

Petrofabrik Batu Kapur Formasi Chuping, Perlis dan Kesannya Pada Kereaktifan Kapur

AZIMAH HUSSIN & MOHAMMAD MD TAN

Program Geologi, Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam,
Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor, Malaysia

Abstrak

Kajian ini dilakukan untuk mengenalpasti kesan beberapa parameter petrofabrik batu kapur, seperti saiz butiran, jenis mineral dan struktur liang pada sifat kereaktifan kapur. Batu kapur Formasi Chuping ini boleh dikelompokkan kepada empat litofasies utama iaitu biomikrit, biopelmikrit, biosparit dan dolomit. Perbezaan tekstur keempat-empat litofasies ini dicerap menggunakan mikroskop geologi dan mikroskop imbasan elektron. Ia juga disokong secara kuantitatif oleh nilai pekali tekstur (TC) daripada analisis menggunakan alat penganalisis imej. Sebanyak 36 sampel yang mewakili keempat-empat litofasies batu kapur Formasi Chuping telah dikalsin selama 1jam 30 minit pada empat peringkat suhu iaitu 900°C, 950°C, 1000°C dan 1050°C. Kereaktifan kapur yang terhasil diuji berdasarkan kenaikan suhu maksimum selepas dua minit kapur ditindakbalaskan dengan air. Batu kapur yang melimpah dengan kalsit, berbutiran halus dan berkeliangan tinggi mempunyai kereaktifan yang tinggi pada tahap pengkalsinan optimum. Kapur dengan kereaktifan yang tinggi memenuhi kriteria utama yang diperlukan oleh kebanyakan sektor komersil yang menggunakannya.

Petrofabric of Limestone of the Chuping Formation, Perlis and its Effect on Lime Reaction

Abstract

The study was carried out to identify limestone petrofabric such as grain size, mineral types and pore structures and its effect on lime reaction. The Chuping Limestone Formation is grouped into four main lithofacies, which are biomicrite, biopelmicrite, biosparite and dolomite. Electron microscopic studies were conducted to determine the textural differences between the lithofacies. The results were also supported quantitatively by obtaining the textural coefficient (TC) from image analysis. A total of 36 samples, representing four lithofacies from the Chuping Limestone Formation were analysed after calcination for 1½ hours at four different temperatures, which are 900°C, 950°C, 1000°C and 1500°C. The reactivity of lime was tested based on the highest maximum temperature after 2 minutes of reaction with water. The calcite bearing limestone, with small grain size and high pore density, usually has high reactivity at the optimum calcination level. The highly reactive lime fulfills the main criteria for application in the commercial sector.

PENGENALAN

Dewasa ini, keperluan dan permintaan terhadap kapur yang merupakan hasil pengkalsinan batu kapur semakin berkembang dalam sektor penjagaan alam sekitar. Bagaimanapun penggunaannya dalam beberapa sektor tradisional seperti pembuatan bahan kimia, pertanian dan bahan binaan masih berterusan. Dimensi baru penggunaan kapur dalam sektor alam sekitar ini merupakan natijah daripada perubahan dan penguatkuasaan akta perlindungan alam sekitar di negara kita. Jika dulu ia berfungsi sebagai bahan alternatif, namun kini ia merupakan reagen utama termurah yang digunakan dalam proses perawatan air domestik dan juga sisa kumbahan industri. Selain itu, kapur juga digunakan sebagai bahan pengnyah gas-gas cemar seperti sulfur yang biasa dibebaskan ke ruang udara oleh industri yang bergantung kepada arang batu dan minyak sebagai punca tenaga.

Keberkesanan fungsi kapur dalam apa jua aspek kegunaan bergantung kepada sejauh mana cirian dan kualitinya memenuhi spesifikasi pengguna. Penilaian kualiti kapur ini boleh dilakukan daripada kualiti batu kapur asalnya atau hasil pengkalsinannya. Sehubungan dengan itu, kertas kerja ini bertujuan untuk membincangkan sifat petrofabrik batuan asal dan kesannya kepada salah satu parameter fizikal kapur yang biasa dijadikan faktor kualiti iaitu kereaktifan.

