

Amber Merit Pila

TANOT UNJAH¹, IBRAHIM KOMOO¹ DAN DANA BADANG²

¹Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI)
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor

²Jabatan Mineral dan Geosains Sarawak

Abstrak: Amber Merit Pila dijumpai bersama-sama lapisan arang batu di dalam batuan sedimen Formasi Nyalau. Pada masa ini arang batu sedang dilombong dan amber telah dikeluarkan sebagai bahan sisa perlombongan. Amber Merit Pila merupakan satu-satunya lokaliti jumpaan amber yang bermakna. Kehadiran amber menunjukkan kepelbagaian yang tinggi, khususnya daripada aspek saiz, warna dan tekstur dalaman. Satu daripada amber seberat 23 kg telah dikeluarkan daripada lombong ini dipercayai yang terbesar di dunia. Amber Merit Pila bernilai warisan tinggi, terutamanya daripada perspektif saintifik dan estetik. Satu bentuk pemuliharaan berinovatif perlu diperkenalkan untuk menghindar kita dan generasi akan datang kehilangan sumber warisan negara yang unggul ini.

Abstract: Merit Pila amber was formed together within a layer of coal in the Nyalau Formation. At present, as the coal is being mined, the amber is being extracted as a waste by-product. Merit Pila amber is an extremely significant discovery. The presence of the amber underlines its high diversity, specifically from the perspective of size, colour and internal texture. One of the ambers which has been extracted weighs 23 kg, believed to be the biggest in the world. As a heritage, Merit Pila amber has tremendous heritage value, especially from the scientific and aesthetic perspective. An innovative conservation method has to be developed to ensue that we and future generations will not be deprived of this unique earth heritage.

PENGENALAN

Amber merupakan resin tumbuhan kuno yang telah mengalami polimerisasi dan oksidasi progresif terhadap komponen organik, khususnya pengoksigenan pada bahan karbonnya. Resin adalah bahan aromatik yang dirembeskan oleh pokok dan juga pengisi dalaman fisur yang memerangkap debris, biji benih, daun, bulu dan juga serangga. Rembesan resin pada tumbuhan berlaku kesan pelbagai tindakan untuk perlindungan, khususnya daripada serangan serangga perosak. Ia juga dihasilkan sebagai biproduk semasa proses pertumbuhan; kawalan desikasi melalui penutupan daun dan batang; tambahan kepada pembiakan dan tarikan kepada serangga pembiak; dan reaksi terhadap petir dan cuaca. Penjelasan terperinci mengenai amber boleh dirujuk dalam, umpamanya Platt (2000) dan Aber (2002).

Dari perspektif geologi amber merupakan fosil resin yang terawet di dalam batuan sedimen ketika pengendapannya. Ia tidak sahaja penting sebagai bahan berharga yang menarik dan bernilai estetik untuk perhiasan dan batu permata, tetapi sebahagiannya dapat memerangkap haiwan kuno dan menghasilkan fosil terawet sangat sempurna untuk kajian saintifik.

Kajian ringkas kehadiran amber di Merit Pila, Sarawak telah dilakukan dan didapati tapak beramber ini mempunyai nilai warisan yang tinggi, sesuai diperkenalkan sebagai geotapak dan dipulihara sebagai khazanah geologi. Amber berasosiasi dengan arang batu yang pada masa ini sedang aktif di lombong. Sebahagian besar daripada amber telah diasingkan daripada arang batu dan dilonggokkan sebagai

'bahan buangan' lombong. Kertas ini akan menghuraikan beberapa aspek geologinya, kepelbagaian, nilai warisan dan cadangan pemuliharaan geotapak Amber Merit Pila.

GEOLOGI DAN KEDUDUKAN

Amber dijumpai di dalam batuan sedimen Formasi Nyalau dan kelihatan berasosiasi dengan perlapisan arang batu Merit Pila. Kedudukan formasi batuan beramber terletak di bahagian utara Batang Rajang lebih kurang 50 km ke arah timur dan 75 km dari pekan Kapit (Rajah 1).

Kajian geologi sekitar kawasan ini telah dilakukan oleh Wolfenden (1960) dan Liaw *et al.* (1995). Batuan beramber di sekitar kawasan ini telah dinamakan sebagai batuan Formasi Nyalau. Formasi Nyalau berusia Miosen (5-24 juta tahun) dan dibentuk oleh fasies sedimen endapan daratan. Batuan Formasi Nyalau terdiri daripada siri perlapisan batu pasir, syal, lapisan arang dan konglomerat. Ketebalan keseluruhan Formasi Nyalau yang terendap di kawasan ini dianggarkan sekitar 1,000 m. Bagaimanapun, di bahagian berhampiran Bintulu batuan ini mempunyai ketebalan mencapai 5,000 m.

