

Pencirian bahan bergrafit dalam batuan metasedimen

MARILAH SARMAN DAN KADDERI, M.D.

Pusat Sains Sekitaran dan Sumber Alam, Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor

Abstrak: Satu kajian telah dilakukan untuk mengenalpasti bahan berwarna hitam, yang telah dilaporkan sebagai bergrafit, di dalam batuan Syis Hawthornden disepanjang jalan baru Nilai-Sepang. Kajian mineralogi bahan yang dikatakan bergrafit ini dijalankan dengan menggunakan kaedah belauan sinar-X (XRD). Di samping itu penentuan unsur karbon, hidrogen, nitrogen dan sulfur juga telah dilakukan dengan menggunakan penganalisis automatik CHNS. Kajian mikroskopi cahaya balikan terhadap keratan juga dilakukan terhadap bahan berwarna hitam yang dikatakan bergrafit ini. Hasil kajian menunjukkan kandungan utama bahan berwarna hitam yang terdapat dalam batuan syis kuarza bergrafit menunjukkan ialah karbon. Bagaimanapun bahan berkarbon ini tidak bersifat hablur. Berdasarkan keputusan kajian setakat ini, bahan yang berwarna hitam bukan mineral grafit.

Abstract: A study was carried out to determine the nature of the black material, previously reported as graphite in Hawthornden Schist outcrops along the Nilai-Sepang road. X-ray diffraction (XRD) and automatic CHNS analyser were employed to determine the mineralogical and geochemical characteristics of the black material. In addition, polished sections were also prepared for reflected light microscopy investigation. Results from this study suggest that the black material is predominantly carbon rich and non-crystalline in character. Therefore, this study suggests that the black material occurs as amorphous carbon. The non-crystalline nature of the material, based on the current results, indicates that the black material is not graphite.

PENDAHULUAN

Batuan metasedimen di sepanjang jalan baru Nilai-Sepang dan jalan Nilai-Labu dilaporkan terdiri daripada syis-kuarza bergrafit dan syis mika-kuarza (Rajah 1). Batuan-batuan metasedimen ini secara amnya berjurus utara-selatan ke timurlaut-baratdaya dengan kemiringan 50° hingga 70° ke arah timur. Batuan ini juga terancang hebat berdasarkan kehadiran ira kerdutan dan lipatan ketat. Batuan metasedimen ini dinamakan sebagai Syis Hawthornden berdasarkan kepada kewujudan lensa-lensa kuarza, grafit dan juga struktur perlipatan yang rencam (Khalid Ngah, 1972).

Kehadiran grafit seperti yang dilaporkan adalah berdasarkan sifat bahan tersebut yang berwarna hitam, dan kewujudannya sebagai mineral grafit belum dipastikan. Kajian ini dijalankan bagi menentukan sifat bahan berwarna hitam yang hadir di dalam batuan metasedimen terutamanya di dalam batuan syis. Pengkaji-pengkaji terdahulu menamakannya bahan berwarna hitam di dalam batuan syis sebagai grafit. Lazimnya bahan kehitaman ini akan meninggalkan kesan pada tangan apabila disentuh (Rashidah Abd. Karim, 1984).

Lazimnya warna mineral grafit tidak mengalami perubahan mendadak apabila terluluhawa. Pemerhatian lapangan menunjukkan sifat luluhawa bahan berwarna hitam agak berbeza. Singkapan yang terdapat di kawasan kajian, memperlihatkan keadaan di mana batuan yang berwarna hitam ini telah mengalami perubahan warna secara seragam bergantung kepada keamatan peluluhawaan (Rajah 2). Oleh yang demikian, kajian ini telah dijalankan untuk mencirikan bahan berwarna hitam tersebut.

