

157704
4000009065

HADIAH



**SEDIMENTOLOGI, GEOKIMIA DAN NILAI
EKONOMI AHLI BATU KAPUR SIPIT, FORMASI
KALUMPANG DI SEMENANJUNG SEMPORNA,
SABAH**

CYPRIAN MARSILLIUS TIWOL

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2006**

PERPUSTAKAAN UMS



1400009065



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS @

JUDUL : SEDIMENTOLOGI, GEOKIMIA DAN NILAI EKONOMI AHLI BATU KAPUR SIPIT, FORMASI KALUMPANG DI SEMENANJUNG SEMPORNA, SABAH.

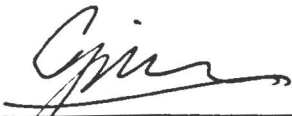
IJAZAH : SARJANA SAINS (GEOLOGI)

SESI PENGAJIAN : 1999 – 2005

Saya, **CYPRIAN MARSILLIUS TIWOL** mengaku membenarkan tesis Sarjana 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. TIDAK TERHAD.

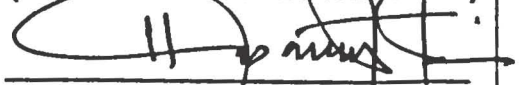
Disahkan oleh;



(Penulis : CYPRIAN MARSILLIUS TIWOL)
Alamat Tetap:
Peti Surat 741,
89507 Penampang,
Sabah.

Tarikh : 26 Jun, 2006

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)



(PROF. DR. SANUDIN HJ TAHIR)

Tarikh : 3 / 7 / 06

CATATAN : @ 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).



PENGHARGAAN

Penulis terlebih dahulu bersyukur kepada Tuhan yang Maha Kuasa kerana atas limpah dan kurnianya penulis dapat menyiapkan tesis ini. Sesungguhnya segala cabaran dan dugaan yang telah ditempuhi semasa penyelidikan dan penulisan ini dapat diharungi kerana kepercayaan dan keimananMu terhadapMu yang Maha Esa.

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada insan yang penuh bermakna iaitu ayahanda Marsillius Tiwol, bonda Bernadette Jessy Gabriel, Clint Tiwol dan Regina Abad yang telah memberi inspirasi, semangat, dan dorongan yang sangat bererti kepada saya untuk meneruskan perjuangan sehingga ke tahap ini.

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Prof. Dr. Sanudin Hj. Tahir selaku penyelia yang telah banyak memberi kerjasama, bimbingan, tunjukajar, idea dan komen yang sangat bernilai dari awal hingga tamat penyelidikan ini. Bimbingan dan kerjasama yang telah diberikan sangat disanjung dan dihargai. Penulis juga merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Prof. Madya Dr. Shariff A. Kadir S. Omang selaku Penyelia Bersama penyelidikan ini yang juga telah banyak memberi sokongan, bimbingan dan komen yang membina.

Penulis juga ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan mengucapkan jutaan terima kasih kepada Prof. Madya Dr. Felix Tongkul yang telah banyak memberi bantuan, nasihat serta memberi idea dan komen yang membina dalam proses menyiapkan penyelidikan ini. Tidak lupa juga kepada semua individu di bahagian kenderaan Unit Pembangunan, UMS (En. Farid, En. Salim dan En. Victor) dan pembantu-pembantu makmal Program Geologi, Sekolah Sains dan Teknologi, UMS (En. Mohd Yussof, En. Jalaludin dan En. Rahman) yang telah banyak memberi bantuan semasa kerjalapangan dan kajian makmal.

Penulis seterusnya mengucapkan ribuan terima kasih kepada Dekan, Pusat Pengajian Pasca Siswazah (PPPS), Prof. Dr. Shukery Mohamed dan semua kakitangan PPPS kerana sangat memahami dan memberi kerjasama sepanjang penyelidikan ini. Akhir sekali penulis mengucapkan ribuan terima kasih kepada individu yang terlibat baik secara langsung ataupun secara tidak langsung dalam menjayakan penyelidikan ini.

Cyprian Marsillius Tiwol



ABSTRAK

SEDIMENTOLOGI, GEOKIMIA DAN NILAI EKONOMI AHLI BATU KAPUR SIPIT, FORMASI KALUMPANG DI SEMENANJUNG SEMPORNA, SABAH

Kawasan kajian terletak di Daerah Semporna iaitu di bahagian tenggara negeri Sabah yang meliputi kawasan seluas 81km². Kawasan kajian pada amnya terdiri daripada Formasi Kalumpang dan Endapan Kuaterner. Formasi Kalumpang merupakan batuan sedimen tebal yang berasosiasi dengan batuan vulkanik yang terlipat dan tersesar hebat. Usia Formasi ini berjulat dari Miosen Awal hingga Miosen Tengah. Formasi Kalumpang di kawasan kajian boleh dibahagikan kepada tiga unit batuan iaitu Unit Batuan Klastik, Unit Batuan Vulkanik dan Ahli Batu Kapur sipit. Unit Batuan Klastik ditemui di bahagian barat Bukit Brai. Unit Batuan Vulkanik pula tersingkap di Bukit Brai, bahagian tengah dan timur kawasan kajian terdiri daripada batuan breksia vulkanik, dasit, andesit, aglomerat dan tuf. Ahli Batu Kapur Sipit membentuk empat buah bukit batu kapur masif berasingan yang terbentuk dengan baik dengan ketinggian 60-150 meter dan tersusun secara selari menghala ke timur laut. Ahli Batu Kapur Sipit berwarna kelabu cerah hingga kuning gelap dan kebanyakannya adalah padat. Ahli Batu Kapur Sipit kawasan kajian dianggarkan berketebalan 120 meter. Ianya boleh dibahagikan kepada empat fasies iaitu Fasies Batu Wak (Biomikrit), Fasies Batu Padat (Biomiksparit), Fasies Batu Butir (Biosparit) dan Fasies Batu Ikat (Terumbu). Fasies Batu Wak merupakan batuan yang disokong lumpur tetapi butirannya lebih banyak berbanding batu lumpur, iaitu melebihi 10% butiran disokong oleh lumpur dan ianya diendapkan di sekitaran lagun. Fasies Batu Padat merupakan batuan karbonat bersaiz pasir yang disokong butiran, tetapi komponen lumpurnya masih agak banyak iaitu melebihi 5% dan ianya diendapkan di bahagian hadapan terumbu. Fasies Batu Butir ialah pasir sokongan butiran tanpa matriks mikrit di mana kandungan lumpurnya adalah kurang daripada 5% dan ianya diendapkan di bahagian belakang terumbu. Fasies Batu Ikat adalah kelompok batu kapur tersendiri yang merupakan tinggalan organisma pembentuk terumbu terekat antara satu sama lain secara setempat dan ianya diendapkan di bahagian puncak terumbu. Sekitaran pengendapan Ahli Batu Kapur Sipit ditafsirkan sebagai kawasan terumbu. Ahli Batu Kapur Sipit adalah berusia Awal Miosen Tengah hingga Akhir Miosen Tengah hasil daripada jumpaan fosil penunjuk foraminifera genus *Orbulina universa* dan *Globorotalia fohsi*. Komposisi CaO yang tinggi iaitu 54.45% dan MgO 0.42% menunjukkan Ahli Batu Kapur Sipit adalah batu kapur yang berketulenan tinggi dan bukannya dolomit. Purata dalam peratus komposisi lain yang membentuk Ahli Batu Kapur Sipit ialah SiO₂ sebanyak 0.63%, TiO₂ 0.04%, Al₂O₃ 0.34%, Fe₂O₃ 0.20%, MnO 0.02%, Na₂O 0.09%, K₂O 0.06%, P₂O₅ 0.02 dan L.O.I. sebanyak 43.33%. Batu Kapur Sipit berpotensi untuk dijadikan agregat, batu dimensi, simen, kegunaan sebagai agregat minor, bahan binaan dan sebagai penapis dalam pembuatan gula. Isipadu Ahli Batu Kapur Sipit dianggarkan sebanyak 149 juta tan.

