

## Fasies karbonat dan diagenesis di dalam batu kapur Bukit Bawah dan Bukit Taat, Kenyir, Ulu Terengganu

CHE AZIZ ALI, MOHD. SHAFEEA LEMAN & KAMAL ROSLAN MOHAMED

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

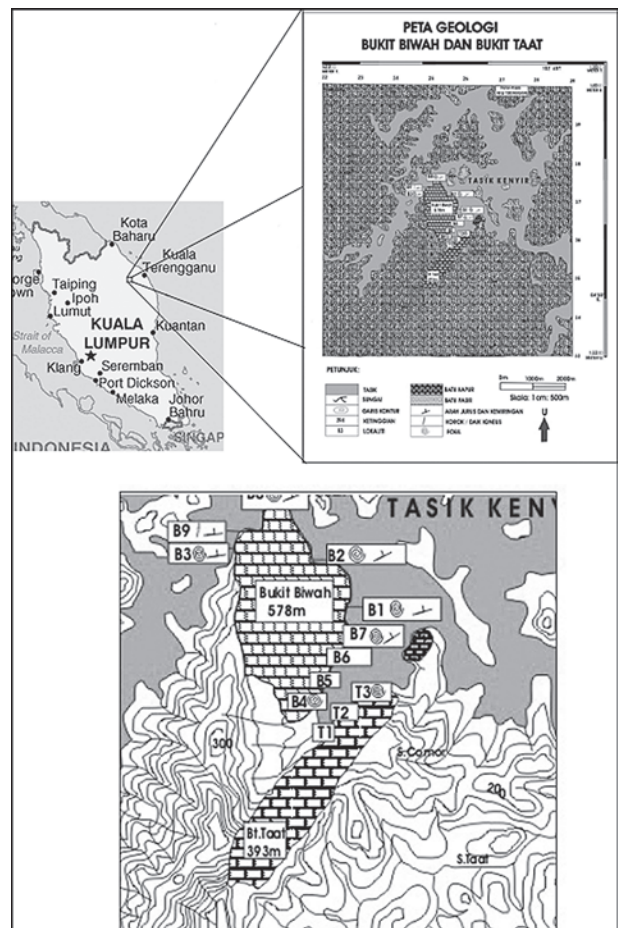
**Abstrak:** Batu kapur Bukit Bawah dan Taat yang terletak di Tasik Kenyir, Terengganu mewakili unit batu kapur yang terbentuk di zaman Perm. Komposisi batu kapur ini terdiri daripada batu lumpur, batu wak dan batu padat dengan sedikit batu butir. Butiran utama terdiri daripada kerangka organisma laut cetek (algae, foraminifera, bryozoa, fusulinid, brakiopod, bivalvia, gastropod dan karang). Sebahagian lagi daripada butiran dibentuk oleh bahan-bahan peloid. Batuan ini telah melalui beberapa tahap proses diagenesis yang melibatkan penyimenan semasa sedimen berada di dasar laut dan juga penyimenan yang telah berlaku selepas batuan tertimbus dalam. Di samping itu pendolomitan juga sangat lazim namun ianya tidak membentuk isipadu yang besar di dalam batuan. Kehadiran stilolit minor dan beramplitud rendah dan lipit perlarutan menunjukkan bahawa batuan tersebut tidak mengalami tekanan dan tegangan yang kuat.

**Abstract:** Limestones of Bukit Bawah and Bukit Taat, Kenyir Lake, Terengganu represent a limestone unit that was deposited during the Middle Permian. The limestone is made up of mudstone, wackestone and packstone with subordinate grainstone. The dominant grains comprise tests and shells of shallow marine organisms that dwelled on the sea bottom during the Permian (algae, foraminifera, bryozoa, fusulines, brachiopod, bivalve, gastropod and coral). Some other grains are made up of peloidal material. The rock has undergone several diagenetic processes including surface or near surface cementation when the sediment was at the sea bottom and also late burial cementation. Apart from that dolomitization seems to be very common though not pervasive. The presence of minor low amplitude stylolites and dissolution seams indicate that the rock unit has not experienced extreme pressure and deformation.

