasan Bukit Kawa.	138
4.28	Hubungan positif yang lemah kandungan bahan organik (%BOT) dengan nilai pH bagi sampel kawasan Ladang Sungai Kawa.	138
4.29	Hubungan positif yang lemah kandungan bahan organik (%BOT) dengan nilai pH bagi sampel profil tanah kawasan Pang Burong.	139
4.30	Hubungan positif yang baik kandungan bahan organik (%BOT) dengan nilai pH bagi sampel profil tanah kawasan Bukit Kawa.	139
4.31	Hubungan linear negatif yang lemah kandungan bahan organik (%BOT) dengan nilai pH bagi semua sampel tanah.	140
4.32	Hubungan positif yang lemah peratus lempung dengan kandungan kelembapan (%w) bagi sampel kawasan Pang Burong.	142
4.33	Hubungan positif yang lemah peratus lempung dengan kandungan kelembapan (%W) bagi sampel kawasan Apas Balung.	142
4.34	Hubungan positif yang lemah peratus lempung dengan kandungan kelembapan (%w) bagi sampel kawasan Balung Cocos.	143
4.35	Hubungan positif yang lemah peratus lempung dengan kandungan kelembapan (%w) bagi sampel kawasan Bukit Kawa.	143
4.36	Hubungan positif yang lemah peratus lempung dengan kandungan kelembapan (%w) bagi sampel kawasan Ladang Sungai Kawa.	144
4.37	Hubungan positif yang lemah peratus lempung dengan kandungan kelembapan (%w) bagi sampel profil tanah kawasan Pang Burong.	144
4.38	Hubungan positif yang lemah peratus lempung dengan kandungan kelembapan (%w) bagi sampel profil tanah kawasan Bukit Kawa.	145
4.39	Hubungan positif yang lemah peratus lempung dengan kandungan kelembapan (%w) bagi semua sampel tanah.	145
4.40	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan nilai pH bagi sampel tanah kawasan Pang Burong.	146
4.41	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan nilai pH bagi sampel tanah kawasan Apas Balung.	147



4.42	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan nilai pH bagi sampel tanah kawasan Balung Cocos.	147
4.43	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan nilai pH bagi sampel kawasan Bukit Kawa.	148
4.44	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan nilai pH bagi sampel kawasan Ladang Sungai Kawa.	148
4.45	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan nilai pH setiap zon bagi sampel profil tanah kawasan Pang Burong.	149
4.46	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan nilai pH setiap zon bagi sampel profil tanah kawasan Bukit Kawa.	149
4.47	Hubungan linear negatif yang lemah kepekatan logam Cr dengan nilai pH bagi semua sampel.	150
4.48	Hubungan linear negatif yang lemah kepekatan logam Cu dengan nilai pH bagi semua sampel.	151
4.49	Hubungan linear negatif yang lemah kepekatan logam Pb dengan nilai pH bagi semua sampel.	151
4.50	Hubungan linear negatif yang lemah kepekatan logam Zn dengan nilai pH bagi semua sampel.	152
4.51	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan kandungan bahan organik (%BOT) bagi sampel tanah kawasan Pang Burong.	154
4.52	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan kandungan bahan organik (%BOT) bagi sampel tanah kawasan Apas Balung.	154
4.53	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan kandungan bahan organik (%BOT) bagi sampel tanah kawasan Balung Cocos.	155
4.54	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan kandungan bahan organik (%BOT) bagi sampel tanah kawasan Bukit Kawa.	155
4.55	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan kandungan bahan organik (%BOT) bagi sampel tanah kawasan Ladang Sungai Kawa.	156