GEOLOGI AM

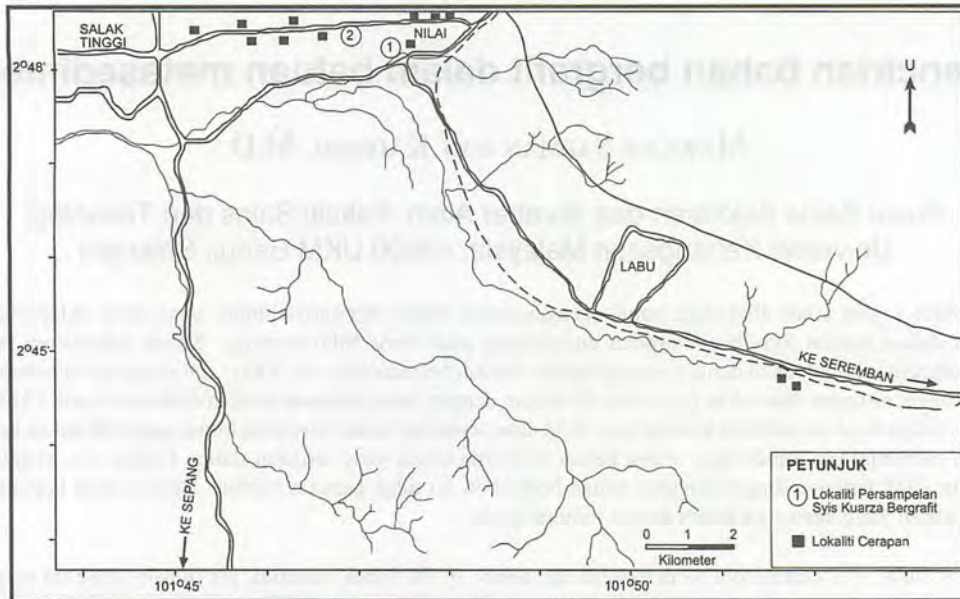
Kawasan sekitar lokasi kajian terdiri daripada dua jenis batuan yang utama iaitu batuan metasedimen dan batuan granitoid. Batuan metasedimen ini diwakili oleh Syis Hawthornden dan Formasi Kenny Hill. Jasad granitoid merupakan unjuran Granit Banjaran Utama dan menempati bahagian timurlaut kawasan kajian membentuk perbukitan Bukit Galla. Enapan permukaan seperti enapan aluvium pula terdapat terutamanya di kawasan rendah seperti di lembah-lembah sungai.

Syis Hawthornden

Syis Hawthornden merupakan unit batuan yang tertua, sepanjang jalan Nilai-Sepang, terdiri daripada syis kuarza yang pengkaji terdahulu melaporkannya sebagai bergrafit dan syis mika kuarza. Batuan ini mengandungi bahan-bahan berkarbon disamping menunjukkan laminasi nipis kuarza diantaranya. Singkapan batuan syis ini kebanyakannya berkerdutan sehingga membentuk lipatan ketat.

Syis kuarza yang telah dilaporkan bergrafit menunjukkan pelbagai jenis warna seperti putih, hitam dan kelabu bergantung kepada keamatan peluluhawaan. Syis kuarza bergrafit ini pada amnya menunjukkan kesyisan yang sempurna dengan satah-satah utama yang berkilat, selari atau hampir selari dengan perlapisan. Telerang-telerang kuarza biasanya memotong syis-syis ini untuk membentuk struktur ramping ampul. Kadang-kadang ia didapati mengisi dalam rekahan tegangan yang terbentuk akibat ricihan tektonik.

Dari segi mineralogi, syis kuarza bergrafit ini



Rajah 1. Peta cerapan lapangan dan persampelan.

mempunyai kandungan mineral yang terdiri daripada mineral-mineral utama seperti kuarza, muskovit dan oksida-oksida besi yang halus dengan peratusan yang berbeza. Syis kuarza bergrafit lazimnya didominasi oleh mineral kuarza yang mana peratusan kuarza ini melebihi 80%.

Mineral kuarza ini juga didapati telah terorientasi disebabkan oleh tindakan canggaan dan ini dibuktikan dengan padaman bergelombang yang dapat dilihat dengan jelas pada butiran kuarza. Canggaan yang hebat ini juga menyebabkan telerang-telerang kuarza mikro yang boleh dilihat dalam keratan nipis turut terlipat membentuk mikro lipatan (Rajah 3). Selain daripada itu, butiran-butiran kuarza juga memperlihatkan tekstur saling mengunci di antara satu sama lain.