### PENDAHULUAN

Batu Bawah dan Bukit Taat (Rajah 1) yang terletak di Tasik Kenyir Ulu Terengganu merupakan dua bukit yang dibentuk oleh batu kapur yang berusia Perm Tengah (Fontaine, 1988). Kewujudan dua bukit batu kapur ini membentuk unit geologi dan geomorfologi tersendiri yang amat berbeza daripada batuan sekitarnya. Batuan sekitar terdiri daripada batuan sedimen klastik yang telah termetamorf gred rendah yang terdiri daripada sabak dan filit. Kehadiran kedua-dua bukit batu kapur yang berhampiran di antara satu sama lain ini seolah-olah merupakan hasil perubahan fasies yang berlaku semasa pemendapan.

Kewujudan unit batu kapur di dalam jujukan batuan klastik sebenarnya agak lumrah di Jalur Timur Semenanjung. Beberapa unit batu kapur yang setara dari segi kewujudan ialah batu kapur di Sumalayang Johor, Kg. Awah, Genting Jengka, Gunung Senyum dan Mengapur di Pahang (Basir Jasin & Che Aziz Ali, 1991). Kesemua unit-unit batu kapur tersebut telah dimendapkan semasa Perm berjulat dari Perm Awal hingga Perm Akhir. Kelaziman kewujudan yang sedemikian mencadangkan keadaan fizikal sekitar yang hampir sama dan meluas semasa Perm di Jalur Timur Semenanjung. Kertas ini akan cuba untuk melihat daripada aspek fasies batu kapur yang mungkin dapat membantu dalam mentafsir keadaan semasa pemendapan dan dengan demikian dapat digunakan untuk memahami keadaan fizikal sekitar semasa pemendapan.



Rajah 1. Peta lokaliti dan geologi kawasan Bukit Bawah dan Bukit Taat.

## KAJIAN TERDAHULU

Setakat ini tidak banyak kajian geologi yang dibuat terhadap kawasan sekitar Bukit Biwah dan Bukit Taat. Maklumat yang didapati adalah bersumberkan Peta Geologi Malaysia yang diterbitkan pada tahun 1988 yang menandakan bahawa batuan di kawasan tersebut adalah berusia sekitar Karbon dan Perm. Kajian terawal secara khusus terhadap batu kapur Bukit Biwah dan Bukit Taat telah dilakukan oleh Cumming (1965). Beliau melihat secara umum sifat-sifat petrografi batu kapur tersebut. Namun demikian beliau telah memberikan penekanan terhadap himpunan foraminifera yang telah memberikan usia batu kapur tersebut sebagai berusia Perm Tengah. Sementara Fontaine *et al.* (1988) telah memberi penekanan terhadap kandungan karang dan fusulinid yang terdapat di dalam batu kapur tersebut. Ini adalah disebabkan oleh kekeliruan yang timbul hasil daripada penemuan dua jenis fosil yang memberikan usia yang berbeza oleh Jones *et al.* (1966).