4.56	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan kandungan bahan organik (%BOT) setiap zon bagi sampel profil tanah kawasan Pang Burong.	156
4.57	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu,Pb dan Zn dengan kandungan bahan organik setiap (%BOT) zon bagi sampel profil tanah kawasan Bukit Kawa.	157
4.58	Hubungan linear positif yang lemah antara kepekatan logam Cr dengan kandungan bahan organik (%BOT) bagi semua sampel tanah.	158
4.59	Hubungan linear positif yang lemah antara kepekatan logam Cu dengan kandungan bahan organik (%BOT) bagi semua sampel tanah.	158
4.60	Hubungan linear positif yang lemah antara kepekatan logam Pb dengan kandungan bahan organik bagi semua sampel tanah.	159
4.61	Hubungan linear positif yang lemah antara kepekatan logam Zn dengan kandungan bahan organik (%BOT) bagi semua sampel.	159
4.62	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan peratus lempung bagi sampel tanah kawasan Pang Burong.	161
4.63	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan peratus lempung bagi sampel tanah kawasan apas Balung.	161
4.64	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan peratus lempung bagi sampel tanah kawasan Balung Cocos.	162
4.65	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan peratus lempung bagi sampel tanah kawasan Bukit Kawa.	162
4.66	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu, Pb dan Zn dengan peratus lempung bagi sampel tanah kawasan Ladang Sungai Kawa.	163
4.67	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu ,Pb dan Zn dengan peratus lempung setiap zon bagi sampel profil tanah kawasan Pang Burong.	163
4.68	Hubungan kepekatan logam Cr, Cu ,Pb dan Zn dengan peratus lempung setiap zon bagi sampel profil tanah kawasan Bukit Kawa.	164
4.69	Hubungan linear positif antara kepekatan logam Cr dengan peratus lempung bagi semua sampel.	165
4.70	Hubungan linear positif antara kepekatan logam Cu dengan peratus lempung bagi semua sampel.	165



- 4.71 Hubungan linear positif bagi kepekatan logam Pb dengan peratus lempung bagi semua sampel. 166
- 4.72 Hubungan linear positif kepekatan logam Zn dengan peratus lempung bagi semua sampel. 166
- 4.73 Kelimpahan logam berat bagi unsur Cr, Cu, Pb dan Zn pada setiap lokaliti persampelan. 168



SENARAI FOTO

No. Foto		Muka surat
2.1	Jalanraya berturap yang terdapat di sekitar kawasan kajian (U 04° 22.949'; T 118° 09.472').	21
2.2	Jalan tak berturap yang terdapat di sekitar kawasan kajian (U 04° 22.935'; T 118° 09.561').	22
2.3	Jambatan yang menghubungkan jalan berturap (U 04° 22.823'; T 118° 06.346').	22
2.4	Jalan tidak berturap di sekitar kawasan ladang kelapa sawit (U 04° 21.491'; T 118° 2.532').	23
2.5	Hulu Sungai Balung (U 04° 26.499'; T 118° 02.538').	29
2.6	Hilir Sungai Balung (U 04° 22.689'; T 118° 06.378').	29
2.7	Anak sungai yang mengalir dalam ladang kelepa sawit (U 04° 26.146'; T 118° 06.378').	30
2.8	Susunan ketul-ketul batu di Sungai Kawa bagi pengairan ladang (U 04° 23.281'; T 118° 02.820').	30
2.9	Sungai Kawa (U 04° 23.087'; T 118° 02.732').	31
2.10	Luluhawa sferoid ke atas andesit membentuk tanah vulkanik coklat (Bukit Kawa: BK).(U 4° 23.088'; T 118° 4.889')	35
2.11	Luluhawa sferoid pada batuan andesit menyebabkan teras batu terkeluar (Bukit Kawa: BK). (U 04° 23.100'; T 118° 04.897')	35
2.12	Aliran air permukaan pada batuan membentuk alur (Hilir Sungai Balung) (U 04° 22.692'; T 118° 06.369').	36
2.13	Aliran air permukaan pada batuan membentuk alur dan menyebabkan teras batuan terkeluar (Ladang Sungai Kawa: L) (U 04° 23.257'; T 118° 04.680')	36
2.14	Struktur tafoni pada batuan (Sungai Balung) (U 04° 26.478'; T 118° 02.544')	37

