

Batu kapur Formasi Chuping dan batu kapur Monsal Dale: Petrografi dan geokimia unsur major dua sumber karbonat bagi simen Portland

AZIMAH HUSSIN DAN MOHAMMAD MD TAN

Program Geologi, Fakulti Sains dan Teknologi,
Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor

Abstrak: Batu kapur Formasi Chuping dan batu kapur Monsal Dale merupakan dua sumber karbonat untuk pembuatan simen Portland. Petrografi kedua-dua batuan dibezakan oleh jenis litofasiesnya. Batu kapur Formasi Chuping di kuari CIMA terdiri dari tiga fasies iaitu biomikrit, biopelmikrit dan biosparit. Sementara fasies batu kapur Monsal Dale yang dikenalpasti ialah biomikrit dan biomiksparit. Geokimia bagi kedua sumber komersil ini dikawal terutamanya oleh komponen karbonat.

Abstract: Chuping Formation limestone and Monsal Dale limestone are two carbonate resources for the manufacture of Portland cement. The petrography of both rocks is differentiated by their lithofacies. The Chuping Formation limestone at CIMA Quarry consists of three facies of biomicrite, biopelmicrite and biosparite. Whereas biomicrite and biomicsparite are two identified facies of Monsal Dale limestone. The geochemistry of these two commercial resources are controlled primarily by the carbonate components.

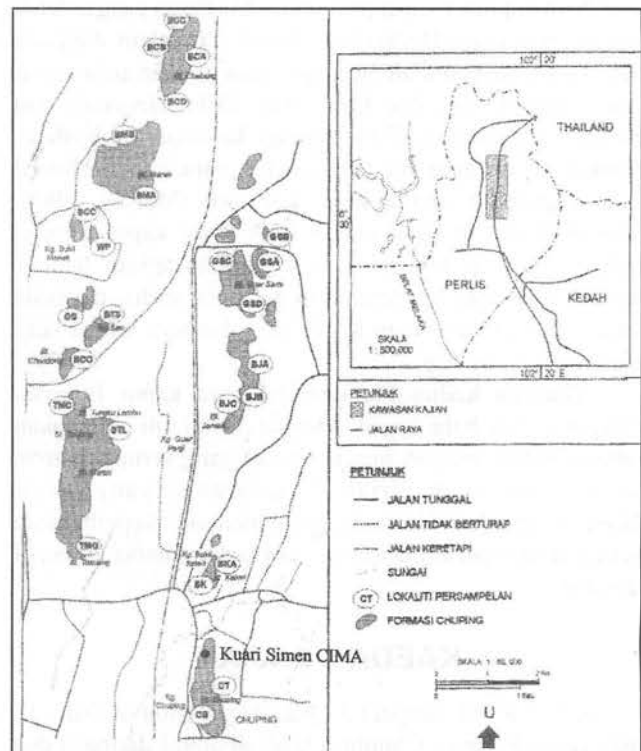
PENGENALAN

Batu kapur merupakan salah satu sumber geologi unik yang biasanya digunakan sebagai bahan mentah utama pembuatan simen Portland. Selain daripada komponen karbonat, simen Portland juga turut mengandungi komponen Si dan Al daripada bahan argilit seperti syal atau lempung serta sedikit oksida besi dan gipsum. Interaksi antara komponen Ca-Si-Al-Fe semasa pengklinkeran adalah rencam dan ia dipengaruhi terutamanya oleh tabii bahan mentah (Portland Cement Association, 1980). Batu kapur Formasi Chuping, Perlis dan batu kapur Monsal Dale, Hope di England merupakan dua sumber karbonat yang digunakan untuk pembuatan simen Portland.