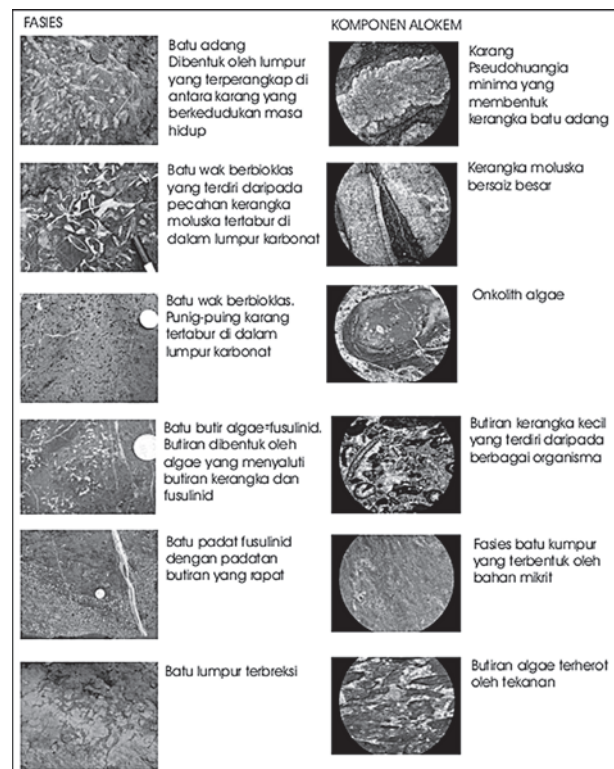
## GEOLOGI AM

Setakat ini boleh dikatakan hampir lapan puluh peratus daripada keseluruhan bumi Terengganu dibentuk oleh batuan yang berusia Karbon. Hal yang sama berlaku di bahagian Ulu Terengganu di mana sehingga kini hanya Bukit Biwah dan Bukit Taat sahaja yang terbukti berusia Perm Tengah sementara kawasan sekitarnya masih dianggap dibentuk oleh batuan yang berusia Karbon (Fontaine, 1988). Jika andaian ini betul maka batu kapur yang membentuk Bukit Biwah dan Bukit Taat seharusnya terletak secara tidak selaras dengan batuan sekitarnya. Namun demikian cerapan lapangan tidak menunjukkan wujudnya sebarang satah ketakselarasan di antara unit klastik dan karbonat, malahan kedua unit tersebut kelihatan berubah secara beransur. Cerapan ini seragam dengan laporan Chung (1962) yang menyatakan bahawa batu kapur Bukit Biwah yang berusia Perm menindih syal dan kuarzit yang berjulat usia dari Karbon hingga Perm Awal secara selaras.

Bukit Biwah dan Bukit Taat merupakan dua bukit yang terletak berhampiran yang dibentuk oleh batu kapur masif yang tidak memperlihatkan satah perlapisan dengan jelas. Namun demikian cerapan di bahagian timur Bukit Biwah dan singkapan di barat Bukit Taat menunjukkan bahawa bukit-bukit batu kapur tersebut dibentuk oleh lapisan-lapisan yang sederhana tebal hingga tebal yang berjurus hampir utara selatan dengan kemiringan lapisan sekitar 30°-40°. Kedua-dua bukit tersebut menunjukkan keselarasan dari segi jurus dan kemiringan. Ini membolehkan dibuat andaian bahawa kedua-dua bukit tersebut merupakan satu unit yang sama yang hanya terpisah oleh kewujudan satah ketakselarasan di antaranya.

Cerapan lapangan menunjukkan Bukit Biwah dan Taat dibentuk hampir keseluruhannya oleh batu kapur yang berwarna kelabu hingga kelabu cerah/hampir putih.

Bahagian bawah jujukan stratigrafi batu kapur ini bermula di bahagian selatan. Di bahagian tersebut terdapat perselangan di antara lapisan-lapisan batuan klastik dan batu kapur yang tidak tulen. Sela perantaran ini adalah sekitar 3-4 meter yang dibentuk oleh lapisan-lapisan yang ketebalannya berubah dari 4-10 sentimeter hingga 24 sentimeter. Lapisan-lapisan batu kapur dibahagian tersebut dibentuk oleh percampuran di antara sedimen kapur yang terdiri daripada lumpur kapur dan butiran kerangka serta bahan sedimen klastik. Terdapat dua lapisan batu kapur yang hampir keseluruhannya dibentuk oleh fusulina sebagai butiran utama yang tersusun membentuk perlapisan silang. Mendaki lebih tinggi ke bahagian atas jujukan, batuan ini diganti oleh satu sela perlapisan berkarang. Karang tersebut telah dilaporkan oleh Fontaine (1988) sebagai *Pseudoungia minima* (Rajah 2). Selain daripada karang, terdapat kerangka-kerangka makro yang lain seperti gastropod, sefalopoda dan brakiopoda. Lebih ke atas lagi di dalam jujukannya didapati perlapisannya menjadi kurang jelas mungkin disebabkan oleh keadaan lapisan yang masif dan tebal atau pun disebabkan oleh kedudukan perlapisan yang menegak. Namun demikian, cerapan mendapati kedudukan jurus dan kemiringan tidak terlalu berubah dengan mendadak. Di beberapa lokaliti di bahagian barat Bukit Biwah didapati kewujudan bioklas yang agak unik. Keunikan ini disebabkan oleh kehadiran cangkerang-cangkerang tebal dan bersaiz besar yang tersusun rawak di dalam matrik batu kapur yang lebih halus membentuk lapisan-lapisan yang berketebalan mencapai lebih dari satu meter. Cengkerang tersebut yang



Rajah 2. Fasies batu kapur dan komponen yang terdapat dalam batu kapur Bukit Biwah dan Bukit Taat.



telah terhablur semula melalui proses normorfisma kelihatan berwarna putih dengan ketumpatan yang tinggi. Saiznya berubah dari beberapa sentimeter hingga mencapai puluhan sentimeter (Rajah 3). Walaupun demikian fauna ini masih belum dapat dikenalpasti dan berkemungkinan merupakan spesies bivalvia atau brakiopoda yang baru. Warna batuan didapati berubah selaras dengan perubahan fasies batu kapur ini. Warna batu kapur ini didapati berubah dari putih, kelabu hingga gelap.