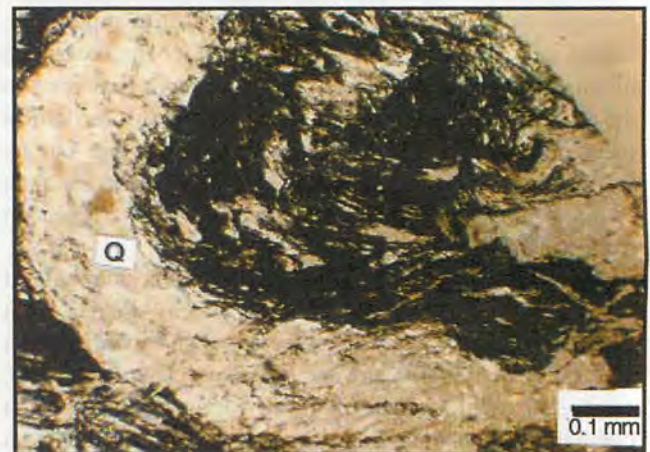
METODOLOGI KAJIAN

Kaedah kajian bagi penentuan bahan berwarna hitam ini dijalankan dengan melalui beberapa peringkat seperti ditunjukkan dalam bentuk carta alir pada Rajah 4. Kajian ini dimulakan dengan membuat cerapan serta persampelan di lapangan. Cerapan di lapangan, dari bahagian bawah ke bahagian atas profil luluhawa.

Satu singkapan di jalan baru Nilai-Sepang memperlihatkan perubahan warna dari hitam ke kelabu keperangan dan seterusnya kelabu cerah. Tiga sampel telah diambil dari profil ini. Sampel berkenaan ditandakan sebagai SG1, SG2 dan SG3. Sampel SG1 berwarna paling hitam berbanding dengan sample-sampel lain. Semua sampel ini dikeringkan dan diserbukkan. Prosedur seterusnya adalah penentuan unsur serta mineralogi sampel SG1, SG2 dan SG3.



Rajah 2. Singkapan batuan syis kuarza bergrafit di lapangan menunjukkan lensa-lensa kuarza yang telah terorientasi. Syis ini juga memberikan warna yang berbeza bergantung kepada peluluhawaan.



Rajah 3. Fotomikrograf menunjukkan mikro lipatan yang dibentuk oleh lensa kuarza akibat canggaan yang dikenakan pada batuan.

Belauan Sinar -X (XRD)

Penentuan mineralogi sampel SG1, SG2 dan SG3 dilakukan dengan kaedah belauan sinar-X (XRD). Satu templat yang menunjukkan keamatan relatif (I/I_0), jarak kekisi-d (juga sudut $2\theta_{Cu}$) bagi mineral grafit dan juga kuarza disediakan seperti ditunjukkan pada Rajah 5. Kedua-dua mineral kuarza dan grafit dipertimbangkan kerana puncak-puncak utama yang boleh digunakan untuk pencaman mineral grafit kebanyakannya bertindan dengan puncak-puncak utama kuarza. Kedua-dua mineral mempunyai puncak utama pada jarak kekisi (d) 3.4\AA . Satu puncak grafit pada 2.0\AA didapati tidak bertindan dengan puncak kuarza. Oleh itu, templat ini adalah bertujuan untuk memudahkan pengenalpastian kehadiran grafit dalam sampel yang kaya dengan kuarza.

Analisis dengan menggunakan XRD ini dilakukan pada sampel tanpa rawatan dan juga sampel yang telah dirawat dengan HF kerana kuarza yang hadir dalam jumlah yang banyak pada batuan boleh menopeng mineral grafit yang ada didalamnya sehingga menyebabkan ia tidak dapat dikesan melalui XRD, lebih-lebih lagi jika mineral grafit bersifat parakristalin. Mineral yang bersifat parakristalin bersifat hablur lemah dan tidak dapat dikesan melalui kaedah XRD. Kuarza, disebabkan darjah kristaliniti yang baik, cukup sensitif dan dapat dikesan dengan mudah mengikut kaedah XRD. Walaupun hadir dengan jumlah yang kecil puncak-puncak kuarza boleh menopeng kehadiran puncak-puncak mineral lain seperti biotit dan grafit.

Penentuan Karbon

Penentuan unsur karbon di dalam sampel ini dilakukan dengan menggunakan kaedah Krom & Berner. Alat yang digunakan ialah penganalisis automatik CHNS keluaran syarikat LECO. Di samping karbon, alat ini juga boleh mengesan hidrogen, nitrogen dan sulfur. Kajian ini dimulakan dengan membahagikan setiap sampel kepada dua bahagian. Tiga sampel yang pertama dipanaskan pada

suhu 450°C selama semalaman. Tujuan pembakaran yang pertama iaitu pada suhu 110°C adalah untuk mengewapkan kandungan air (H_2O) manakala prosedur yang kedua adalah untuk membuang kandungan karbon berorganik. Setiap sampel yang telah dipanaskan tadi kemudiannya ditimbang seberat 1.0 mg didalam bekas aluminium yang kecil dan seterusnya dibakar di dalam penganalisis CHNS tersebut untuk penentuan kandungan karbon, hidrogen, nitrogen dan sulfur. Perbezaan di antara dua nilai karbon yang dibakar pada suhu berlainan ini akan memberikan jumlah karbon organik bagi batuan tersebut.