Formasi Nyalau di Merit Pila boleh dibahagikan kepada lima unit stratigrafi iaitu batu pasir bawah, arang batu bawah, batu pasir tengah, arang batu atas dan batu pasir atas. Arang batu beramber dijumpai bersama dengan lapisan arang batu dan kehadirannya berbentuk kekanta pelbagai saiz.

Wan Hasiah Abdullah (2002) melalui kajian petrologi organik terhadap arang batu menafsirkan arang batu ini terbentuk pada sekitaran endapan *hypotochthonus*.

Endapan ini berlaku akibat pengendapan bahan sedimen yang terhad pada struktur graben dan menyebabkan sedimen terendap berdekatan dengan puncanya. Keadaan morfologi sekitar pengendapan adalah perbukitan rendah yang beralun. Dalam keadaan tertentu, i.e. musim banjir umpamanya, takungan air akan membentuk sekitaran paya yang luas. Keadaan begini menyebabkan tumbuhan yang tumbuh sekitar kawasan ini telah mengeluarkan resin dengan jumlah yang banyak bagi tujuan perlindungan daripada kulat.

Pengendapan tumbuhan dan resin ini akhirnya ditutupi oleh bahan berpasir yang lebih kemudian. Endapan bahan

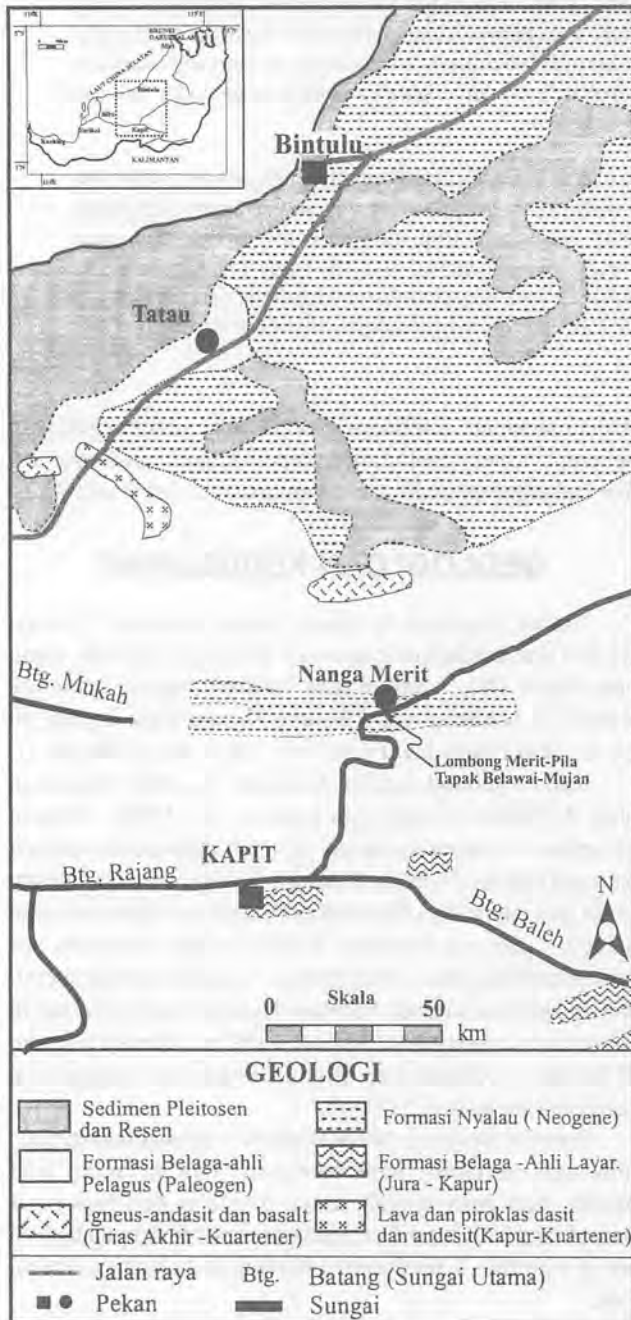
berpasir ini telah menghasilkan mampatan dan tekanan terhadap tumbuhan sehingga membentuk arang batu dan resin terpadat membentuk lensa yang akhirnya menjadi amber.