BAHAN DAN KAEDAH KAJIAN

Dalam kajian ini sejumlah 88 sampel batu kapur Formasi Chuping, Perlis digunakan sebagai bahan penyelidikan yang utama. Cirian petrofabrik batuan ini telah dianalisis secara kualitatif menggunakan mikroskop geologi dan mikroskop imbasan elektron jenis Philips, XL30. Kaedah ini juga turut membantu pengkaji mengecam

jenis mineral yang hadir dalam batuan. Selain daripada itu, teknik pembelauan sinar-X (XRD) digunakan untuk mengecam komposisi mineral yang sukar dikenal melalui mikroskop. Variasi tekstur batu kapur ini juga dianalisis secara kuantitatif menggunakan sistem automatik penganalisis imej mikroskopik jenis K8-200.

Sementara itu, tabii struktur liang dan ketumpatan batuan telah dianalisis menggunakan alat porosimeter raksa. Selesai sahaja proses pengecaman sifat petrofabrik batuan, sebanyak 36 sampel batu kapur yang mewakili litofasies berbeza telah dikalsin selama 90 minit dalam sistem relau karbolit. Pengkalsinan untuk menghasilkan kapur ini dilakukan pada empat peringkat suhu iaitu 900°C, 950°C, 1000°C dan 1050°C.

Kereaktifan yang merupakan cirian terpenting bagi kapur telah diukur dengan mengambil bacaan maksimum kenaikan suhu yang dicapai setelah 2 minit kapur ditindakbalaskan dengan air (ASTM-C 110-76a,1976).

HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Petrofabrik Batu Kapur Formasi Chuping

Batu kapur Formasi Chuping ini melimpah dengan mineral kalsit dan dolomit. Bagaimanapun kedua-dua mineral ini hadir dalam kuantiti berbeza di antara satu lokaliti dengan lokaliti yang lain. Surihan bahan cemar seperti kuarza dan lempung turut ditemui pada sebahagian sampel.

Butiran karbonat dalam Batu Kapur Formasi Chuping ini bersifat mikrokristalin yang bersaiz halus hingga sederhana (<0.25 mm). Sementara batuan yang telah terhablur semula pula terdiri daripada butiran karbonat euhedron-subhedron di antara 0.25 mm hingga 0.5 mm. Alokem dalam batu kapur ini terdiri daripada bioklas, pelet dan intraklas. Lumpur karbonat dalam batuan ini dilihat telah mengalami perubahan kepada struktur mozek mikrospar. Adakalanya ia hadir sebagai hablur polihedral, subsudut dan subbulat dalam julat 1 µm hingga 3 µm. Terdapat juga jujuk batuan yang telah terhablur keseluruhannya kepada sparit. Berdasarkan perbezaan tekstur serta taran dengan skema pengelasan lazim oleh Folk (1959), batu kapur yang melimpah kalsit dalam Formasi Chuping dibahagikan kepada tiga litofasies utama iaitu biomikrit, biopelmikrit dan biosparit (Rajah 1). Berbeza dengan batu kapur yang kaya dengan dolomit. Batuan ini lebih berhabluran dan kehadiran dolomit melampaui 90% daripada komposisi keseluruhan membolehkan ia dinamakan sebagai dolomit.

Perkaitan kuantitatif tekstur setiap litofasies batu kapur Formasi Chuping diperolehi daripada nilai pekali tekstur (TC). Parameter ini diukur dengan mengambil kira empat komponen tekstur yang utama iaitu bentuk butiran, pemanjangan butiran, orientasi serta nisbah butiran terhadap komposisi keseluruhan batuan. Hasil kajian menunjukkan batu kapur yang berbutir halus iaitu biomikrit mempunyai TC terendah iaitu 0.23. Sementara dolomit yang berbutiran

sedehana hingga kasar mempunyai nilai TC maksimum pada 0.87 (Jadual 1).

Faktor keliangan juga merupakan sebagai salah satu cirian utama mempengaruhi struktur liang dan kereaktifan bahan hasil pengkalsinan (Borgwadt dan Harvey, 1972). Analisis yang dilakukan ke atas setiap fasies batu kapur Formasi Chuping menunjukkan tiada perbezaan yang ketara di antara satu sama lain. Keadaan ini menggambarkan bahawa fasies-fasies tersebut mempunyai kesamaan dari segi strukturnya. Peratus keliangannya terletak di antara 3.56% hingga 3.95% (Jadual 1). Secara purata batu kapur formasi ini boleh dikategorikan sebagai berkeliangan rendah.