ABSTRACT

SEDIMENTOLOGY, GEOCHEMISTRY AND ECONOMIC VALUE OF SIPIT LIMESTONE MEMBER, KALUMPANG FORMATION OF THE SEMPORNA PENINSULA, SABAH.

The study area is situated in the District of Semporna, on the southeast of Sabah occupying an area of 81 km². Generally, the study area comprises of Kalumpang Formation and Quaternary deposits. Kalumpang Formation is a thick sedimentary rocks associated with volcanic rocks that has been strongly folded and faulted. The age of the Kalumpang Formation ranges from Early Miocene to Middle Miocene. Kalumpang Formation in the study area comprises of three rock units, namely Clastic Rock Unit, Volcanic Rock Unit and the Sipit Limestone Member. Clastic Rock Unit can be found on the west of Bukit Brai. Volcanic Rock Unit is exposed at Bukit Brai; and on the central and eastern part of the study area comprises of volcanic breccia, dacite, andesite, agglomerate and tuff. The Sipit Limestone Member forms four separate massive hills between 60 to 150 meters high and are aligned in a northeast direction. The limestone ranges in colour from light grey to buff and is mostly dense. Sipit Limestone Member is estimated to be 120 meters thick. It can be divided into four different facies that is Wackestone Facies (Biomicrite), Packstone Facies (Biomicsparite), Grainstone Facies (Biosparite) and Boundstone Facies (Reef). Wackestone Facies is a limestone that is supported by mud but the grains are still in a higher volume than the mud which has more than 10% grain and are deposited in lagoon environment. Packstone Facies is grain supported but its mud is still more than 5% and are deposited in the front reef environment. Grainstone Facies is grain supported with the matrix is less than 5% and are deposited in the back reef environment. Boundstone Facies is of a type of organic binding during deposition and the binder are calcium carbonate; and are deposited in the main reef environment. The depositional environment of Sipit Limestone Member is interpreted as reef environment. It is estimated to be Early Middle Miocene to Late Middle Miocene from the finding of foraminifera fossils; *Orbulina universa* and *Globorotalia foehsi*. High composition of CaO 55.45% and low MgO 0.42% shows that Sipit Limestone Member is a commercially high grade limestone and are not classified as dolomite. The percentage of the other composition that makes Sipit Limestone Member are SiO₂ with 0.63%, TiO₂ 0.04%, Al₂O₃ 0.34%, Fe₂O₃ 0.20%, MnO 0.02%, Na₂O 0.09%, K₂O 0.06%, P₂O₅ 0.02 and L.O.I. with 43.33%. Sipit Limestone Member is very potential industrial rock and can be used as road stone (aggregate), dimension stone, cement, minor aggregate, construction materials and in the sugar industry as a sieve. The volume of the Sipit Limestone Member is estimated to be 149 million tons.



KANDUNGAN

	<i>Halaman</i>
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI JADUAL	xx
SENARAI LAMPIRAN	xxii
 BAB 1 : PENDAHULUAN	
1.1. Pengenalan	1
1.2. Latarbelakang Kawasan Kajian	1
1.2.1. Kedudukan Kawasan Kajian	1
1.2.2. Penduduk dan Aktiviti	2
1.2.3. Perhubungan	2
1.2.4. Geomorfologi	6
1.2.4.1. Topografi	9
1.2.4.2. Saliran	12
1.2.4.3. Proses Geomorfologi	15
1.2.4.4. Morfologi Pantai dan yang Mempengaruhinya	21
1.3. Struktur Projek dan Pelaksanaan	26
1.3.1. Kajian Terdahulu dan Penemuan Lepas	26
1.3.2. Kajian Terkini	27
1.4. Objektif Kajian	31

1.5.	Metodologi	31
1.5.1.	Kajian Awal	31
1.5.1.1.	Penyediaan Peta Dasar	31
1.5.1.2.	Kajian Literatur	33
1.5.1.3.	Penafsiran Fotograf Udara	33
1.5.1.4.	Penyediaan Peralatan Lapangan	35
1.5.2.	Kajian Lapangan	35
1.5.2.1.	Tinjauan Awal	35
1.5.2.2.	Kaedah Pemetaan dan Pengambilan Data Lapangan	36
1.5.2.3.	Persampelan	36
1.5.2.4.	Gambarfoto	39
1.5.3.	Kajian Lanjutan	39
1.5.3.1.	Keratan Nipis	39
1.5.3.2.	Kajian Mikrofosil	42
1.5.3.3.	Analisis Geokimia	43
1.5.3.4.	Anggaran Isipadu Batu Kapur	44
1.6.	Masalah Kajian	45
1.6.1.	Masalah Perhubungan	45
1.6.2.	Masalah Keselamatan	47
1.6.3.	Perbukitan Curam	47
1.6.4.	Binatang Berbisa	49
 BAB 2 : GEOLOGI DAN STRATIGRAFI		
2.1.	Pendahuluan	50
2.2.	Geologi Rantau	50
2.3.	Geologi dan Stratigrafi	55
2.4.	Geologi Am Kawasan Kajian	59