Kajian geologi oleh Liaw *et al.* (1995) dan hasil pemetaan beliau ditunjukkan pada Rajah 2. Struktur batuan Formasi Nyalau mengandungi beberapa siri sesar. Aktiviti sesar utama membentuk fitur sesar normal di selatan dan pengangkatan di bahagian utara yang menhasil fitur graben. Bahagian blok utara graben ini telah mengalami erosi, akibatnya strata sedimen yang kelihatan sekarang hanya berada di bahagian selatan. Bahagian utara formasi ini disempadani oleh ketakselarasan batuan ahli Pelagus Formasi Belaga. Singkapan Formasi Belaga di kawasan ini kelihatan terlipat ketat dengan kemiringan yang curam. Litologinya berkompposisi batu pasir, argilit dan greiwak yang kebanyakannya telah mengalami metamorf sederhana. Bahagian selatannya disempadani oleh sesar yang dikaitkan dengan canggaan pada batuan dasar. Sempadan di bahagian timur dan barat dipisahkan oleh baji blok-blok batuan dasar yang telah terangkat.

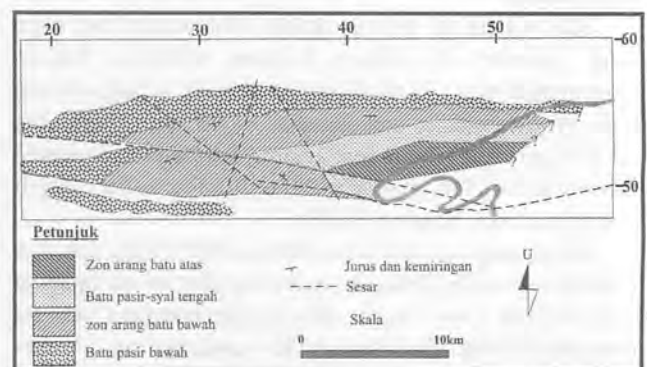
Berasaskan tafsiran fotoudara beberapa set lineamen geologi telah dikenalpasti, sebahagian daripadanya boleh dikaitkan dengan zon sesar utama. Perbezaan peringkat penyusutan menyebabkan struktur kawasan ini agak kompleks. Secara umum arah sesar mengikut keutamaan adalah baratlaut-tenggara, membentuk sempadan sesar di selatan dan sesar Beradai di bahagian tengah. Zon sesar berarah timurlaut-baratdaya berkeadaan selari dengan kekar utama pada batuan dasar dan orientasi umum Formasi Nyalau. Sesar Beradai telah menyebabkan pengangkatan lapisan arang batu bawah ke arah selatan dengan pisahan mencapai beratus meter, ke arah barat dan semakin mengurang ke arah timur sehingga menyebabkan zon lapiasan arang batu bawah didedahkan semula.

PERLOMBONGAN ARANG BATU

Arang batu beramber di Merit Pila sedang dilombong di kawasan lombong Beradai dan Belawai Mujan (Rajah 3). Lombong ini boleh dihubungi melalui jalan sungai dari



Rajah 1. Geologi Formasi Nyalau dibahagian tengah Sarawak. Formasi Nyalau beramber di Merit Pila membentuk satu blok batuan terasing yang sempit dan memanjang.



Rajah 2. Peta geologi terperinci batuan Formasi Nyalau yang mengandungi amber dan berisosiasi dengan lapisan arang batu. Peta dipetik dari Liaw *et al.* (1995).

pekan Kapit ke jambatan simpang Sg. Rh, dan dari sini mengikuti jalan darat ke utara sehingga ke Nanga Merit.

Penyiasatan terhadap sumber arang batu telah dilakukan oleh Liaw *et al.* (1987, 1995). Berdasarkan kajian ini arang batu di Merit Pila (Blok Merit Selatan) adalah berkualiti tinggi dengan kadar pembakaran bersih pada tahap kalori biasa. Ia berada dalam taraf B sub-bitumin berdasarkan American Standards for Testing Materials (ASTM). Kebanyakan arang batu ini berwarna hitam, bersifat keras dan dengan kilauan yang terang berkilat serta pecah secara konkoidal.