Cerapan Mikroskopi Cahaya Balikan

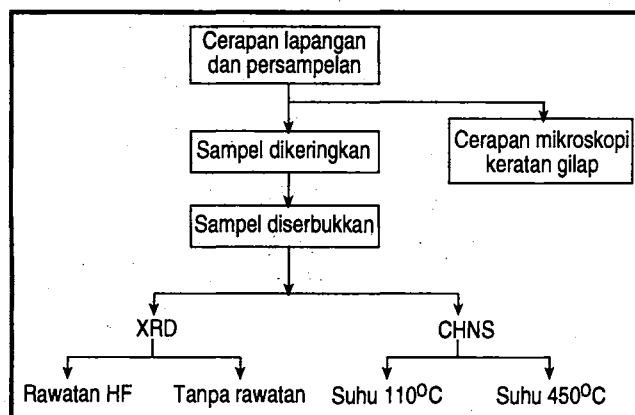
Keratan gilap sampel disediakan untuk memastikan kehadiran mineral grafit. Bagi menyediakan keratan gilap ini, sampel yang keras serta segar digunakan dan juga dipastikan bahawa bahagian yang berwarna hitam dipilih untuk digilap.

Langkah pertama penyediaan keratan gilap ini ialah dengan memanaskan sampel didalam oven supaya air dapat dikeluarkan dari rongga-rongga. Langkah ini bagi memudahkan proses pemotongan mengikut saiz yang dikehendaki. Sampel yang telah dipotong dimasukkan ke dalam acuan. Seterusnya, bancuhan resin dan bahan pengeras (hardener) dengan nisbah 45:90 dituang bersama ke dalam bekas yang mengandungi sampel. Aseton digunakan untuk mencairkan bancuhan supaya mudah memasuki rongga.

Sampel direndam di dalam bancuhan dan kemudiannya dimasukkan dalam vakum selama 24 jam. Sampel ini seterusnya digilap untuk meratakan serta melicinkan permukaannya. Keratan gilap yang telah siap ini dikaji dengan menggunakan mikroskop cahaya balikan. Mineral grafit piawai digunakan sebagai perbandingan.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

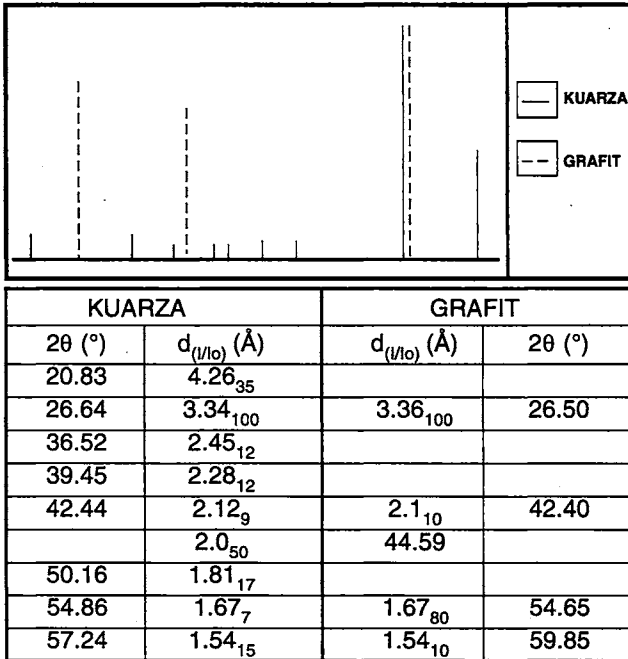
Berdasarkan kepada analisa XRD, CHNS dan juga cerapan mikroskopi cahaya balikan, diperolehi beberapa ciri-ciri sampel berwarna hitam dalam batuan metasedimen kawasan kajian. Kandungan mineralogi sampel tanpa rawatan menunjukkan kehadiran kuarza yang dominan, termasuklah sampel yang berwarna hitam. Difraktogram dalam Rajah 7 menunjukkan kehadiran puncak-puncak kuarza. Namun begitu, puncak pada 2.0\AA iaitu puncak grafit yang tidak bertindan dengan puncak kuarza tidak dapat dikesan untuk memastikan mineral grafit wujud bersama kuarza. Ada dua kemungkinan mengapa grafit tidak dapat dikesan setakat ini. Pertama, puncak-puncak XRD bagi grafit mungkin ditopeng oleh mineral kuarza yang mempunyai hablur sempurna dan kemungkinan kedua ialah bahan karbon belum mengablur membentuk grafit dan kaedah XRD tidak berkesan untuk mencirikannya. Kajian lanjutan menggunakan kaedah lain diperlukan, misalnya kemungkinan mineral grafit wujud sebagai fasa parakristalin.