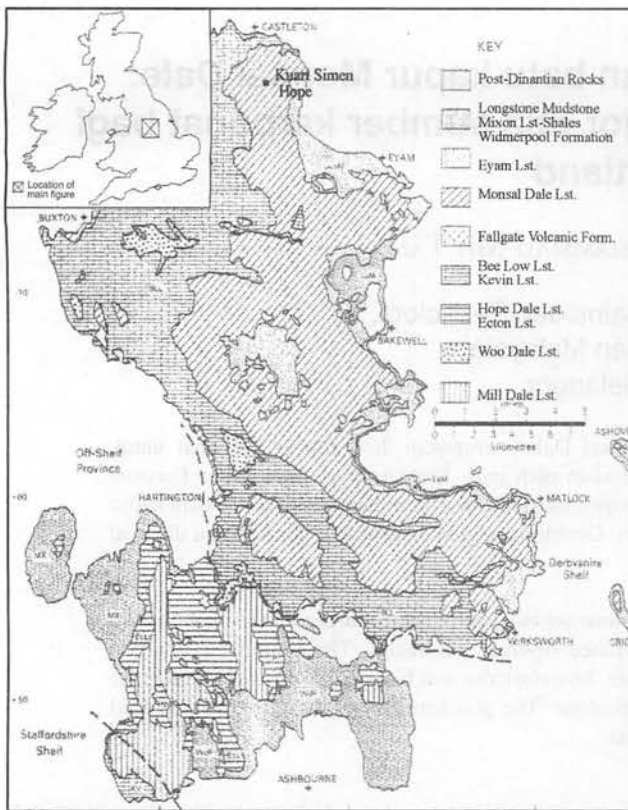
Batu kapur Formasi Chuping, Perlis merupakan sumber mentah mineral industri utama untuk negeri Perlis. Batu kapur ini digunakan sebagai bahan mentah bagi pembuatan simen Portland dan Masonry oleh CIMA Bhd sejak operasi awalnya di sekitar tahun 70-an. Jujukan batu kapur ini tersingkap sebagai jaluran perbukitan selari berarah utara-selatan Rajah 1. Penggunaan nama Batu Kapur Chuping ini telah bermula lebih 30 tahun dahulu, bila mana Jones (1962) merujuk kepada unit batu kapur yang membentuk rangkaian perbukitan dari Kodiang hinggalah ke Perlis. Bagaimanapun penemuan konodon berusia Trias pada batu kapur di bahagian Kodiang oleh Ishii dan Nogami (1966) telah membuatkan Jones *et al.* (1966) mengubah pendapat awalnya dengan membezakan unit batu kapur di bahagian selatan rangkaian tersebut sebagai Batu Kapur Kodiang. Fontaine *et al.* (1988, 1993) telah merumuskan kajiannya bahawa unit Batu Kapur Chuping juga terdiri daripada batu kapur berusia Trias. Siri perbukitan sebelah

timur yang ditafsirkan berusia Trias terdiri daripada Bukit Chuping, Bukit Keteri, Bukit Jerneh dan Bukit Guar Sami. Operasi simen komersil CIMA Bhd terletak di salah satu bukit ini, iaitu Bukit Chuping.

Batu kapur Monsal Dale di Hope, England pula merupakan salah satu daripada jujukan batu kapur



Rajah 1. Batu kapur Formasi Chuping, Perlis. Kuari simen CIMA terletak di Bukit Chuping.



Rajah 2. Peta geologi Derbyshire turut menunjukkan kedudukan kuari simen Hope.

berketulenan tinggi (Harrison, 1993) dan ia dikuari bagi pembuatan simen oleh syarikat Blue Circle iaitu pengeluar simen terbesar di England. Hope merupakan sebuah pekan kecil berhampiran tempat peranginan Castleton yang terletak di bahagian utara Derbyshire (Rajah 2). Selain daripada batu kapur Monsal Dale, terdapat juga jujukan batu kapur lain seperti Eyam, Bee Low, Woo Dale, Hopedale dan Kevin yang meliputi 70% geologi kawasan Derbyshire. Jujukan batu kapur ini termasuklah batu kapur Monsal Dale ditafsirkan sebagai berusia Karbon (Murray, 1983). Sementara itu, di kuari simen Hope, batu kapur Monsal Dale tersingkap sebagai batu kapur berlapisan hampir mendatar (Rajah 3). Perlapisan ini pula terdiri daripada selang seli dua unit batu kapur yang berbeza warna iaitu unit cerah dan gelap

Biarpun kedua-dua sumber (batu kapur Formasi Chuping, dan batu kapur Monsal Dale) ini digunakan sebagai bahan mentah untuk aktiviti yang serupa, namun terdapat kelainan cirian di antaranya yang wajar didokumentasikan. Kertas kerja ini menyorot kepelbagaian petrografi dan geokimia unsur major kedua sumber komersil tersebut.