Daripada siri evaluasi terhadap mineral sekitar kawasan ini longgokan arang batu dianggarkan berjumlah 250 juta tan. Berdasarkan kajian evaluasi spesifik seperti di Blok Merit Pila sebanyak 3.36 juta tan longgokan arang batu atau 34% mempunyai potensi untuk dilombong secara terbuka manakala 6.5 juta tan lebih sesuai dilombong menggunakan kaedah terowong bawah tanah. Sejak itu, arang batu di sini telah dilombong dengan keseluruhan tapak operasi perlombongan mencapai 260 km². Pada masa ini perlombongan ditumpukan kepada operasi lombong terbuka yang melibatkan pengupasan bahan sedimen permukaan menggunakan jentera berat.

Pengumpulan arang batu dilakukan secara mekanikal iaitu dengan mengorek lapisan arang batu yang terdedah dan memindahkan terus ke dalam lori sebelum dibawa ke terminal pemrosesan. Proses pengorekan lapisan ini kerap

kali memecahkan lapisan amber yang terbentuk selari dengan arang batu. Bagi mengekalkan komposisi arang batu berkualiti tinggi, proses pengisihan amber dilakukan di terminal pemrosesan sebelum ia diangkut melalui Batang Rajang untuk kegunaan janakuasa elektrik.

KEPELBAGAIAN GEOLOGI

Sumber geologi boleh dilihat daripada perspektif sumber berekonomi dan sumber bernilai warisan. Dalam konteks sumber bernilai warisan, kepelbagaian geologi di lombong arang batu Merit Pila ini terdiri daripada beberapa sumber kepelbagaian iaitu jujukan Formasi Nyalau berarang batu, lapisan arang batu, lapisan berfosil kayu, dan kehadiran amber. Amber jarang dijumpai di negara ini dan kehadirannya tidak sahaja penting sebagai sumber warisan saintifik (geologi) tetapi penting dalam konteks sumber warisan estetik (batu-permata sebagai hiasan).

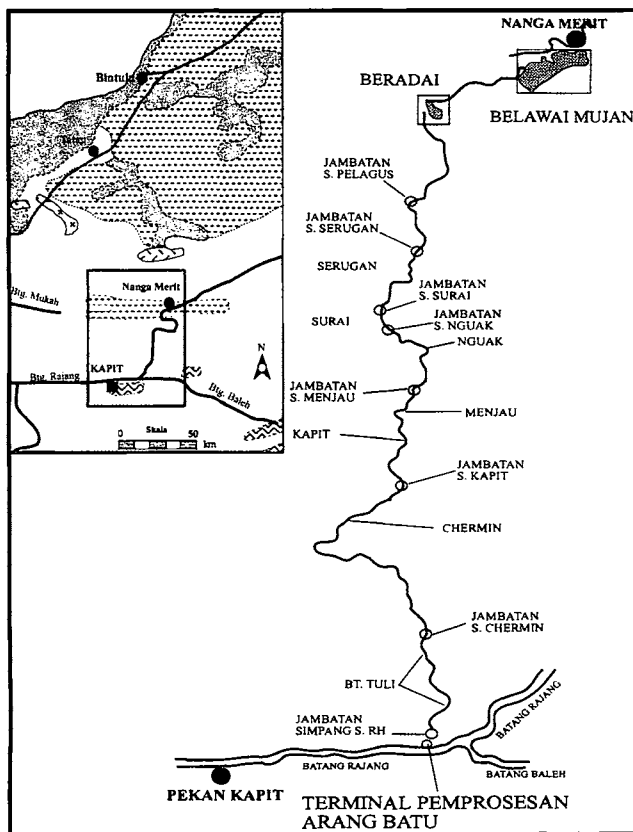
Batuan Formasi Nyalau disekitar kawasan ini terdiri daripada unit batu pasir atas, zon arang batu atas, batu pasir-syal tengah, zon arang batu bawah dan unit batu pasir bawah (Rajah 4). Stratigrafi batuan ini dapat dilihat dengan baik sekitar Blok Merit Selatan dan blok Musa. Kewujudan lapisan yang mencapai 100 m ini merupakan singkapan batuan stratotip bagi batuan Formasi Nyalau di Kapit.