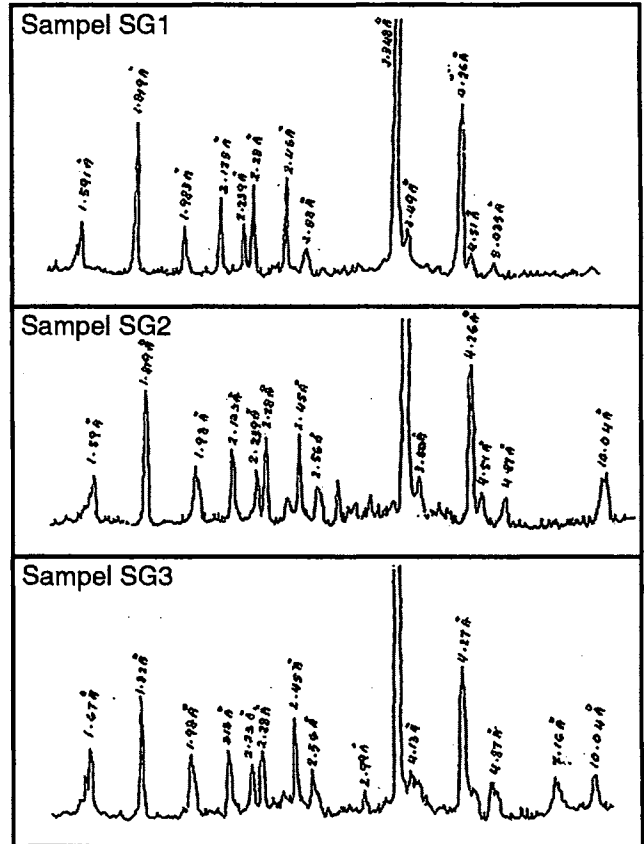
Rajah 4. Carta alir menunjukkan prosedur kajian yang membabitkan cerapan lapangan, persampelan dan analisis makmal yang perlu dilakukan dalam penentuan bahan berwarna hitam pada syis kuarza bergrafit.

Jadual 1. Jadual menunjukkan nilai unsur-unsur karbon, hidrogen dan sulfur dalam peratus bagi setiap sampel.

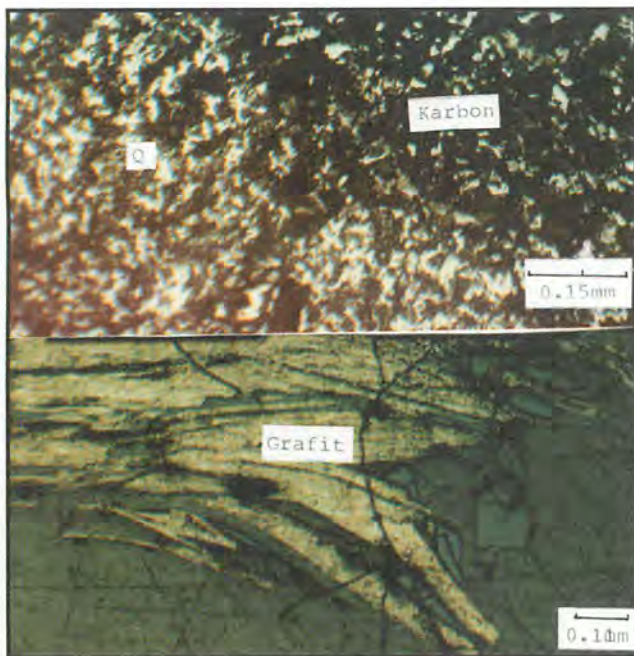
NO. SAMPEL	110°C			450°C			Karbon organik
	C (%)	H (%)	S (%)	C (%)	H (%)	S (%)	
SG1	4.90	0.32	0.03	0.02	0.17	0.08	4.89
SG2	1.21	0.26	0.67	0.14	0.61	0.09	1.07
SG3	0.37	0.69	0.04	0.31	0.42	0.17	0.06