Data diameter dan luas liang yang diperolehi pula menggambarkan struktur liang dalam batu kapur ini. Biomikrit mempunyai liang yang kecil saiznya (3.77µm) berbanding fasies yang lain. Berdasarkan saiz yang diperolehi, liang-liang dalam batu kapur Formasi Chuping ini adalah jenis mikro. Data dalam Jadual 1 juga menunjukkan terdapatnya perkaitan di antara keliangan dengan ketumpatan. Fasies berkeliangan tinggi cenderung mempunyai nilai ketumpatan yang rendah. Contohnya biosparit yang tinggi keliangannya mempunyai ketumpatan yang terendah iaitu 1.58 g/ml.

Kereaktifan Kapur

Data kereaktifan kapur yang terhasil daripada pengkalsinan batu kapur Formasi Chuping ditunjukkan dalam Jadual 2. Ia berdasarkan kenaikan suhu maksimum selepas dua minit kapur ditindakbalaskan dengan air. Plot hubungan suhu pengkalsinan dengan kereaktifan dalam Rajah 2 pula membenarkan perbandingan keempat-empat litofasies itu diteliti.

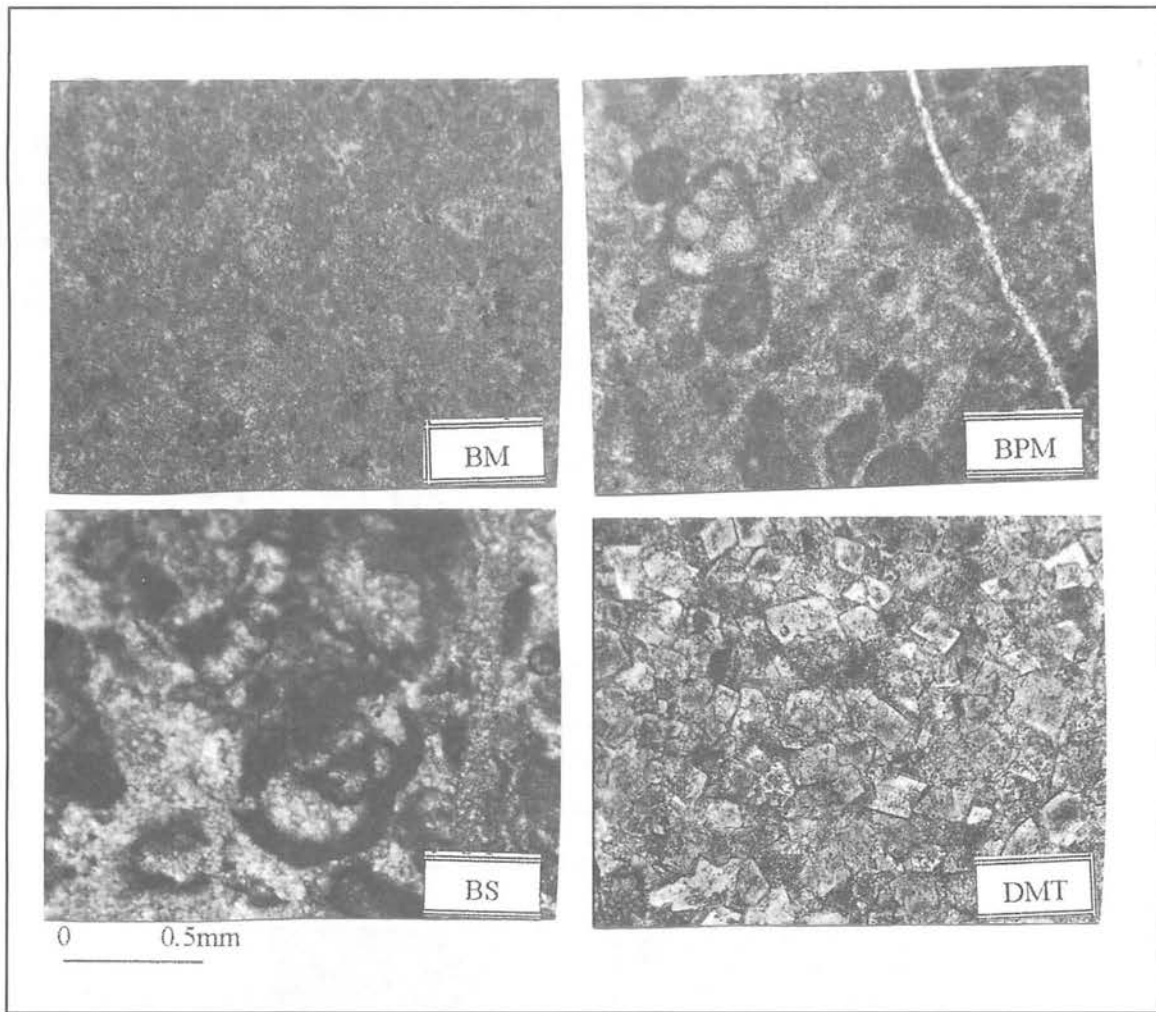
Plot hubungan (Rajah 2) suhu dan kereaktifan menunjukkan kapur daripada batu kapur kaya Ca iaitu biomikrit, biopelmikrit dan biosparit mempunyai kereaktifan