KAEDAH KAJIAN

Sebanyak 31 sampel (14 batu kapur Monsal Dale; 17 batu kapur Formasi Chuping) telah di ambil daripada dua kawasan kuari tersebut. Berdasarkan pelbagaian rupa fizikalnya, sampel-sampel terpilih dibuat keratan nipis.



Rajah 3: Batu kapur Monsal Dale yang tersingkap di Kuari Simen Hope, England. Ia terdiri dari selang lapis batu kapur berwarna cerah dan gelap.



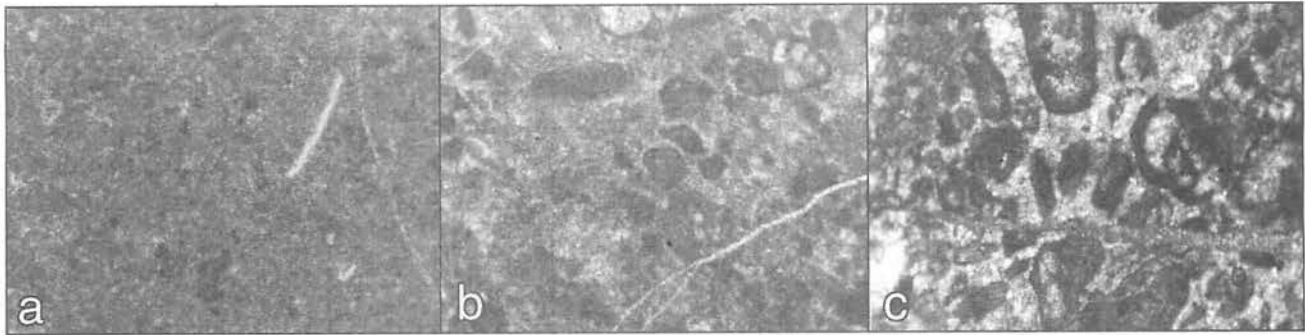
Rajah 4. Batu kapur Formasi Chuping yang tersingkap di Kuari simen CIMA, Chuping Perlis.

Keratan nipis ini membantu pengecaman cirian petrografi yang dibuat menggunakan mikroskop geologi. Cirian petrografi, sekaligus penamaan batu kapur ini ditentukan menggunakan skema lazim oleh Folk (1959). Selain itu, kesemua sampel ini juga dianalisis kandungan geokimia unsur majornya menggunakan teknik XRF. Sebanyak sembilan unsur iaitu CaO, MgO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O, P₂O₅ dan MnO telah dianalisis peratusan beratnya.