Kehadiran lapisan arang batu berkualiti tinggi seperti yang dijumpai di kawasan ini juga merupakan sumber geologi yang jarang terdapat di negara ini (Rajah 5a). Walaupun sesuai sebagai sumber komoditi, khususnya sebagai bahan bakar bagi menghasilkan tenaga, asosiasi dan asal mula arang batu merupakan sumber pengetahuan yang penting untuk geologi ekonomi dan sesuai sebagai bahan pendidikan awam. Beberapa lapisan arang batu dijumpai berselanglapis dengan batuan sedimen Formasi Nyalau, tertabur seluas sekitar 260km² dengan ketebalan boleh mencapai hingga 2 m (Liaw *et al.*, 1987; Schlee *et al.*, 1995).

Hampir keseluruhan tumbuhan yang mati dan tertimbus dalam sedimen mengalami diagenesis dan membentuk arang batu namun pada sesetengah kawasan digenesis pada kayu ini lebih kepada pengisihan pada sel kayu dan mengekalkan bentuk dan tekstur kayu. Diagenesis bentuk pengisihan meninggalkan fosil kayu yang berbagai bentuk. Di lapangan fosil kayu yang dijumpai terdapat dalam bentuk tunggul, batang dan juga dahan kayu. Kehadiran fosil kayu ini merupakan rekod jenis tumbuhan dan evolusi batuan disekitar lombong arang batu (Rajah 5b).

KEPELBAGAIAN AMBER

Sumber fosil amber terbentuk selari dengan perlapisan arang batu. Lapisan amber wujud dalam bentuk lensa dan nodul yang bersaiz umumnya antara 1 hingga 10 cm dan mempunyai lapisan yang mencapai 123m. Kebanyakan amber berwarna merah gelap dan kekuningan serta mempunyai sifat pecah bersudut dan konkoidal. Terdapat



Rajah 3. Peta kedudukan lombong arang batu Merit Pila yang mengandungi amber.

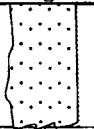

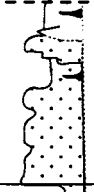
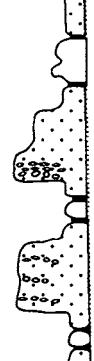


beberapa jumpaan amber yang tebalnya sekitar 0.2 m dengan lebar 2.5 m dan panjang mencapai 1.5 m, dipercayai merupakan amber yang terbesar pernah dijumpai di dunia (Schlee *et al.*, 1992). Berdasarkan kajian Liaw *et al.* (1987) dianggarkan daripada 8-15 juta tan arang batu sebanyak 2% atau 2,000 juta tan amber boleh dikeluarkan dalam tempoh setahun dan ini merupakan jumlah yang besar berbanding pengeluaran amber seluruh dunia. Amber ini boleh terdiri daripada keseluruhan bahan asal resin atau mengandungi bahan resin dan matrik. Amber yang terdiri daripada resin sahaja menunjukkan kepelbagaian warna dan tekstur yang tinggi.

Di lapangan amber kelihatan berwarna perang, merah gelap dan kekuningan (Rajah 6). Kajian oleh Schlee *et al.* (1992) mendapati amber yang telah dikilatkan berwarna putih, hitam, lutsinar, merah jambu, jingga, merah, kuning

kehijauan, biru (di sesetengah tempat), ungu (biru-merah), 'ochre' (warna pasir), perang-kuning lutsinar dan kombinasi warna yang dinyatakan di atas. Warna amber biasanya dikaitkan sebagai penunjuk asalan geografi dan kebanyakan amber dari Borneo mempunyai retinit perang gelap dan opaque. Kepelbagaian warna amber di Merit Pila adalah tinggi dan setara dengan kepelbagaian warna amber yang dijumpai di kawasan Baltik dan Republik Dominican (Platt, 2000).

Amber Merit Pila tidak sahaja menunjukkan kepelbagaian warna tetapi turut menunjukkan sifat kepelbagaian tekstur. Antara tekstur yang dijumpai ialah tekstur air mata, gegelang hitam, agate, kabut, cengkerang kura-kura, padat dan bintik putih.