Jadual 1: Data berkaitan struktur liang dan pekali tekstur batu kapur Formasi Chuping. Kp:ketumpatan pukal; Kk: ketumpatan ketara.

Litofasies	Saiz (µm)	Luas (m ² /g)	Kp (g/ml)	Kk (g/ml)	Keliangan (%)	Pekali Tekstur (TC)
Biomikrit	3.77	0.17	1.64	2.69	3.91	0.23
Biopelmikrit	6.63	0.21	1.66	2.59	3.59	0.39
Biosparit	6.58	0.15	1.58	2.61	3.95	0.79
Dolomit	6.26	0.14	1.70	2.64	3.56	0.87

Jadual 2: Kereaktifan kapur pada suhu pengkalsinan berbeza.

Suhu Pengkalsinan (°C)	BM	BPM	BS	DM
900	36	29	34	31
950	50	41	48	29
1000	56	52	66	28
1050	47	45	55	28



Rajah 1: Fotomikrograf keempat-empat litofasies batu kapur Formasi Chuping, Perlis. BM:biomikrit; BPM:biopelmikrit; BS:biosparit; DMT:dolomit.

yang meningkat secara berterusan dengan kenaikan suhu pengkalsinan. Kereaktifan maksimum dicapai pada tahap pengkalsinan 1000°C. Pada suhu ini kapur daripada biosparit mencatat nilai tertinggi iaitu 66°C berbanding yang lain. Keadaan yang sebaliknya berlaku bila mana suhu pengkalsinan melampaui 1000°C. Kapur yang dihasilkan melepasi peringkat suhu ini mempunyai kereaktifan yang lebih rendah.

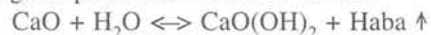
Do-kapur daripada dolomit pula mempunyai pola hubungan yang mendatar. Kenaikan suhu pengkalsinan tidak memberi apa-apa dampak pada kereaktifannya. Kereaktifan tertingginya ialah 31°C pada pengkalsinan 900°C. Kenaikan suhu pengkalsinan berikutnya semakin menyebabkan do-kapur menjadi kurang reaktif.

PERBINCANGAN

Proses pengkalsinan yang dilakukan dalam kajian ini dibuat secara kejutan, iaitu suhu relau dipastikan dahulu supaya stabil pada tahap suhu yang dipilih semasa sampel dimasukkan. Berdasarkan ujian kereaktifan yang dilakukan, terdapat beberapa perbezaan data yang membolehkan

pengaruh petrofabrik batuan terhadap kapur dikenalpasti.

Kenaikan suhu pengkalsinan hingga 1000°C memperlihatkan kapur yang dihasilkan daripada batu kapur kaya Ca mempunyai kereaktifan yang tinggi. Tindakbalas penghidratan bersifat eksotermik berlaku semasa kapur dicampurkan dengan air dan ia menghasilkan kapur tohor mengikut persamaan kimia di bawah:



(Kapur daripada batu kapur kaya Ca)



(Do-kapur daripada dolomit)

Empat faktor berikut dikatakan mempengaruhi cirian kereaktifan kapur (Rogers, 1970);