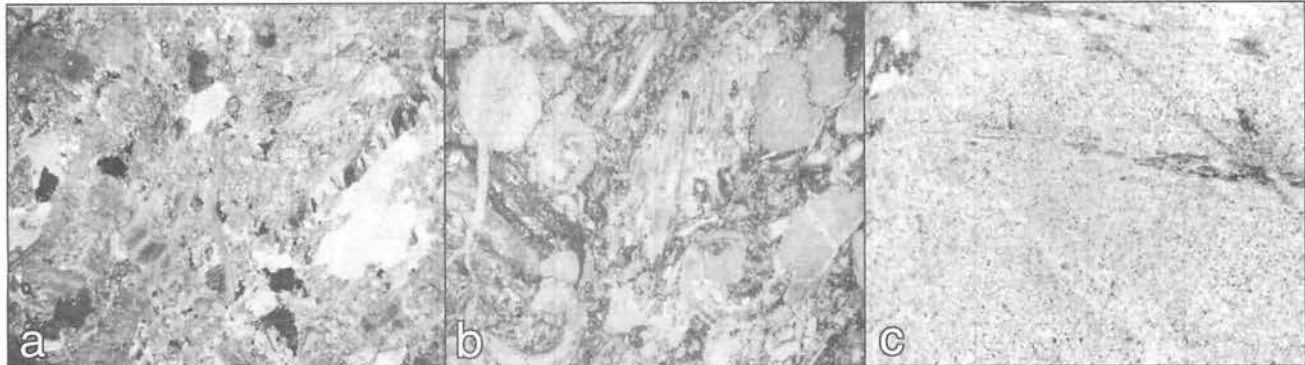
HASIL KAJIAN

Cirian petrografi

Batu kapur Formasi Chuping di Kuari CIMA (Rajah 4) secara umumnya terbentuk daripada butiran karbonat mikrokristalin bersaiz halus hingga sederhana. Alokem dalam batu kapur ini terdiri daripada bioklas, pelet dan sedikit intraklas. Komponen bioklas tersebut terdiri daripada foraminifera, alga dan sedikit makrofosil seperti brakiopod,



Rajah 5. a) Fasies biomikrit. Alokem hadir kurang 10%. Terdapat juga sedikit pelet bersaiz kecil. b) Fasies biopelmikrit. Sampul mikrit melingkari bioklas. c) Bersokongan butiran. Hampir keseluruhan matriks telah berubah kepada simen sparit.



Rajah 6. a) Fasies biomiksparit ini mewakili unit cerah batu kapur Monsal Dale. Bersokongan butiran. Turut mengandungi butiran bukan karbonat seperti rijang. b) Fasies biomikrit ini mewakili unit batuan yang lebih gelap. Juga bersokongan butiran. c) Lumpur sparit pada batuan unit cerah.

moluska dan bryozoa. Komponen ini hadir dalam julat saiz daripada kalsistit (0.03-0.06 mm) hinggalah kalkarenit (0.25 mm). Pelet pula hadir dengan saiz yang lebih kecil di antara 0.1mm hingga 0.3 mm, berbentuk subbulat dan tidak menunjukkan kehadiran struktur dalaman. Hampir keseluruhan alokem jenis ini diisi oleh mikrit. Pencirian litik batuan ini pula ditunjukkan oleh kehadiran intraklas yang tiada keseragaman bentuk.

Batu kapur di kuari ini juga menunjukkan tanda-tanda penghabluran semula jenis neomorfisma. Lumpur karbonat dilihat telah mengalami perubahan kepada struktur mozek mikrospar anhedron. Bahagian cangkang fosil dalam batuan ini juga telah mengalami kesan diagenesis, di mana mikrit hanya tinggal sebagai lapisan nipis yang menjadi sampul kepada bentuk asal fosil. Pendolomitan juga dikesan dengan kehadiran dolomit bersaiz halus. Berpandukan skema pengelasan oleh Folk (1959) batu kapur ini boleh di bahagikan kepada tiga litofasies utama iaitu biomikrit, biopelmikrit dan biosparit (Rajah 5).

Batu kapur Monsal Dale juga terdiri daripada komponen karbonat seperti bioklas, simen sparit dan lumpur mikrit dan juga sedikit komponen bukan karbonat seperti kuarza dan rijang. Unit yang berwarna gelap bersokongan butiran, melimpah dengan alokem jenis bioklas yang bersaiz kalkarenit. Antara jenis bioklas tersebut ialah brakiopod, foraminifera dan alga. Komponen ini juga menunjukkan ia telah mengalami diagenesis jenis pemikritan. Sementara itu, bahan latar unit ini pula terdiri lumpur mikrit berserta

sedikit simen sparit. Bersesuaian dengan skema Folk (1959), unit ini dinamakan biomikrit (Rajah 6). Unit batuan cerah juga merupakan batu kapur bersokongan butiran dan sederhana isihannya. Alokemnya hadir melebihi 10% komposisi keseluruhan dan terdiri daripada campuran bioklas jenis alga serta foraminifera serta sedikit oolit. Bagaimanapun, jisim latar unit ini agak berbeza berbanding unit gelap. Matriks terdiri daripada campuran mikrit dan sparit. Unit ini juga terdapat banyak telorak kecil yang telah diisi oleh mineral kalsit. Kombinasi alokem bioklas serta kehadiran matriks mikrit-sparit menyebabkan ia sesuai dinamakan biomiksparit. Butiran kuarza monohablur serta rijang bersaiz halus juga ditemui sebagai komponen minor dalam kedua-dua unit.