2.5.	Unit Batuan Klastik	59
2.5.1.	Cerapan Lapangan dan Litologi	61
2.5.2.	Petrografi Batu Pasir	61
2.5.2.1.	Komposisi Mineral	61
a.	Kuarza	63
b.	Pecahan Batuan	63
c.	Feldspar	63
d.	Matriks dan Simen	65
2.5.2.2.	Kematangan Batu Pasir	65
2.5.2.3.	Penamaan Batu Pasir	66
2.6.	Unit Batuan Vulkanik	66
2.6.1.	Breksia Vulkanik	68
2.6.1.1.	Cerapan Lapangan dan Litologi	68
2.6.1.2.	Tekstur dan Mineralogi Breksia Vulkanik	71
2.6.2.	Dasit	71
2.6.2.1.	Cerapan Lapangan dan Litologi	71
2.6.2.2.	Tekstur dan Mineralogi Dasit	73
2.6.3.	Andesit	77
2.6.3.1.	Cerapan Lapangan dan Litologi	77
2.6.3.2.	Tekstur dan Mineralogi Andesit	77
2.6.4.	Aglomerat	80
2.6.5.	Tuf	82
2.6.5.1.	Cerapan Lapangan dan Litologi	82
2.6.5.2.	Tekstur dan Mineralogi Tuf Kaca	82
2.6.5.3.	Pengelasan Tuf	85
2.7.	Ahli Batu Kapur Sipit	87
2.8.	Sekitaran Pengendapan Formasi Kalumpang	88



2.9.	Endapan Kuaterner	89
 BAB 3 : SEDIMENTOLOGI AHLI BATU KAPUR SIPIT		
3.1.	Pendahuluan	92
3.2.	Sifat Di Lapangan	93
3.3.	Keratan Penjenis (<i>Type Section</i>)	97
3.4.	Hubungan Stratigrafi	101
3.5.	Litolog	101
3.6.	Analisis Fasies	103
3.6.1.	Fasies Batu Wak (Biomikrit)	104
3.6.1.1.	Geometri	104
3.6.1.2.	Litologi dan Struktur Sedimen	108
3.6.1.3.	Petrografi	108
3.6.1.4.	Paleontologi	112
3.6.1.5.	Sekitaran Pengendapan	118
3.6.2.	Fasies Batu Padat (Biomiksparit)	118
3.6.2.1.	Geometri	119
3.6.2.2.	Litologi dan Struktur Sedimen	120
3.6.2.3.	Petrografi	120
3.6.2.4.	Paleontologi	123
3.6.2.5.	Sekitaran Pengendapan	127
3.6.3.	Fasies Batu Butir (Biosparit)	128
3.6.3.1.	Geometri	128
3.6.3.2.	Litologi dan Struktur Sedimen	129
3.6.3.3.	Petrografi	129
3.6.3.4.	Paleontologi	134
3.6.3.5.	Sekitaran Pengendapan	135



3.6.4.	Fasies Batu Ikat (Terumbu)	135
3.6.4.1.	Geometri	136
3.6.4.2.	Litologi dan Struktur Sedimen	136
3.6.4.3.	Petrografi	136
3.6.4.4.	Paleontologi	138
3.6.4.5.	Sekitaran Pengendapan	138
3.7.	Diagenesis	140
3.7.1.	Neomorfisme	140
3.7.2.	Pemadatan	141
3.7.3.	Penyimenan	141
3.7.4.	Keporosan dan Ketelapan	144
3.8.	Asosiasi Fasies	144
3.9.	Usia Ahli Batu Kapur Sipit	147
3.10.	Paleogeografi	148
 BAB 4 : GEOKIMIA		
4.1.	Pendahuluan	151
4.2.	Petrografi	152
4.3.	Komposisi Geokimia Pukal	152
4.4.	Perbincangan	157
4.4.1.	Korelasi Komposisi Kimia Ahli Batu Kapur Sipit	157
4.4.1.1.	Korelasi Komposisi kimia Fasies Batu Wak	158
4.4.1.2.	Korelasi Komposisi kimia Fasies Batu Padat	160
4.4.1.3.	Korelasi Komposisi kimia Fasies Batu Butir	160
4.4.1.4.	Korelasi Komposisi kimia Fasies Batu Ikat	163
4.4.2.	Sekitaran Pengendapan Ahli Batu Kapur Sipit	163

BAB 5 : NILAI EKONOMI BATU KAPUR SIPIT

5.1.	Pendahuluan	168
5.2.	Kegunaan Batu Kapur	168
5.3.	Nilai Ekonomi Batu Kapur	169
5.3.1.	Simpanan dan Sumber Batu Kapur Malaysia	169
5.3.2.	Status Pengeluaran	171
5.3.2.1.	Pengeluaran Tempatan	171
5.3.2.2.	Pengeluaran Dunia	172
5.3.2.3.	Impot dan Ekspot	172
5.3.3.	Tinjauan Penggunaan	172
5.4.	Potensi Ahli Batu Kapur Sipit	174
5.4.1.	Purata Kandungan Kimia Ahli Batu Kapur Sipit	174
5.4.2.	Ketulenan Ahli Batu Kapur Sipit	176
5.4.3.	Potensi Ahli Batu Kapur Sipit	176
5.4.3.1.	Agregat Batu Jalan (Road Stone)	176
5.4.3.2.	Batu Dimensi	177
5.4.3.3.	Simen	178
5.4.3.4.	Kegunaan Sebagai Agregat Minor	179
5.4.3.6.	Asas Bahan Binaan	179
5.4.3.6.	Penapis Dalam Pembuatan Gula	180
5.4.3.7.	Warisan Untuk Pelancongan dan Pendidikan	181
5.5.	Anggaran Isipadu	182

BAB 6 : PERBINCANGAN

6.1.	Pendahuluan	184
6.2.	Geologi dan Stratigrafi	184
6.3.	Struktur	186



6.4.	Sedimentologi Ahli Batu Kapur Sipit	187
6.5.	Geokimia Ahli Batu Kapur Sipit	189
6.5.1.	Komposisi Kimia Ahli Batu Kapur Sipit	190
6.5.2.	Perbandingan Data Geokimia	191
6.6.	Nilai Ekonomi Ahli Batu Kapur Sipit	193
6.6.1.	Warisan Geologi dan Perlancongan	196