### KETERANGAN FASIES

Secara umum, batu kapur Bukit Biwah dan Bukit Taat merupakan batu kapur berbioklas yang kaya dengan bahan kerangka. Lapan puluh peratus daripada sampel yang dipungut terdiri daripada mikrofasis *batu padat*. Fasies-fasies yang lain wujud secara minor terdiri daripada batu lumpur kapur, batu wak, batu butir dan batu adang yang kewujudannya langka dan terhad. Bahan alokem yang membentuk batu kapur ini secara dominan dibentuk oleh butiran kerangka dan pecahan kerangka krinoid, moluska, algae, foraminifera kecil, fusulinid dan karang. Dari segi kekayaan butiran didapati algae adalah yang paling banyak diikuti oleh butiran krinoid, peloid, moluska, brakiopoda dan karang.

### Batu padat

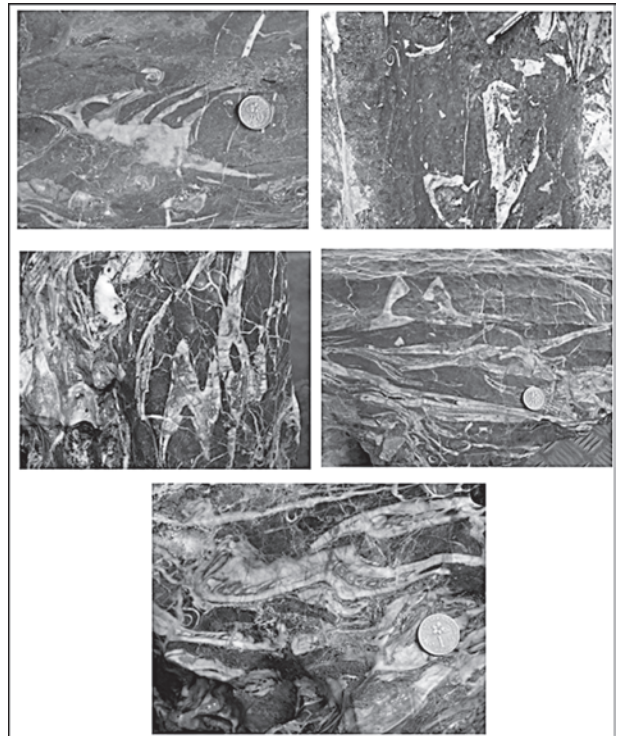
Batu padat di Bukit Biwah dan Bukit Taat dibentuk oleh butiran kerangka organisma yang tersusun padat terbaaur dengan lumpur kapur yang mengisi liang diantara butiran (Rajah 4). Jenis alokemnya mempunyai kepelbagaian yang tinggi terdiri daripada berbagai jenis butiran terutama algae, pecahan cangkang moluska, foraminifera, krinoid dan peloid. Hanya beberapa sampel daripada Bukit Biwah yang menunjukkan satu jenis batu padat yang dibentuk oleh cangkang moluska yang tebal dan besar. Kehadiran simen kalsit di dalam fasies ini amat terhad kecuali di dalam liang-liang intra butiran. Tiada kehadiran simen awal yang dicerap. Batuan ini boleh dikelaskan sebagai biomikrit terpadat.

### Batu Lumpur

Fasies batu lumpur yang terdapat di Bukit Biwah dan Bukit Taat berbeza daripada batu lumpur yang ditemui di tempat-tempat lain. Ia terdiri daripada bahan lumpur berkapur dengan kehadiran alokem yang sangat sedikit iaitu kurang daripada satu peratus.

### DIAGENESIS

Kumpulan batu kapur ini telah mengalami proses diagenesis yang ketara bermula daripada semenjak sedimen dimendapkan sehingga ia tertimbus di bawah permukaan yang dalam. Bukti-bukti proses diagenesis tersebut masih boleh dicerap di dalam sampel yang dipungut dengan menggunakan kajian petrografi (Rajah



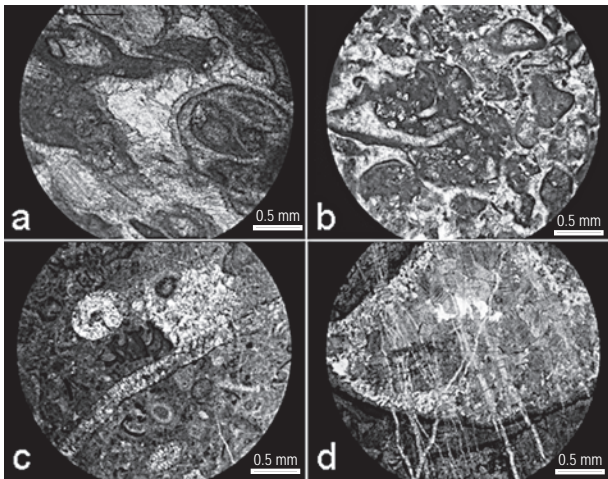
**Rajah 3.** Beberapa fotograf menunjukkan bahagian moluska (?) pada keratan yang berlainan.