Cirian geokimia

Data dalam Jadual 1 (Azimah Hussin, 1998; Azimah Hussin dan Mohammad Md Tan, *in press*) menunjukkan kandungan unsur major dalam batu kapur Formasi Chuping di kuari CIMA. Batu kapur di kawasan ini keseluruhannya terdiri daripada batu kapur tinggi Ca. Kesemua sampel yang diuji menunjukkan kehadiran CaO melebihi 55% kecuali sampel CT3. Secara purata, unsur SiO₂ pula hanya menempati 0.13%. Kehadiran magnesium pula agak ketara berbanding bahan impuriti lain. Sampel yang diuji menunjukkan variasi peratus MgO di antara 2.26% hingga 0.58%. Batu kapur ini juga sangat rendah kandungan unsur K₂O dan P₂O₅.

Jadual 1. Kandungan geokimia unsur major (%) dalam batu kapur Formasi Chuping.

Sampel	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI
CT1	bdl	bdl	bdl	0.02	0.01	0.23	54.77	bdl	bdl	0.01	43.71
CT2	bdl	bdl	0.03	0.02	0.01	0.26	55.01	bdl	bdl	0.02	43.96
CT3	0.03	bdl	0.06	0.06	bdl	0.35	54.92	0.02	0.01	0.01	43.57
CT4	bdl	bdl	0.02	0.08	0.01	0.32	55.84	bdl	bdl	0.01	43.31
CT5	bdl	0.01	bdl	0.11	0.01	0.33	55.81	bdl	bdl	0.02	43.45
CB1	0.12	bdl	0.04	bdl	bdl	0.53	55.14	bdl	bdl	0.01	43.64
CB2	0.02	bdl	0.01	bdl	bdl	0.47	55.83	bdl	bdl	0.01	43.57
CB3	0.10	bdl	0.02	bdl	0.01	0.55	55.39	bdl	bdl	0.01	43.65
CB4	0.09	bdl	0.03	0.01	bdl	0.46	55.58	bdl	bdl	0.01	43.72
CB5	0.49	0.01	0.01	0.06	0.01	0.36	55.77	bdl	bdl	0.01	43.43
CB6	bdl	bdl	0.14	0.01	bdl	0.43	55.59	bdl	bdl	0.01	43.84
CB7	0.46	0.01	0.02	0.09	0.01	0.39	55.77	bdl	bdl	0.01	43.37
CB8	0.48	0.01	0.01	0.10	0.01	0.47	55.23	bdl	bdl	0.01	43.54
CB9	0.50	0.01	0.02	0.04	0.01	0.34	55.65	bdl	0.02	0.02	43.38
CB10	bdl	bdl	bdl	0.05	0.01	0.31	55.27	bdl	bdl	0.01	43.98
CB11	bdl	bdl	bdl	0.02	bdl	0.46	54.64	bdl	bdl	0.01	43.88
CB12	bdl	bdl	bdl	bdl	bdl	0.58	55.20	bdl	bdl	0.01	43.54
Purata	0.13	bdl	0.02	0.04	0.01	0.40	55.38	bdl	bdl	0.01	43.62

Ringkasan komposisi unsur major dalam batu kapur Monsal Dale disertakan dalam Jadual 2. Batu kapur ini juga merupakan batuan yang melimpah dengan Ca. Unsur CaO hadir diantara 53.39% hingga 55.11%. Sementara itu unsur SiO₂ pula dikesan hadir diantara 0.51% hingga 1.91%. Komponen impuriti lain seperti K₂O dan P₂O₅ pula secara purata lebih tinggi berbanding batu Kapur Formasi Chuping. Jadual 3 memperlihatkan purata kandungan unsur major dalam kedua-dua batu kapur ini. Selain daripada tinggi kandungan Ca, batu kapur Formasi Chuping juga mengandungi bahan cemar yang lebih rendah berbanding batu kapur Monsal Dale.