BAB 7 : KESIMPULAN

7.1.	Kesimpulam	197
7.2.	Cadangan Kajian Lanjut	198

RUJUKAN

LAMPIRAN



SENARAI RAJAH	Halaman
Rajah 1.1 : Kedudukan kawasan kajian.	3
Rajah 1.2 : Burung layang-layang dengan sarang yang bewarna putih yang terdapat di Gua Batu Tengar.	4
Rajah 1.3 : Penjaga dan pemungut sarang burung di Gua Batu Tengar.	4
Rajah 1.4 : Tempat pengkebumian kuno yang dijumpai di Bukit Segarong (Lokality L8) yang dipercayai berusia lebih daripada 100 tahun.	5
Rajah 1.5 : Peta sistem perhubungan kawasan kajian.	7
Rajah 1.6 : Bot Jabatan Perikanan Semporna yang disewa untuk ke singkapan kawasan kajian.	8
Rajah 1.7 : Peta topografi kawasan kajian.	10
Rajah 1.8 : Bukit Brai (285 meter) yang merupakan topografi perbukitan redah. Diperhatikan bukit ini berbentuk kon dan mempunyai tebing yang curam. Gambar ini diambil dari Terusan Segarong menghala ke arah timur.	11
Rajah 1.9 : Topografi jenis pematang yang terdapat di bahagian tengah kawasan kajian. Juga dapat diperhatikan perbukitan yang mempunyai tebing yang bewarna putih ialah topografi jenis kars. Gambar ini diambil dari Terusan Segarong menghala ke arah timur.	11
Rajah 1.10 : Topografi kars Bukit Batu Tengar yang mempunyai tebing yang bewarna putih dan perbukitan yang curam. Gambar diambil menghala ke jeti Kampung Segarong.	13
Rajah 1.11 : Kawasan paya yang didapati pada topografi jenis daratan rendah.	13
Rajah 1.12 : Peta pola saliran kawasan kajian.	14
Rajah 1.13 : Gua batu kapur yang terdapat di kawasan kajian iaitu Gua Pababola (Bukit Buli Kapal).	17
Rajah 1.14 : Morfologi stalaktit iaitu kon yang tergantung di atas permukaan gua. Gambar diambil di dalam gua Bukit Batu Tengar.	17
Rajah 1.15 : Morfologi stalagmit iaitu longgokan karbonat yang terdapat di lantai gua. Gambar diambil di dalam gua Bukit Batu Tengar.	18
Rajah 1.16 : Langsir atau tirai batu kapur yang terbentuk hasil daripada air keluar daripada rekahan. Gambar diambil di dalam gua Bukit Batu Tengar.	18
Rajah 1.17 : Longgokan sekunder kalsit hasil daripada pergerakan air pada permukaan batu kapur dan berbentuk seperti riak. Fenomena pelarutan jenis ini dikenali sebagai lapies atau karren.	19

Rajah 1.18 :	Proses pelarutan yang bertindak ke atas batu kapur yang menyebabkan ianya berbentuk serpihan.	19
Rajah 1.19 :	Lubang yang terhasil akibat runtuh bumbung gua atau lebih dikenali sebagai lubang benam. (a) menunjukkan lubang benam yang diambil dari luar gua; dan (b) lubang benam yang dapat diperhatikan di dalam gua Bukit Batu Tengar. Juga kelihatan akar-akar tumbuhan yang menjalar ke dalam gua.	20
Rajah 1.20 :	Akar tumbuhan yang tumbuh melalui rekahan dan merupakan agen luluhawa biologi.	22
Rajah 1.21 :	Pesisir buri (backshore) iaitu terdiri daripada kawasan antara tikas air pasang hingga ke kaki tebing pantai atau ke zon tumbuhan.	23
Rajah 1.22 :	Pada permukaan batu pasir kelihatan beberapa jenis organisma yang melekat pada permukaan batuan.	23
Rajah 1.23 :	Takik aras laut (sea level notch) pada permukaan batu kapur.	25
Rajah 1.24 :	Pematang tepi laut (beachridge) adalah suatu fenomena topografi yang memanjang dan terdiri daripada bahan peroi serta terletak selari atau hampir selari dengan garis pesisir.	25
Rajah 1.25 :	Carta aliran peringkat kajian yang digunakan dalam penyelidikan ini.	32
Rajah 1.26 :	Peta kedudukan lokaliti cerapan dan persampelan bagi Ahli Batuan Klastik dan Fasies Vulkanik di kawasan kajian.	37
Rajah 1.27 :	Peta Lokaliti cerapan Ahli Batu Kapur Sipit.	38
Rajah 1.28 :	Pengasingan setiap bukit menunjukkan lokaliti sampel Ahli Batu Kapur Sipit yang dipilih untuk kajian petrografi dan geokimia.	40
Rajah 1.29 :	Keadaan sungai yang sempit dan di bahagian kiri dan kanan sungai ditumbuhi pokok bakau.	46
Rajah 1.30 :	Bot yang gunakan tersangkut pada batang pokok kayu disebabkan air sungai telah surut.	46
Rajah 1.31 :	Morfologi batu kapur di Bukit Segarong yang menunjukkan tebing curam. Kedudukan kawasan kajian.	48
Rajah 2.1 :	Taburan kerak benua Pra-Mesozoik dan elemen-elemen tektonik Asia Tenggara (<i>diubahsuai</i> dari Hutchison, 1989 dan Tan & Lamy, 1990).	51
Rajah 2.2 :	Pembukaan Lembangan Laut China Selatan, Lembangan Laut Sulu dan Lembangan Laut Celebes yang telah mempengaruhi Evolusi Tektonik di Sabah (<i>diubahsuai</i> daripada Taylor & Hayes, 1983).	53
Rajah 2.3 :	Peta geologi bahagian tenggara Sabah (<i>diubahsuai</i> daripada	54



Peta Tektonik Sabah; Tongkul, 1991).