4). Berdasarkan cerapan tersebut beberapa proses telah dikenalpasti iaitu penyimenan awal; pemikritan; penyimenan penimbunan; pendolomitan; penggantian oleh kuarza; dan neomorfisme.

*Penyimenan awal:* proses ini berlaku semasa sedimen dimendapkan di dasar laut dan dibantu oleh pergerakan air yang berterusan mengepam air ke dalam sedimen untuk membekalkan jumlah bahan simen yang cukup. Pada hari ini pemendapan simen berlaku dengan meluas di kawasan yang mempunyai arus yang aktif seperti di pesisir dan juga di tepian benua (Tucker & Wright, 1990). Daripada sampel yang dipungut didapati hanya sebahagian kecil daripadanya menunjukkan bukti penyimenan awal ini telah berlaku. Simen tersebut wujud sebagai lapisan simen kalsit berserat yang nipis menyelaputi dan mengikat butiran. Hablur kalsit ini berbentuk serut dengan satah kembaran berpasang dan mempunyai sempadan hablur yang tidak seragam. Sebahagian besar lagi batuan tidak menunjukkan sebarang kewujudan simen awal. Ini menunjukkan bahawa sekitarnya lebih merupakan sekitaran freatik marin yang tenang semasa berlakunya pemendapan.

*Pemikritan:* proses pemikritan yang melibatkan perubahan butiran menjadi fabrik yang lebih halus (mikrit) adalah lazim diperhati di dalam sampel batuan ini. Algae dan bryozoa merupakan butiran yang cepat mengalami pemikritan yang disebabkan pengorekan mikro oleh algae dan fungus.

*Penyimenan penimbunan:* simen yang terbentuk semasa penimbunan seperti yang diperhatikan di dalam batu kapur ini berbentuk spar kalsit jernih yang kasar



**Rajah 4.** Fitur-fitur diagenesis dicerap di dalam batu kapur Bukit Biwah dan Bukit Taat. a) Simen isopak awal, b) pendolomitan, c) penggantian kalsit oleh kuarza, d) simen mosaik kalsit terbentuk lewat mengisi cangkang.

berhablur sama saiz. Simen ini mengisi ruang-ruang liang yang terakhir yang masih tertinggal semasa batuan sedang mengalami proses pematuan.

*Pendolomitan:* beberapa sampel yang dikutip dari bahagian selatan Bukit Biwah didapati telah mengalami pendolomitan yang agak meluas. Dolomit tumbuh mengganti kalsit yang membentuk butiran kerangka organisma (Rajah 4). Hablur dolomit di dapati berwarna keperangan dan bersaiz kasar. Ini merupakan hablur dolomit yang terbentuk lewat. Fasies batuan di bahagian selatan Bukit Biwah yang mengandungi lebih banyak mineral lempung mungkin telah membekalkan air liang yang kaya magnesium semasa berlaku pematuan mineral lempung tersebut.

*Penggantian kalsit oleh kuarza:* fenomena ini berlaku di dalam beberapa sampel yang menunjukkan sesetengah butiran telah diganti oleh kuarza. Cerapan yang dilakukan menunjukkan penggantian hanya berlaku di dalam butiran, tidak di dalam matrik.

*Neomorfisme:* proses ini adalah proses lazim yang melibatkan perubahan mineralogi terutama butiran kerangka. Mineral kerangka asal telah diganti oleh mineral baru yang lebih kasar tanpa memusnahkan fabrik asal butiran. Telah dicerapkan di dalam beberapa sampel terdapat penggantian terutama oleh kuarza kalsidoni dan juga kalsit terhadap mineral asal butiran.