KESIMPULAN

Batu kapur Formasi Chuping dan Monsal Dale merupakan sumber karbonat komersil yang digunakan untuk tujuan pembuatan simen Portland. Kedua-dua sumber ini berbeza dari segi usia. Batu kapur Formasi Chuping ditafsirkan berusia Trias dan batu kapur Monsal Dale di Hope, England pula mewakili unit batuan yang lebih tua iaitu berusia Karbon. Perbezaan dua sumber komersil ini bukan sahaja pada usianya, tetapi juga pada rupa singkapan di lapangan. Jika batu kapur Formasi Chuping di Kuari CIMA tampil sebagai batuan berpelapisan tebal hinggakan kelihatan masif dan berwarna cerah, batu kapur Monsal Dale pula terdiri daripada selang lapis unit berwarna gelap dan cerah yang berkedudukan mendatar.

Petrografi kedua batuan ini juga pelbagai. Kedua-dua batu kapur terdiri dari fasies berbutiran halus yang melimpah dengan bioklas. Batu kapur Formasi Chuping di kuari CIMA

terdiri daripada fasies biomikrit, biopelmikrit dan biosparit. Sementara itu batu kapur Monsal Dale di kuari Hope pula dikenalpasti terdiri daripada fasies biomikrit dan biomikspartit.

Analisis geokimia unsur major menunjukkan batuan ini merupakan batuan karbonat yang tinggi kandungan Ca, hampir setara kandungan unsur majornya. Berdasarkan kandungan oksida Ca (Cox, 1977) batu kapur Formasi Chuping bergred lampau tulen, sementara batu kapur Monsal Dale pula bergred tulen. Kehadiran oksida kritikal seperti kumpulan alkali (Na₂O dan K₂O), silika, dan mangan agak ketara dalam batu kapur Monsal Dale berbanding batu kapur Formasi Chuping. Bagaimanapun, kelimpahannya masih dalam julat toleransi spesifikasi ASTM C150-84 (ASTM, 1977) dan BS 12:1978 (BSI, 1978). Oksida kritikal ini boleh menyebabkan keupayaan optimum simen terganggu dan kualiti konkrit atau bahan binaan yang menggunakannya turut menurun (Al Jassar dan Hawkins, 1991).

PENGHARGAAN

Terima kasih kepada UKM yang membiayai penyelidikan A7/97 dan S1/2000 yang mana sebahagian data analisis penyelidikan digunakan untuk penulisan kertas kerja ini.

RUJUKAN

AL JASSAR, S. DAN HAWKINS A.B., 1991. The Carboniferous Limestone of the Bristol area: a review of the influence of the lithology and

Jadual 2. Kandungan geokimia unsur major (%) dalam batu kapur Monsal Dale.

Sampel	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI
L1	0.92	0.01	0.25	0.06	0.01	0.45	54.65	bdl	0.06	0.02	42.66
L2	0.98	0.01	0.26	0.07	0.04	0.45	54.55	bdl	0.06	0.03	43.04
L3	0.51	bdl	0.18	0.03	0.03	0.40	54.76	bdl	0.01	0.03	42.99
L4	0.92	0.01	0.19	0.03	0.03	0.41	54.54	bdl	0.02	0.03	42.61
L5	1.96	bdl	0.22	0.05	0.02	0.48	53.44	0.01	0.04	0.03	42.71
L6	1.10	bdl	0.15	0.02	0.01	0.34	53.86	bdl	bdl	0.02	42.17
L7	0.12	0.01	0.15	0.03	0.02	0.37	55.11	bdl	bdl	0.02	43.20
D1	1.91	bdl	0.39	0.31	0.06	0.55	53.39	bdl	0.12	0.05	42.43
D2	0.81	bdl	0.27	0.05	0.03	0.63	54.38	0.01	0.05	0.04	43.63
D3	1.59	0.03	0.59	0.17	0.03	0.68	53.44	0.02	0.17	0.06	43.34
D4	0.42	0.01	0.22	0.04	0.02	0.58	54.75	0.01	0.04	0.05	43.66
D5	1.17	0.01	0.45	0.13	0.02	0.66	53.93	bdl	0.13	0.04	43.08
D6	0.91	bdl	0.18	0.05	0.01	0.59	53.93	0.01	0.02	0.03	42.53
D7	1.50	0.01	0.18	0.03	0.07	0.54	53.39	0.01	0.02	0.03	42.20
Purata	1.06	0.01	0.26	0.08	0.03	0.51	54.15	0.01	0.06	0.03	42.88