2.15	Luluhawa pada batuan basalt menghasilkan tanah yang berwarna merah (Pang Burong: PB). (U 04° 23.155'; T 118° 09.249)	39
2.16	Terikan pada bongkah batuan (Apas Balung: AB) (U 04° 22.918'; T 118° 08.865')	39
2.17	Tanah yang terbentuk akibat luluhawa kimia (Apas Balung: AB). (U 04° 22.918'; T 118° 08.865')	40
2.18	Air yang meresap masuk ke dalam batuan menyebabkan isipadu batuan bertambah (Apas Balung: AB). (U 04° 22.918'; T 118° 08.865')	40
2.19	Hasil luluhawa batuan vulkanik membentuk tanah yang berbutiran halus (Pang Burong:PB). (U 04° 22.915'; T 118° 08.867')	41
2.20	Perubahan warna batuan tuff pada Formasi Balung (Sungai Balung). (U 04° 26.499'; T 118° 03.358')	41
2.21	Luluhawa menghasilkan tanah berwarna kelabu (Sungai Balung). (U 04° 26.492'; T 118° 03.398')	42
2.22	Pengoksidaan menghasilkan besi oksida pada permukaan batuan (Sungai Balung). (U 04° 26.486'; T 118° 03.395')	42
2.23	Kehadiran retakan pada permukaan batuan meningkatkan kadar luluhawa (Sungai Balung). (U 04° 26.486'; T 118° 03.395')	43
2.24	Kehadiran lumut dan alga pada permukaan batuan (Ladang Sungai Balung).	44
2.25	Tindakan alga pada permukaan tumbuhan merendahkan kekuatan tarikan antara butiran batuan (Ladang Sungai Balung).	45
2.26	Pergerakan masuk akar tumbuhan pada batuan menghasilkan retakan pada batuan (Sungai Balung).	45
2.27	Tumbuhan menjalar menggalakkan proses luluhawa fizikal pada batuan dengan menolak pebel batuan keluar dari tanah (Sungai Balung).	46
2.28	Pebel-pebel yang terbentuk di tebing Sungai Balung. (U 04° 26.486'; T 118° 03.395')	47
2.29	Aliran air sungai yang deras. (U 04° 26.496'; T 118° 03.396')	48
2.30	Batuan bersaiz gravel yang terendap di tepi sungai. (U 04° 26.486'; T 118° 03.395')	48

- 2.31 Pebel-pebel yang diendapkan di hilir Sungai Balung. (U 04° 22.689'; T 118° 06.378'). 49
- 2.32 Aliran Sungai Balung yang deras boleh mengakibatkan hakisan pada tebing sungai. (U 04° 26.499'; T 118° 02.538'). 49
- 2.33 Singkapan profil tanah yang telah mengalami jatuhan batuan. (U 04° 23.127'; T 118° 04.902') 50
- 2.34 Mendapan batuan yang jatuh. (U 04° 23.127'; T 118° 04.902') 51
- 2.35 Saiz batuan yang jatuh adalah antara 2 cm hingga 20 cm. (U 04° 23.127'; T 118° 04.902'). 51
- 3.1 Kolum-kolum andesit yang terdapat di Sungai Balung (U 04° 23.082'; T 118° 6.184'). 66



RUJUKAN

- Ajon Winnie, 1985. *Geologi Kawasan Tawau Utara, Semenanjung Semporna, Sabah, Malaysia*. Universiti Kebangsaan Malaysia. (tidak diterbitkan).
- David Lee T.C., 1983. Introduction of Sabah. *Ann. Rept. Geol. Survey of Malaysia*, Ministry of Primary Industries, 112-120.
- Tjia, H. D., 1987. *Geomorfologi*, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Hamilton, W., 1979. Tectonic of the Indonesian Region. *US. Geol. Survey Proffesional Paper*, 345 ms.
- Hutchison, C. S., 1988. Stratigraphic –Tectonic model for eastern Borneo. *Geol. Society Malaysia Bulletin* **22**.
- Jeffery, P.G., 1975. *Chemical Methods at Rock Analysis*, Volume 36. 2nd Ed., Biddlers Ltd, Great Britain.
- Kirk. H. J. C., 1962. The Igneous Rock of Sarawak and Sabah. *Geol. Survey of Malaysian Bulletin* **5**. Kuching, Sarawak : Government Printing Office.
- Leong, K.M., 1974. The Geology and Mineral Resources of the Upper Segama and Darvel Bay Area, Sabah, Malaysia. *Geol. Survey Malaysia Mem.* **4**.
- Lim, P.S., 1998. *Wullersdorf Area, Sabah, Malaysia*. Kuching, Sarawak : Government Printing Office.
- Lim, P.S., 1978. Geochemical Prospecting In The Wullersdorf Area, Sabah. *Geol. Survey of Malaysia*, 297 ms.



- Lim, P.S., 1976. Preliminary Notes On The Balung Formation, Wullerdorf Area, Sabah. *Geol. Survey Of Malaysia*, 213 ms.
- Paton, T.R., 1959. A Geological Reconnaissance of the Semporna Peninsula. *Brit. Borneo Geol. Survey Ann. Rept for 1958*, 206-224 ms.
- Wan Fuad Wan Hassan dan Alias Haji Salleh (ptjr.), 1989. *Prinsip-prinsip Geokimia*, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Wan Fuad Wan Hassan dan Tan Teong Hing (ptjr.), 1997. *Geokimia Dalam Penjelajahan Mineral, Bahagian 1*, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Wong, N.P.Y., 1972. Geochemical Prospecting in the Semporna Peninsula. *Malaysia Geol. Survey Ann. Rept for 1971*, 154-159 ms.