Rajah 2.4 :	Stratigrafi batuan sediman dan volkanik kawasan kajian.	58
Rajah 2.5 :	Peta geologi kawasan kajian.	60
Rajah 2.6 :	Singkapan batu pasir yang tersingkap di bahagian barat Bukit Brai (Lokaliti BP1) menunjukkan peralapisan yang berjulat 10 cm hingga 30 cm tebal.	62
Rajah 2.7 :	Sampel batu pasir (BP1) yang berwarna coklat kekuningan.	62
Rajah 2.8 :	Komposisi batu pasir (BP1) yang terdiri daripada mineral kuarza (K), feldspar (F), pecahan batuan (PB) dan matriks (M).	64
Rajah 2.9 :	Plot QFL pada rajah pengelasan batu pasir menunjukkan batu pasir (BP1) kawasan kajian dikelaskan sebagai greiwak litik (<i>mengikut</i> Pettijohn, 1975).	67
Rajah 2.10 :	Tongkol breksia volkanik yang mempunyai garis pusat 0.5 m. Gambar diambil di lokaliti BGB1 yang berdekatan dengan Kg. Nasip di bahagian selatan kawasan kajian.	69
Rajah 2.11 :	Sampel tangan breksia volkanik (BGB1) yang berwarna kehijauan.	69
Rajah 2.12 :	Sampel tangan breksia volkanik (BGB2) yang telah terluluhawa menunjukkan warna kekuningan.	70
Rajah 2.13 :	Tekstur breksia volkanik (BGB2). Dapat diperhatikan mineral kuarza monohablur (K) yang berwarna kelabu keputihan yang terapung dalam matriks tuf (T) yang berwarna coklat kehitaman.	70
Rajah 2.14 :	Singkapan batuan dasit yang terdapat di Bukit Brai (lokaliti BD1).	72
Rajah 2.15 :	Sampel tangan dasit (BD1) yang berwarna kelabu kehijauan.	72
Rajah 2.16 :	Tekstur porfiritik yang ditunjukkan oleh batuan dasit (BD1). Didapati rekahan yang terdapat pada fenokris plagioklas (P) telah diisi oleh matriks (M); manakala bahagian yang berwarna kuning menunjukkan plagioklas tadi telah mengalami perubahan kepada klorit (C). Fenokris-fenokris lain yang dapat diperhatikan ialah kuarza (K), hipersten (H) dan augit (A).	74
Rajah 2.17 :	Pengelasan batuan igneus gunung berapi berkuarza yang diperakui oleh IUGS (<i>disesuaikan</i> daripada Streckeisen, A., 1979).	76
Rajah 2.18 :	Tongkol-tongkol andesit yang terdapat di atas permatang (anak panah) yang didapati di bahagian tengah kawasan kajian.	78
Rajah 2.19 :	Sampel tangan batuan andesit (BA1) yang berwarna gelap menunjukkan ianya telah terluluhawa dengan kuat. Akan tetapi terdapat juga fenokris yang berwarna putih dan ini ialah mineral	78



plagioklas yang tahan terhadap luluhawa.

Rajah 2.20 :	Tekstur porfiritik yang ditunjukkan oleh batuan andesit hipersten (BA1). Fenokris utama yang dapat dilihat ialah plagioklas (P) yang menunjukkan kembaran albit. Fenokris lain yang dapat diperhatikan ialah hipersten (H), kuarza (K) dan augit (A). Fenokris-fenokris tadi terapung dalam matriks plagioklas dan mineral legap yang berbentuk mikrolit.	79
Rajah 2.21 :	Bongkah aglomerat yang didapati di bahagian utara kawasan kajian berdekatan dengan Kampung Bako (lokaliti BVA1).	81
Rajah 2.22 :	Aglomerat (lokaliti BVA1) yang telah terluluhawa didapati berwarna hitam. Didapati klast-klast yang terdapat pada batuan aglomerat adalah berbentuk bulat dan ada yang sub-bulat.	81
Rajah 2.23 :	Lokaliti BVT1 yang menunjukkan singkapan tuf yang tersingkap di bahagian utara kawasan kajian yang berdekatan dengan Kampung Bako.	83
Rajah 2.24 :	Sampel tangan tuf (BVT1) yang berbutir halus dan berwarna kelabu.	83
Rajah 2.25 :	Tekstur tuf kaca (BVT1). Mineral yang berwarna kelabu keputihan ialah kuarza (K) yang terapung dalam matriks berkaca (MK). Juga kelihatan mineral feldspar (F).	84
Rajah 2.26 :	Segitiga tatanama dan pengelasan tuf (<i>mengikut</i> Pettijohn, 1975).	86
Rajah 2.27 :	Singkapan di lokaliti LC3 (berdekatan dengan Kampung Lihak) menunjukkan endapan aluvium yang terdiri daripada pebel-pebel kuarza dan kelikir yang terapung dalam matriks pasir dan lumpur.	90
Rajah 3.1 :	Kelihatan tiga buah bukit batu kapur (Bukit Segarong, Bukit Batu Tengar dan Bukit Buli Kapal) yang tersusun secara segaris menghala ke timurlaut-baratdaya dan kelihatan berbentuk kekanta. Gambar diambil dari muara Sungai Sipit menghala ke selatan kawasan kajian.	94
Rajah 3.2 :	Bukit batu kapur yang terletak di bahagian paling utara sekali iaitu Bukit Semorang yang terletak di bahagian timurlaut Bukit Brai. Gambar diambil dari lokaliti L9 menghala ke timurlaut.	94
Rajah 3.3 :	Kesan fosil jasad jenis moluska (anak panah) yang terdapat pada (Lokaliti/Sampel) (a) L7/BSG3 dan (b) L14/BBT6.	95
Rajah 3.4 :	Fosil <i>Pecten</i> sp. yang diperolehi di lokaliti L11 menunjukkan usia Eosen Awal hingga Resen; dan merupakan hidupan laut cetek.	96
Rajah 3.5 :	Cengkerang-cengkerang moluska yang dijumpai di atas permukaan tanah (atas bukit) lokaliti L8.	98