Jadual 3. Perbandingan purata geokimia unsur major (%) dalam batu kapur Formasi Chuping dan batu kapur Monsal Dale.

Unsur	Chuping	Monsal Dale
SiO ₂	0.13	1.06
TiO ₂	bdl	0.01
Al ₂ O ₃	0.02	0.26
Fe ₂ O ₃	0.04	0.08
MnO	0.01	0.03
MgO	0.40	0.51
CaO	55.38	54.51
Na ₂ O	bdl	0.01
K ₂ O	bdl	0.06
P ₂ O ₅	0.01	0.03
L.o.I	43.62	42.88
Gred (Taraan berdasarkan % CaO mengikut Cox (1977))	Lampau tulen	Tulen

chemistry on its use as a geomaterial. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 24:143-158.

ASTM (AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS), 1977. *Standard C150-84. Specification for Portland cement*. American Society of Testing and Materials

AZIMAH HUSSIN DAN MOHAMMAD MD TAN, (*in press*). Pencirian geokimia dan pengkalsinan Batu Kapur Formasi Chuping, Perlis. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*.

AZIMAH HUSSIN, 1998. *Pengaruh litologi dan geokimia ke atas*

kualiti kapur daripada batu kapur Formasi Chuping, Perlis. Tesis Sarjana. Universiti Kebangsaan Malaysia.

BSI (BRITISH STANDARDS INSTITUTION). 1978. *BS 12: 1978. Specification for ordinary and rapid hardening Portland cement*. British Standards Institution.

COX, F.C., 1977. Procedure for the assessment of limestone resources. *Mineral Assessment Report. Inst. of Geol. Soc.* 30:14.

FOLK, R.L., 1959. Practical petrographic classification of limestone. *Ame. Assoc. Petroleum Geol.*, 1:108-121.

FONTAINE, H., CHONGLAKMANI, C., IBRAHIM AMNAN DAN PIYASIN, S., 1993. Triassic limestone within and around the gulf of Thailand. *Jour. S.E. Asian Earth Sc.*, 8.,83-95.

FONTAINE, H., KHOO, H.P., DAN VACHARD, D. 1988. Discovery of Triassic fossils at Bukit Chuping in Gunung Senyum area and at Kota Jin, Peninsular Malaysai. *Jour. S.E. Asian Earth Sc.* 2. 145-162.

HARRISON, D.J., 1993. High purity limestone in England and Wales. *Quarterly Journal of Engineering Geology* 26:293-303

ISHII, K.S. DAN NOGAMI, Y., 1966. Discovery of Triassic conodonts from the so-called Paleozoic limestone in Kedah, Malaya. *Jour. Inst. Polytech Osaka City. Univ.* 9:93-98.

JONES, C.R., 1962. Progress report on geological work in Upper Perak and the Langkawi Island. *Prof. Paper Geol. Survey Dept. Fed. Malaya.* E-63,2-G, p.11-12

JONES, C.R., GOBBET, D.J. DAN KOBAYASHI, T., 1966. Summary of fossil record in Malaya and Singapore 1900-1965. *Geol. Paleont. S.E. Asia.*2:309-359.

MURRAY, D.W., 1983. The limestone and dolomite resources of the country around Settle and Malham, North Yorkshire. *Mineral Assessment Report, British Geological Survey*. No 126.

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1980. *Principles of quality concrete*. John Wiley dan Sons. Inc. New York, 11-19