## SEKITARAN PEMENDAPAN

Berdasarkan perubahan fasies daripada bahagian bawah ke atas jujukan batu kapur Bukit Biwah dan Bukit Taat didapati ia mewakili jujukan pemendapan yang berterusan daripada jujukan klastik dan berubah secara beransur ke dalam jujukan karbonat. Perubahan yang beransur ini membayangkan perubahan sekitaran yang berlaku secara beransur-ansur semasa pemendapan. Mikrofases yang terdapat kebanyakannya terdiri daripada batu padat berbioklas dan batu wak berbioklas dengan

sedikit kehadiran fasies batu butir dan batu lumpur. Berdasarkan perubahan fasies didapati di bahagian bawah jujukan batu kapur keadaan sekitaran yang bertenaga agak tinggi semasa pemendapan fasies batu padat fusulinid. Ini dibuktikan oleh kehadiran struktur peralipan silang di dalam lapisan tersebut. Perubahan fizikal sekitaran dan pertambahan bekalan sedimen karbonat telah membolehkan sedimen karbonat dimendapkan beransur-ansur dan menjadi semakin dominan ke bahagian atas jujukan. Tidak diketahui dengan jelas faktor yang mengawal perubahan tersebut, namun kewujudan fosil karang berkoloni yang banyak di bahagian bawah telah menyokong keadaan air laut yang kaya dengan bekalan bahan karbonat. Pada masa tersebut, kehadiran karang berkoloni dan algae mampu bertindak sebagai pemerangkap dan pengikat sedimen yang baik. Ketidakwujudan penyimenan di dalam batuan menunjukkan bahawa keadaan sekitaran adalah pada kebanyakan masa bertenaga rendah kecuali di beberapa ketika keadaan sekitaran bertukar menjadi bertenaga tinggi yang memendapkan sedimen berfasies batu butir terutama di bahagian atas jujukan di Bukit Taat.

## KESIMPULAN

Kajian ini mendapati bahawa Batu Kapur Bukit Biwah dan Bukit Taat merupakan jasad batuan yang terbentuk di dalam sekitaran yang agak tenang pada masa pemendapannya. Bukti fasies dan diagenesis menyokong tafsiran ini. Kehadiran beberapa jenis karang terpisah dan karang berkoloni tidak membentuk jasad terumbu yang tegar. Malahan kehadiran algae yang banyak dan kekayaan serpihan-serpihan krinoid mencadangkan sekitaran semasa pemendapan sebagai bonggolan lumpur-algae (algal mud mound) yang bertindak sebagai tempat pengumpulan/perangkap sedimen karbonat. Bukti-bukti diagenesis yang didapati daripada kajian petrografi juga menunjukkan bahawa batuan karbonat Bukit Biwah dan Bukit Taat tidak mengalami penyimenan awal yang meluas yang boleh dikaitkan dengan keadaan tenaga yang tinggi. Berdasarkan bukti-bukti mikrofases dan petrografi adalah selamat untuk ditafsirkan bahawa pengumpulan sedimen tersebut telah berlaku di atas pelantar yang cetek terletak di bawah paras dasar ombak yang biasa.

## PENGHARGAAN

Kajian ini telah dilakukan dengan menggunakan vot IRPA 02-02-02-0012 EA186. Kami juga mengucapkan jutaan terima kasih di atas batuan lojistik yang telah disediakan oleh pihak Perbadanan Kemajuan Terengganu Tengah (KETENGAH) dan pihak Petang Island Resort.

## RUJUKAN

- BASIR JASIN & CHE AZIZ ALI, 1991. Some Foraminifera from the Permian Limestone, Bukit Mengapur, Pahang Darul Makmur. *Sains Malaysiana*, 43-54.
- CHUNG, S.K., 1962. Geology and mineral resources of *Geological Society of Malaysia, Bulletin 49*

- central Terengganu. (unpublished)
- JONES, C.R., GOBBETT, D.J. & KOBAYASHI, T., 1966. Summary of fossil record in Malaya and Singapore. *Geol. Paleont. Southeast Asia* 2, 301-359.
- CUMMING, R.H., 1965. Notes on the Malayan limestones. *Overseas Geol. Min. Res.* 9(4): 418-426.
- FONTAINE, H., KHOO, H.P. & VANCHARD, D., 1988. *CCOP Newsletter* Vol 13, 17-18.
- FONTAINE, H., 1988. Some Permian corals from East Peninsular Malaysia: associated microfossils, palaeogeographic significance. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences* Vol.2(2): 65-78.
- TUCKER, M.E. & WRIGHT, V.P., 1990. *Carbonate sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 482p.



*Manuscript received 29 March 2004*  
*Revised manuscript received 11 October 2004*