Rajah 5. Templat piawai kuarza dan grafit. Perbandingan jarak kekisi-d kuarza dan grafit menunjukkan puncak-puncak utama grafit pada 3.36Å, 2.13Å, 1.67Å dan 1.54Å bertindan dengan puncak utama kuarza pada 3.43Å, 2.12Å, 1.67Å dan 1.54Å. Hanya puncak grafit pada 2.0 Å tidak bertindan dengan kuarza. Puncak ini dapat digunakan untuk menandakan kehadiran grafit.



Rajah 6. Difraktogram menunjukkan kehadiran puncak-puncak kuarza pada setiap sampel.



Rajah 7. Fotomikrograf perbandingan di antara bahan berwarna hitam berkarbon (atas) dengan mineral grafit piawai apabila dilihat menerusi mikroskop cahaya balikan (bawah).

Oleh itu, rawatan dengan menggunakan HF telah dijalankan untuk memisahkan kuarza dari grafit secara melarutkan kuarza dalam larutan HF. Namun begitu, eksperimen ini masih belum berjaya memisahkan atau menyahkan kuarza sepenuhnya kerana kehadiran mineral ini yang melebihi 80% di dalam batuan.

Hasil analisis CHNS pula ditunjukkan pada Jadual 1 yang menunjukkan kehadiran karbon di dalam sampel yang dikaji. Jumlah karbon organik bagi sampel SG2 dan SG3 adalah masing-masing 1.07% dan 0.06%. Sampel SG1 pula menunjukkan kehadiran karbon yang tinggi iaitu hampir 5%. Kehadiran karbon organik yang tinggi ini sepatutnya dapat dikesan oleh XRD sekiranya ia telah menghablur. Keputusan setakat ini menunjukkan bahawa

kehadiran karbon dalam batuan metasedimen di kawasan kajian masih bersifat maseral dan belum mencapai peringkat penghabluran sebagai mineral grafit.

Hasil daripada cerapan mikroskopi cahaya balikan dengan menggunakan keratan gilap pula menunjukkan bahan berwarna hitam tersebut tidak memperlihatkan ciri-ciri kewujudan mineral grafit berdasarkan perbandingan dengan keratan gilap mineral grafit piawai. Lazimnya, dengan menggunakan mikroskop cahaya balikan, grafit mempamerkan sifat jasad timbul yang jelas serta berwarna kuning kecoklatan seperti ditunjukkan pada Rajah 6. Rajah 7 pula menunjukkan perbandingan bahan hitam berkarbon di kawasan kajian dengan mineral grafit piawai. Mineral grafit menunjukkan jasad timbul yang tinggi serta berwarna kuning kecoklatan manakala keratan gilap sampel pula berwarna hitam sahaja.

KESIMPULAN

Berdasarkan pemerhatian lapangan serta hasil kajian sampel bahan berwarna hitam di dalam batuan syis Hawthornden, dapatlah dibuat kesimpulan bahawa bahan berwarna hitam tersebut bukan mineral grafit tetapi hanya karbon organik yang belum menghablur menjadi grafit. Walau bagaimanapun, kajian lanjut perlu dijalankan bagi menentukan cirian bahan berwarna hitam tersebut secara menyang kuarza sepenuhnya dan kemungkinan grafit wujud sebagai fasa parakristalin. Sehubungan dengan itu juga, kajian ini juga mencadangkan supaya dipertimbang kesan luluhawa yang berkemungkinan mengubah sifat berhablur bahan berkarbon kepada amorfus berkarbon.

RUJUKAN

- KHALID NGAH, 1972. *Brief Geology of the Seremban Area, Sheet 103*. Malaysia Geological Survey Annual Report, 86-91.
- RASHIDAH HJ. ABDUL KARIM, 1984. *Geologi, Petrologi dan Geokimia Batuan Syis Dinding, Daerah Hulu Kelang, Selangor*. Tesis Ijazah SmSn. (Kep), Universiti Kebangsaan Malaysia (tidak diterbitkan).

Manuscript received 10 March 2003