Tekstur air mata paling lazim dijumpai dalam amber Merit Pila. Tekstur ini kelihatan hampir seperti pensil atau

Unit	Log Litologi	Ketebalan (m)	Penjelasan
Batu pasir atas		>60	Kebanyakannya batu pasir dan mudah terhakis
Zon arang batu atas		110-120	Terdiri daripada lapisan batu lumpur hingga batu lodak, batu pasir merupakan kekanta. Tempat terbentuknya 11 lapisan arang batu
batu pasir-syal tengah		100-115	Terdiri daripada batu pasir dengan pertambahan lumpur dan tanah liat keatas; merupakan tempat bagi 12 lapisan arang batu; menunjukkan perubahan fasies yang cepat secara lateral. Sempadan dengan zon arang batu atas tidak dapat ditentukan.
Zon arang batu bawah		180-310	Terdiri daripada lapisan batu lumpur hingga batu pasir dengan lapisan konglomerat yang mencapai 20m tebal dibahagian tengah. Mengandungi sejumlah 18 lapisan arang batu.
Batu pasir bawah		±160	Konglomerat bersaiz kobel dengan ketebalan 10-20cm membentuk dasarnya. Selebihnya merupakan batu pasir dengan lensa konglomerat atau antara lapisan.
Ahli Pelagus		?	Mengalami perlipatan yang rencam. batu lumpur, syal, batu pasir dengan kemiringan yang tinggi; filit dan sabak tertabur diantaranya.

Rajah 4. Unit stratigrafi Formasi Nyalau di kawasan lombong arang batu beramber di Merit Pila (Liaw *et al.*, 1995).

cacing tanah dan pada keratan rentas amber ia kelihatan berbentuk sarang lebah. Pembentukan tekstur air mata pada amber dikaitkan dengan sifat aliran resin semasa rembesannya.

Pada sesetengah bahagian resin ini masih tertinggal dalam pokok asalnya yang telah menjadi fosil kayu. Resin yang tertinggal ini kelihatan seperti gegelang berwarna gelap sehingga ia dikenali sebagai gegelang hitam. Aliran resin terhad yang tidak sekata pada tempat yang sama menghasilkan tektur seperti agate. Keadaan ini berbeza dengan aliran resin yang banyak dan homogenus. Resin jenis ini mempunyai tektur padat dan tidak mudah pecah.

Aktiviti luaran turut mempengaruhi tekstur amber seperti pemanasan dan tekanan ketika pembentukan lapisan arang batu. Keadaan ini menghasilkan tekstur terkercau dan kelihatan berkabut. Aliran larutan berasid dalam sediment juga telah menyebabkan terhasilnya tekstur bintik putih pada amber. Bintik putih lazimnya terbentuk hasil tindakan sumber beralkohol atau mempunyai asid asitik. Warna putih ini menunjukkan terdapatnya perbezaan komposisi resin yang membentuk amber.

Amber jenis gabungan resin dan matrik menunjukkan tekstur dan warna yang berbeza. Tekstur dan warna ini umumnya dipengaruhi oleh sifat matrik. Matrik terdiri daripada bahan asing yang tidak berwarna. Bagaimanapun, titisan resin merah-keperangan membuatkan kelihatan

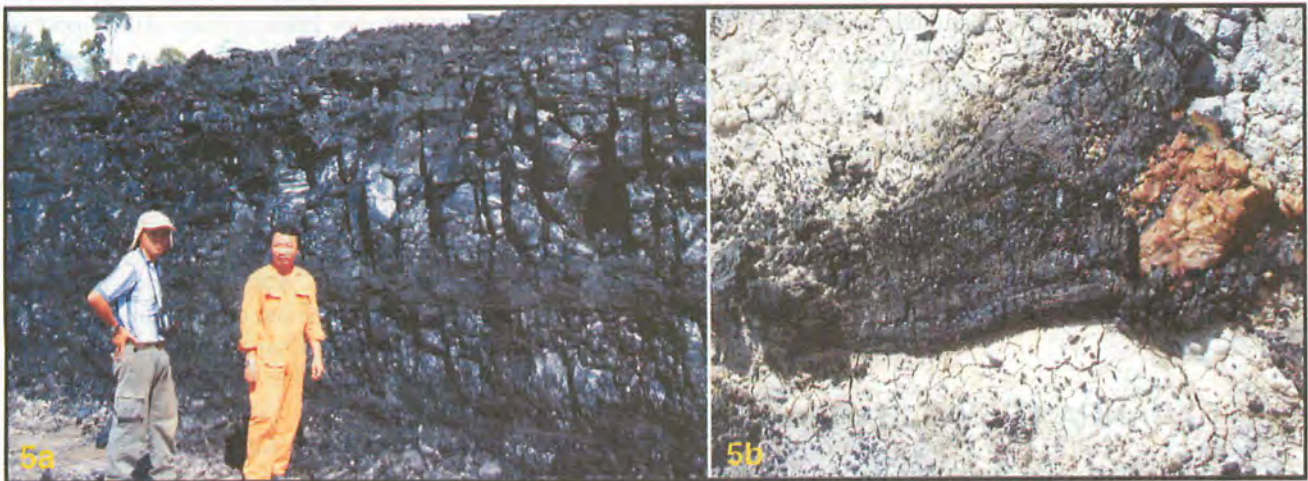
seperti merah jambu atau lebih gelap bergantung kepada jumlah dan ketumpatan titisan. Titisan yang membentuk matrik mempunyai tekstur oval seperti telur. Ia kelihatan seperti lubang atau gelembung yang memenuhi ruang yang penuh dan padat. Matrik dalam amber merit pila turut mempunyai bentuk kepingan (Schlee *et al.*, 1992).