Rajah 3.6 :	Jenis-jenis cengkerang gastropoda (di atas) dan bivalvia (di bawah) yang dijumpai di lokaliti L8.	98
Rajah 3.7 :	Kedudukan keratan penjenis untuk Ahli Batu Kapur Sipit.	99
Rajah 3.8 :	Jujukan penjenis Fasies Batu Kapur di Sungai Segarong.	100
Rajah 3.9 :	Litolog setiap bukit Ahli Batu Kapur Sipit kawasan kajian.	102
Rajah 3.10 :	Pengelasan batuan karbonat berdasarkan Dunham (1962) dan Embry & Klovan (1972) (<i>dalam</i> Flugel, 1982).	105
Rajah 3.11 :	Pengelasan batuan karbonat berdasarkan Folk (1959 & 1962).	106
Rajah 3.12 :	Litologi batu kapur Fasies Batu Wak yang mempunyai peralapisan yang berketebalan 0.5 meter hingga 1.5 meter tebal. Gambar diambil di lokaliti 10.	109
Rajah 3.13 :	Sampel tangan BSG3 dari lokaliti L7 berwarna kelabu kecoklatan dan juga menunjukkan terdapatnya penjaluran mineral kalsit.	109
Rajah 3.14 :	Fasies Batu Wak - Biomikrit (sampel BSG3). Juga menunjukkan foraminifera <i>Orbulina universa</i> (OU) yang terapung dalam matriks mikrit.	110
Rajah 3.15 :	Tuf (T) yang didapati mengisi mikro rekahan yang terdapat di dalam sampel BSM2. Juga kelihatan butiran-butiran kuarza (K).	110
Rajah 3.16 :	(a) Bentuk bioklas jenis bivalvia yang berbentuk melengkung (sampel BBT3) dan (b) Cengkerang bivalvia yang dahulunya terdiri daripada aragonit yang tidak stabil telah diisi oleh mineral kalsit yang diperhatikan adalah jemih dan terdiri daripada mineral kalsit jenis sparit yang mengisi ruang cengkerang tersebut. Juga kelihatan liang antara zarah (LI) pada cengkerang ini (sampel BSG3).	113
Rajah 3.17 :	Cengkerang gastropoda yang dahulunya terdiri daripada mineral aragonit yang tidak stabil telah mengalami pengisian oleh mineral kalsit yang stabil; diperhatikan adalah jemih dan terdiri daripada mineral kalsit jenis sparit yang mengisi ruang cengkerang tersebut. (a) gastropoda yang berbentuk memanjang seperti siput dan (b) bentuk gastropoda hasil potongan yang merentas.	115
Rajah 3.18 :	Fosil foraminifera yang dikenalpasti dalam sampel Ahli Batu Kapur Sipit.	116
Rajah 3.19 :	Beberapa jenis alga yang terdapat dalam Ahli Batu Kapur Sipit. Rajah (a) dan (b) menunjukkan alga merah (<i>Lithothamnium</i> sp.) yang berbentuk bulat dan mempunyai struktur dalaman yang jelas iaitu terdapat ruang-ruang kecil yang berbentuk segi empat tepat atau heksagon. Rajah (c) dan (d) adalah alga merah yang berbentuk segmen membulat. Rajah (e) dan (f) ialah alga jenis <i>Halimeda</i> . Rajah (e) berbentuk bulat dan mempunyai	117



tompokan-tompokan membulat di bahagian struktur dalamnya. Rajah (f) berbentuk silinder dengan struktur dalaman yang jelas.

- Rajah 3.20 : Litologi batu kapur Fasies Batu Padat yang mempunyai peralapisan yang masif iaitu antara 0.5 meter hingga 10 meter tebal. Gambar (a) dan (b) diperolehi di lokaliti L8. 121
- Rajah 3.21 : Sampel tangan BSG2 dari lokaliti L6 menunjukkan warna kelabu cerah. 122
- Rajah 3.22 : Fasies Batu Padat - Biomiksparit (sampel BSM1). Kelihatan dalam rajah ialah karang (K) dan foraminifera *Globorotalia fohsi* (GF). 122
- Rajah 3.23 : Darjah keseragaman saiz butiran buruk yang terdapat dalam sampel Fasies Batu Padat (sampel BSG2). Terdapat perbezaan yang ketara antara butiran yang bersaiz halus dengan yang bersaiz kasar. Butiran lain yang dapat diperhatikan ialah bivalvia (B), foraminifera (F), alga (A), mikrit (M), sparit (S) dan *Orbulina universa* (OB). 124
- Rajah 3.24 : Butiran rijang (R) yang berbentuk bulat di dalam sampel BBT6. 124
- Rajah 3.25 : Karang berkoloni jenis *Scleractinian* yang terdapat dalam Ahli Batu Kapur Sipit. (a) potongan merentas - sampel BSG6, (b) potongan memanjang - sampel BBT4 dan (c) potongan serong - sampel BBK3. 126
- Rajah 3.26 : Litologi batu kapur Fasies Batu Butir yang mempunyai peralapisan nipis yang berketebalan 0.1 meter hingga 0.3 meter tebal. Gambar diambil di lokaliti L4. 130
- Rajah 3.27 : Sampel tangan BBT5 dari lokaliti L13 menunjukkan warna kuning gelap. 130
- Rajah 3.28 : Fasies Batu Butir - Biosparit (sampel BSM3). Juga dapat diperhatikan bioklas jenis gastropoda (G) yang terapung dalam matriks sparit. 131
- Rajah 3.29 : Sparit (S) iaitu hablur kalsit yang bersaiz lebih kasar daripada 0.004 mm dan perbezaannya dengan mikrit (M) yang bersaiz lebih halus (sampel BBT7). Turut diperhatikan ialah karang berkoloni (KA). 131
- Rajah 3.30 : Litoklas jenis kuarza (K) yang wujud sebagai mineral monohablur dan berwarna kelabu cerah yang diperhatikan dalam sampel BSM3. Turut diperhatikan ialah fosil foraminifera (F) dan alga (A). 133
- Rajah 3.31 : Lapisan batu kapur Fasies Batu Ikat yang berkeadaan berbongkah-bongkah (lensa) atau berkeadaan terluluhawa. Gambar diambil di lokaliti L20. 137
- Rajah 3.32 : Sampel yang mewakili Fasies Batu Ikat (Terumbu) yang diperolehi di lokaliti L5 (BSG1). Diperhatikan jalur-jalur atau



tompokan karang pada sampel tersebut.

Rajah 3.33 :	Sampel BSM4 menunjukkan Fasies Batu Ikat (Terumbu). Kelihatan karang yang dipotong secara serong.	139
Rajah 3.34 :	Sampel BBK2 (Fasies Batu Wak) menunjukkan proses neomorfisme di mana terdapatnya penggantian matriks mikrit (M) kepada matriks sparit (S) atau miksparit.	142
Rajah 3.35 :	Sampel BBT7 (Fasies Batu Padat) menunjukkan pepadatan dan penyesaran mikro yang berlaku ke atas foraminifera <i>Lepidocyclina</i> sp. yang menyebabkan bahagian tepinya pecah. Bahagian yang pecah tadi seterusnya telah diisi oleh simen kalsit.	142
Rajah 3.36 :	Sampel BBT5 (Fasies Batu Butir) menunjukkan terdapat dua generasi simen yang dapat diperhatikan pada sempadan bioklas jenis alga. Generasi pertama (G1) dibentuk oleh mineral kalsit yang halus berbentuk rim manakala generasi simen yang kedua (G2) pula menunjukkan kalsit sparit dengan iranya yang jelas kelihatan.	143
Rajah 3.37 :	Jujukan menegak hasil daripada korelasi litolog yang telah diukur di setiap bukit Ahli Batu Kapur Sipit.	146
Rajah 3.38 :	Model sekitaran terumbu yang mewakili sekitaran pengendapan Ahli Batu Kapur Sipit (<i>berdasarkan Frost et al., 1983</i>).	150
Rajah 4.1 :	Graf korelasi kandungan kimia bagi Fasies Batu Wak.	159
Rajah 4.2 :	Graf korelasi kandungan kimia bagi Fasies Batu Padat.	161
Rajah 4.3 :	Graf korelasi kandungan kimia bagi Fasies Batu Butir.	162
Rajah 4.4 :	Graf korelasi kandungan kimia bagi Fasies Batu Ikat.	164
Rajah 4.5 :	Graf CaO / TiO ₂ melawan TiO ₂ .	166
Rajah 5.1 :	Proses dan kegunaan major bagi batu kapur (Harrison, 1993).	170