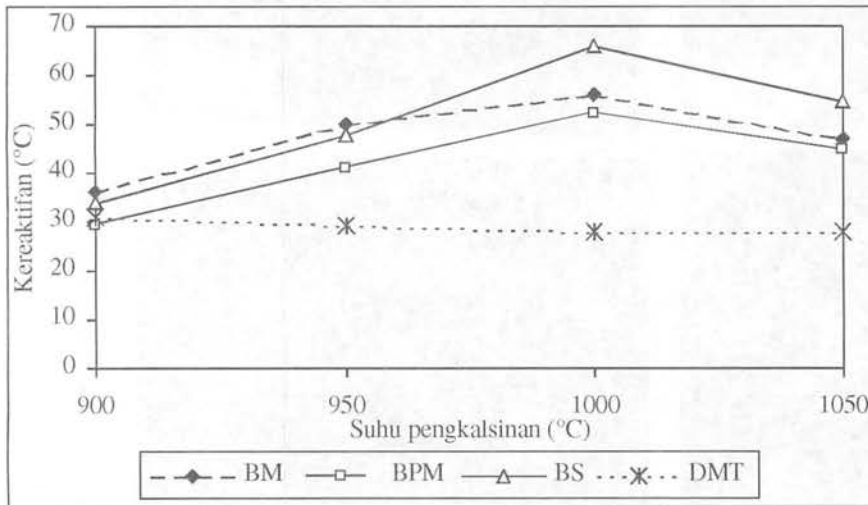
- i. Keadaan fizikal kapur (darjah terkalsin) dan jumlah bahan cemar yang dikandunginya.
- ii. Kehadiran bahan cemar seperti silika, alumina dan oksida besi
- iii. Penghidratan oleh udara persekitaran.
- iv. Saiz zarah.

Dalam kajian ini, batu kapur berbutiran halus terkalsin dengan mudah dan mempunyai kereaktifan yang paling maksimum berbanding fasies yang berbutiran kasar. Apa

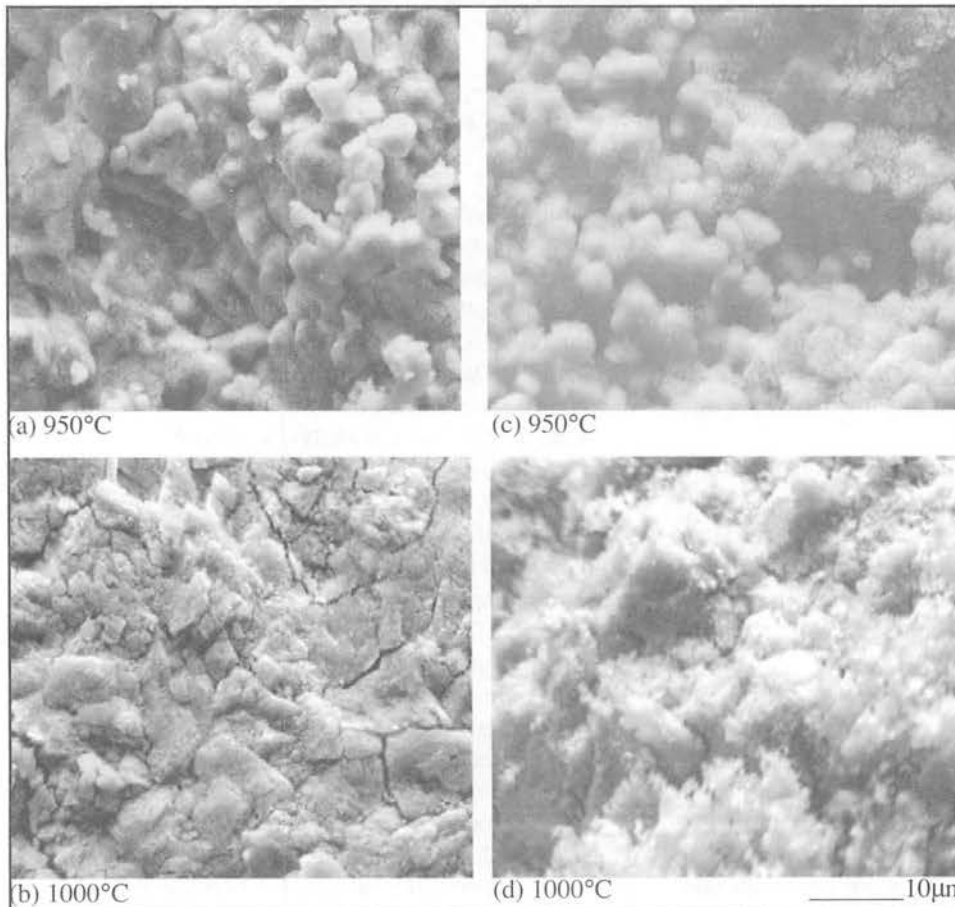
yang berlaku semasa proses pengkalsinan ialah perubahan struktur asal batu kapur menjadi struktur oksida. CO₂ daripada kekisi asal terbebas menjadikan strukturnya bersifat lebih terbuka (Rajah 3). Saiz liang kesan penyingkiran CO₂ semakin meningkat pada tahap pengkalsinan 900°C hingga 1000°C. Keadaan ini menyebabkan saiz kristalit kapur semakin mengecil dan luas permukaan spesifik yang boleh bertindakbalas dengan air semakin bertambah dan kereaktifan kapur turut meningkat. Bagaimanapun melampaui tahap 1000°C hingga