NILAI WARISAN

Amber Merit Pila dan batuan yang berasosiasi dengannya mempunyai nilai warisan, khususnya nilai saintifik dan estetik yang tinggi. Dalam konteks khazanah saintifik, khususnya sebagai rekod penting untuk penyelidikan dan pengajaran, komponen berikut boleh diperkenalkan sebagai kepelbagaian yang bernilai warisan:

- Kepelbagaian Amber Merit Pila;
- Keratan Stratigrafi Formasi Nyalau Berarang Batu dan Beramber;
- Fosil Kayu dan Beberapa Lokaliti Berfosil Kayu; dan
- Lombong Arang Batu Merit Pila.

Perbincangan dalam kertas ini hanya akan ditumpukan pada kepelbagaian Amber Merit Pila. Amber merupakan bahan geologi bernilai estetik yang jarang jumpaannya. Di Malaysia, Merit Pila merupakan satu-satunya tapak amber dijumpai secara meluas. Selain itu, amber di tapak ini menunjukkan kepelbagaian saiz, warna dan tekstur yang tinggi.



Rajah 5. Fotograf menunjukkan kehadiran (a) Lapisan arang batu; (b) fosil kayu di kawasan Merit Pila.



Rajah 6. Fotograf menunjukkan beberapa kepelbagaian amber yang berisosiasi dengan lapisan arang batu di kawasan lombong Merit Pila.

Amber dalam lapisan arang batu di sekitar Merit Pila terbentuk pada sekitaran paya lembab di terain perbukitan rendah (Wan Hasiyah Abdullah, 2002). Pengendapan berlaku pada sekitaran tasik dan paya lembab yang didasari oleh batuan berstruktur separa graben dan menerima pengaruh *brackish-water* (Wolfenden, 1960; Tate, 1976; Morley, 2000). Perubahan sekitaran ini telah menyebabkan tumbuhan mati dan tertimbus sebagai sedimen. Pengendapan lapisan lewat Formasi Nyalau unit batu pasir atas menutupi sedimen ini dan telah menyebabkan perubahan suhu dan mampatan yang menukarkan sifat tumbuhan kepada arang batu.

Proses perubahan sekitaran menyebabkan tumbuhan *dipterocarps* membebaskan resin bagi tujuan perlindungan daripada fungi. Resin yang terbebas ini terkumpul di antara tumbuhan yang mati dan tidak mengalami pergerakan akibat sekitaran yang terhad oleh struktur graben. Proses diagenesis terhadap batuan arang batu turut memberikan kesan terhadap resin dengan mengubah sifatnya menjadi amber. Sesejumlah amber yang dijumpai di kawasan ini mempunyai saiz yang luarbiasa iaitu 1.25 m panjang dengan tebal sehingga 20 cm. Salah satu sample amber terbesar yang telah diambil dari kawasan ini mempunyai berat sekitar 23 kg (merupakan rekod amber terbesar di dunia) (Schlee, 1992). Sebahagian daripada amber ini telah di simpan Pejabat Jabatan Mineral dan Geosains Sarawak. Kuantiti amber dalam arang batu adalah tinggi, dan mengikut kadar pengeluaran arang batu semasa, sebanyak 2,000 hingga 5,000 tan amber boleh dihasilkan dalam setahun.

Amber di Merit Pila juga menunjukkan sifat yang unik dengan boleh larut dalam tupertine dan gasoline serta bertindak terhadap alkohol dengan membentuk warna putih. Sifat ini tidak biasa berlaku dalam amber malah peringkat amber iaitu copal yang lebih muda juga tidak menunjukkan sifat yang sama. Penafsiran setakat ini hanya boleh dilakukan terhadap tindakbalas amber dengan alkohol yang menghasilkan bintik putih akibat ketidaksetaraan atau ketidakseimbangan komposisi resin yang membentuk nodul amber.