SENARAI JADUAL	Halaman
Jadual 1.1 : Fosil foraminifera yang ditemui dalam Ahli Batu Kapur Sipit (Kirk, 962).	28
Jadual 1.2 : Data analisis geokimia bagi Ahli Batu Kapur Sipit (Kirk, 962).	29
Jadual 1.3 : Senarai jalur penerbangan yang meliputi kawasan kajian bagi fotograf udara bagi Projek Perhutanan, Jabatan Tanah dan Ukur Kota Kinabalu, tahun 1994.	34
Jadual 1.4 : Jadual kerjalapangan yang telah dijalankan.	34
Jadual 1.5 : Kaedah kajian makmal.	41
Jadual 2.1 : Komposisi mineral dalam peratus (%) bagi batu pasir Formasi kalumpang (Sampel BP1).	63
Jadual 2.2 : Kiraan semula peratusan kuarza, feldspar dan pecahan batuan untuk sampel BP1.	66
Jadual 2.3 : Komposisi mineral dalam peratus (%) bagi batuan dasit (Sampel BD1).	75
Jadual 2.4 : Komposisi mineral dalam peratus (%) bagi batuan andesit (Sampel BA1).	75
Jadual 2.5 : Komposisi sampel tuf (sampel BVT1) di kawasan kajian.	87
Jadual 3.1 : Jumlah dan lokaliti sampel batu kapur bagi setiap bukit yang telah dijalankan analisis petrografi.	107
Jadual 3.2 : Pembahagian fasies bagi Ahli Batu Kapur Sipit daripada 26 sampel keratan nipis.	107
Jadual 4.1 : Ringkasan sifat-sifat setiap fasies yang membentuk Ahli Batu Kapur Sipit.	153
Jadual 4.2 : Keputusan komposisi kimia Ahli Batu Kapur Sipit mengikut fasies.	154
Jadual 5.1 : Data pengeluaran tempatan bagi kegunaan-kegunaan tertentu (JPK, 1985).	173
Jadual 5.2 : Data penggunaan kapur dan dolomit yang dibakar dengan cepat dan terhidrat (JPK, 1985).	173
Jadual 5.3 : Statistik impot dan eksport bagi pengeluaran batu kapur untuk Semenanjung Malaysia (JPK, 1985).	173
Jadual 5.4 : Data impot dan eksport bagi pengeluaran kapur (lime) negara (JPK, 1985).	173
Jadual 5.5 : Purata kesuluruhan kandungan kimia Ahli Batu Kapur Sipit.	175



Jadual 5.6 :	Pengelasan ketulenan batu kapur berdasarkan kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) dalam Harrison, 1993.	175
Jadual 5.7 :	Ketulenan setiap fasies dalam Ahli Batu Kapur Sipit.	176
Jadual 5.8 :	Parameter yang diperlukan untuk membuat simen 'Portland' dan simen khusus; dan bandingannya dengan kandungan kimia Ahli Batu Kapur Sipit.	179
Jadual 5.9 :	Parameter yang diperlukan untuk menjadi penapis dalam industri gula dan perbandingannya dengan peratus oksida Ahli Batu Kapur Sipit.	181
Jadual 5.10 :	Anggaran isipadu setiap bukit batu kapur Ahli Sipit dengan menggunakan nilai meter padu (m^3) dan dalam tan.	183
Jadual 6.1 :	Data komposisi kimia bagi batu kapur yang berhampiran dengan kawasan kajian.	192
Jadual 6.2 :	Parameter yang diperlukan untuk membuat simen 'Portland' dan bandingannya dengan kandungan kimia empat fasies dalam Ahli Batu Kapur Sipit. Purata kesuluruhan kandungan kimia Ahli Batu Kapur Sipit.	195
Jadual 6.3 :	Parameter yang diperlukan untuk menjadi penapis dalam industri gula dan bandingannya dengan kandungan kimia empat fasies dalam Ahli Batu Kapur Sipit.	195



SENARAI LAMPIRAN

- LAMPIRAN A : Kaedah membuat keratan nipis batuan.
- LAMPIRAN B : Carta isipadu piawai.
- LAMPIRAN C : Kaedah penyediaan sampel.
- LAMPIRAN D : Ralat relatif penentuan unsur major berdasarkan pengukuran pada bahan rujukan teraku (CRM).
- LAMPIRAN E : Penyediaan keping kaca terlakur.
- LAMPIRAN F : Kaedah menentukan L.O.I.
- LAMPIRAN G : Foraminifera dari batuan berkapur dan syal Formasi Kalumpang (Lim, 1981).
- LAMPIRAN H : Hasil cerapan petrografi bagi sampel Ahli Batu Kapur Sipit.
- LAMPIRAN I : Data graf untuk menentukan sekitaran pengendapan berdasarkan data geokimia.
- LAMPIRAN J : Cara pembuatan simen (Simen Portland).
- LAMPIRAN K : Anggaran isipadu Batu Kapur Sipit.



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Pengenalan

Tujuan kajian ini adalah untuk memetakan Ahli Batu Kapur Sipit yang merupakan salah satu ahli dalam Formasi Kalumpang, yang terdapat di Daerah Semporna, Sabah. Kajian yang terlibat dilakukan adalah kajian sedimentologi, geokimia dan penentuan nilai ekonomi Ahli Batu Kapur Sipit. Kajian ini adalah perlu memandangkan maklumat geologi yang sedia ada adalah sangat sedikit kerana belum ada kajian terperinci dilakukan di kawasan ini. Tafsiran dan maklumat geologi yang sedia ada perlulah dikaji, ditapis dan ditulis semula dengan menggunakan data terkini yang lebih terperinci dan mengikut pandangan terbaru.