1050°C liang-liang yang ada mengecut akibat lampau kalsin dan kapur tersinter yang tidak reaktif dihasilkan

Selain daripada faktor saiz, struktur keliangan tabii dalam batu kapur juga memberi kesan terhadap kereaktifan. Hubungan ini jelas dilihat bila mana sampel berkeliangan tinggi serta mempunyai diameter liang yang lebih besar menghasilkan kapur yang reaktif pada tahap pengkalsinan optimum. Kehadiran liang-liang ini menyediakan laluan untuk CO₂ terbebas dengan mudah berbanding dengan batu kapur yang berhabluran lebih besar dan lebih tumpat.



Rajah 2: Hubungan suhu pengkalsinan terhadap kereaktifan kapur. BM:biomikrit; BPM:biopelmikrit; BS:biosparit; DMT:dolomit.



Rajah 3: Foto-SEM menunjukkan tekstur kapur (a&b) dan do-kapur (c&d) pada tahap pengkalsinan 950°C dan 1000°C. Struktur kekisi kapur terbuka berbanding do-kapur yang telah tersinter.

Dalam batu kapur sebegini pergerakan keluar CO₂ berlaku secara perlahan kerana gas tersebut terpaksa melalui kekisi hablur yang lebih tumpat (Johnston, 1910). Jadi suhu pengkalsinan yang lebih tinggi diperlukan bagi membolehkan pengkalsinan selesai.

Faktor kelimpahan dolomit yang kaya MgO dalam dolomit merupakan salah satu aspek yang mempengaruhi kereaktifan do-kapur yang lebih rendah. Dolomit mempunyai suhu pengkalsinan yang lebih rendah berbanding kalsit (Kulp, 1951). Pada suhu melampaui 900°C do-kapur ini telah tersinter hingga menyebabkan struktur kekisinya berubah menjadi lebih padat (Rajah 3) dan ini mengurangkan luas permukaan spesifik do-kapur yang boleh bertindakbalas dengan air.

KESIMPULAN

Hubungan kualitatif di antara sifat petrofabrik batu kapur terhadap kereaktifan kapur jelas dapat dilihat daripada hasil analisis kajian ini. Tiga elemen petrofabrik batu kapur yang dikenalpasti mempengaruhi kereaktifan hasil kalsin ialah jenis mineral, saiz butiran dan struktur liang. Batu kapur yang kaya dengan kalsit, berbutiran halus dan berkeliangan tinggi mempunyai kereaktifan yang maksimum pada tahap pengkalsinan optimum.

PENGHARGAAN

Jutaan terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia yang meluluskan grant penyelidikan A7/97 untuk kajian ini. Juga kepada individu yang terlibat dalam menyempurnakan kajian ini.

RUJUKAN

- ASTM C110-76A., 1976. *Standard methods of physical testing of quicklime, hydrated lime and limestone*. Ame. Sov. For Testing Material.
- Azimah Hussin, 1998. *Pengaruh litologi dan geokimia ke atas kualiti kapur daripada batu kapur Formasi Chuping, Perlis*. Tesis Sarjana. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Borgwardt, R.H dan Harvey, R. D., 1972. Properties of carbonate rocks related to SO₂ reactivity. *Env. Sci & Tech.* 6: 350-360.
- Folk, R.L., 1959. Practical petrographic classification of limestone. *Am. Ass. Of Petroleum Geo.Mem.* 1:108-121.
- Johnston, J. 1910. Lime. *Jour. Ame. Chem. Soc.* 32:938
- Kulp, J.L., 1951. Differential thermal analysis of Ca-Mg-Fe carbonate minerals. *American Mineralogist* 36: 83-90.
- Rogers, N.E., 1970. Measurement of quicklime reactivity. *Cement, lime and gravel.* Jun: 49-153.