1.2. Latarbelakang Kawasan Kajian

Topik yang akan dibincangkan di dalam bahagian ini adalah kedudukan kawasan kajian, penduduk dan aktiviti, perhubungan dan geomorfologi kawasan kajian.

1.2.1. Kedudukan Kawasan Kajian

Kawasan kajian merupakan kawasan hutan simpan yang dikenali sebagai Hutan Simpan Segarong. Ianya terletak di bahagian tenggara negeri Sabah di dalam Daerah Semporna. Ia diliputi oleh peta topografi Pulau Timbun Mata syit 4/118/6 berskala 1:50,000 dan disempadani oleh garis lintang $04^{\circ} 32' 30''$ U hingga $04^{\circ} 36' 20''$ U dan garis bujur $118^{\circ} 22' 85''$ T hingga $118^{\circ} 27' 75''$ T. Keluasan kawasan kajian adalah 81 km persegi. Kedudukan kawasan kajian di bahagian tenggara

Newfoundland: Geological Association of Canada, St. Johns, Newfoundland: 323-348.

Johnson, D.W. 1919. *Shore Processes and Shoreline Development*. New York: John Wiley and Sons.

Jonathan, J.N. 1998. *The Sedimentary Evolution of The Tertiary of Eastern Sabah, Northern Borneo*. Tesis Ijazah Sarjana Sains Universiti London. (Tidak diterbitkan).

Kirk, H.J.C. 1962. *The Geology and Mineral Resources of The Semporna Peninsula, North Borneo*. Geological Survey Department British Territories in Borneo. Memoir 14: 12-13, 34, 57-71, 154.

Kirk, H.J.C. 1968. The igneous of Sarawak and Sabah. *Geol. Surv. Malaysia Bull.* 5.

Leong, K.M. 1974. *The Geology and Mineral Resources of The Upper Segama Valley and Darvel Bay Area, Sabah*. Geol. Surv. Malaysia. Memoir 4.

Lim, P.S. 1981. Wullersdorf area, Sabah, Malaysia. *Geol. Surv. of Malaysia*. Report 15.

Longman, M.W. 1981. Carbonate Diagenetic Textures from Nearshore Diagenetic Environment. *Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull.* 64/4: 461-487.

Miller V.C. & Miller C.F. 1961. *Photogeology*. McGraw-Hill Book Co.: 90-100.

Pearce, J.A. & Cann, J.R. 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis. *Earth and Planetary Science Letters*. 19:290-299.

Pettijohn, F.S. 1975. *Sedimentary Rocks* (3rd edition). New York: Harper & Row.

Rangin, C., Bellon, H., Bernard, F., Letouzey, J., Muller, C. & Sanudin, T. 1990. Neogene arc-continent collision in Sabah, Northern Borneo (Malaysia). *Tectonophysics* 183: 305-319.

Ross, C.A. 1979. The Ecology of large, shallow-water, tropical foraminifera. In: *Foraminifera Ecology and Paleoecology*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Houston. 6: 54-61.

Sanudin, H.T. 1993. Middle miocene volcanic facies, Dent Peninsula, Sabah. *Penerbitan Tak Berkala*, No. 3. Fakulti Sains dan Sumber Alam, UKM Kampus Sabah.

Schafer, K. 1969. Vergleichs-Schaubilder zur Bestimmung des Allochemgehalts Bioklastischer Karbonatgesteine. *N. Jb. Geol. Palaont. Mh.* 1969/3: 173-184.

Scoffin, T.P. 1987. *Carbonate Sediments and Rocks*. Glasgow: Blackie.

Sedman, J.H.F. & Barlow, S. 1989. The Durability of The Bath Building Stone. *Proc. Ex. Ind. Conf.* University of Birmingham.

Selley, R.C. 1976. *An Introduction to Sedimentology*. London: Academic Press.



- Selley, R.C. 1988. *Applied Sedimentology*. London: Academic Press.
- Shepard, F.P. 1937. Revised Classification of Marine Shoreline. *Journal of Geology*, Jil. 45: 602-624.
- Streckeisen, A. 1979. Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks: recommendations and suggestion of the IUGS Subcommittee on the Systematic of Igneous Rocks. *Geology*, 7: 331-335.
- Tan, D.N.K. & Lamy, J.M. 1990. Tectonic evolution of the NW Sabah continental margin since the late Eocene. *Geol. Soc. Malaysia Bull.* 22: 237-251.
- Taylor, B. & Hayes, D.E. 1983. Origin and history of the South China Basin. In: Tectonic and Geologic Evolution of Southeast Asia Seas and Islands, Part 2. *American Geophysical Union Geophysical Monograph* 27: 23-56.
- Teh, T.S. 1976. Evolution of the Older Permatang Series of Kelantan. *Geographica*. Jil. 11: 20-29.
- Teh, T.S. 1979. Sea Level Changes and Permatang Formation on The East Cost of Peninsular Malaysia. *UNESCO Workshop on Coastal Geomorphology, Singapore-Malaysia*.
- Thornbury, W.D. 1969. *Principles of geomorphology* (2nd edition). New York. John Wiley : 594.
- Tjia, H.D. 1987. *Geomorfologi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Tongkul, F. 1991. Tectonic evolution of Sabah, Malaysia. Dalam: Nichols, G. & Hall, R. (eds.) Proceedings of the Orogenesis in Action Conference London 1990. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 6: 395-405.
- Tucker, M.E. 1986. *Sedimentary Petrology An Introduction : Geoscience Texts Volume 3*. London: Blackwell Scientific Publication: 1-76, 96-157.
- Walker, C. & Ward, D. 1992. *Fossils Eyewitness Handbooks: The visual guide to over 500 fossil genera from around the world*. London: Dorling Kindersley Ltd.
- Whitmore, T.C. 1987. *Biogeographical Evolution of the Malay Archipelago*. Oxford: Clarendon Press.
- Wilford, G.E. 1964. *The Geology of Sarawak and Sabah Caves*. Geological Survey Borneo Region Malaysia. Brunei: Brunei Press Limited. : 36-37, 137, 169-171.
- Wright, V.P. & Burchette, T.P. 1996. Shallow-water carbonate environments. In: *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy* (ed. H.G. Reading). Oxford: Blackwell Science. : 325-394.
- Zemitz E.R. 1932. Drainage patterns and their significance. *Journal of Geology*, 40: 498-521.



PENGAKUAN

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

CYPRIAN MARSILLIUS TIWOL
PS99-001-090
JUN 2006