CADANGAN PEMULIHARAAN

Pemuliharaan Amber Merit Pila memerlukan pendekatan gabungan dan berinovatif. Beberapa pendekatan boleh diperkenalkan, bagaimanapun, satu kajian yang menyeluruh diperlukan untuk menyediakan pelan pemuliharaan terperinci.

Pada peringkat awal, keseluruhan kawasan berarang batu dan beramber di Merit Pila boleh diisytiharkan sebagai geotapak Amber dan Arang Batu Merit Pila. Pengisytiharan ini membolehkan dasar perlombongan diperkemas dengan mengambilkira urusan eksploitasi dan pemuliharaan secara terimbang. Dalam konteks ini beberapa langkah kawalan dan subsidi perlu diwujudkan bagi menjamin bahan

geologi (amber dan fosil kayu) bernilai warisan tinggi dan unggul terpelihara.

Pendekatan gabungan pemuliharaan *in situ* dan *ex situ* boleh dipertimbangkan bagi menjamin sebahagian daripada khazanah ini terpelihara dan dapat kita kongsi bersama dengan beberapa generasi akan datang. Pemuliharaan *ex situ* melibatkan institusi 'muzium amber' atau 'muzium alam semulajadi' bersama pasukan kuratornya. Pada masa ini sebuah muzium mini telah diwujudkan di Fort Sylvania, Kapit oleh Tun Jugah Foundation yang mempamerkan sejumlah artefak sumbangan Kojang Kabang dan James Loh. Kerja persampelan yang berterusan, kajian dan penyelidikan membolehkan pelbagai aspek pengetahuan mengenai amber diperolehi dan sebuah muzium amber dibangunkan sebagai gedung ilmu, koleksi negara dan tempat lawatan para pelancong.

Pemuliharaan *in situ* memerlukan perancangan yang lebih rapi. Perlu ada wawasan supaya lombong yang masih beroperasi ini apabila luput tempuh perlombongannya dijadikan tapak Taman atau Monumen Geologi sebagai menyahut gagasan gabungan pemuliharaan dan ekopelancongan. Pemetaan sumber warisan geologi perlu dilakukan secara terperinci dan pelan pemuliharaan *in situ* disediakan. Ini membolehkan kerja perlombongan dilakukan secara berhati-hati, dan pada masa yang sama mempunyai pertimbangan untuk mengekalkan sebahagian kecil sumber bernilai saintifik dan estetik tinggi bagi tujuan pemuliharaan. Dalam konteks ini kerajaan negeri perlu menyediakan panduan dan peluang baru dalam operasi perlombongan bagi membolehkan perkongsian pintar antara syarikat swasta dan kerajaan menjayakan pelan pemuliharaan sumber warisan unggul negara ini dijayakan.

PERNYATAAN PENUTUP

Amber Merit Pila merupakan warisan geologi yang unggul dan perlu dipulihara. Pada masa ini maklumat mengenai kepelbagaian amber dan cirian geotapak secara keseluruhan masih terbatas. Usaha pemuliharaan amber dan fosil kayu di kawasan ini juga belum diberikan perhatian. Kajian terperinci pelbagai aspek kepelbagaian dan nilai warisan diperlukan, dan pelan pemuliharaan menyeluruh yang bersesuaian perlu dibangunkan.

PENGHARGAAN

Penghargaan untuk gran IRPA 02-02-02-0015 oleh Kementerian Alam Sekitar, Sains dan Teknologi yang membiayai kajian ini. Pihak pengurusan Global Mineral Sdn Berhad yang membenarkan kajian lapangan dilakukan dan memberikan kerjasama melalui En. Chua Chin Seng, En. Song Ewe Pheng, En. Kong Ing Chung dan En. Moses Jembu. Perhargaan juga untuk En. James Loh (JMG) yang turut membantu di lapangan.

RUJUKAN

- ABER, S.W., 2000. Welcome to the World of Amber. <http://www.emporia.edu/earthsci/amber/amber.htm>
- LIAW, K.K., VIVIEN, T. AND JUSTINE, J.J., 1995. Evaluation of The Coal Resources of The Merit-Pila Coal Field, Sarawak. *Economic Geology Bulletin 5*. Geological Survey of Malaysia.
- LIAW, K.K. ET AL., 1987. Evaluation of Coal Resources of the Merit Blok, Merit Pila Coal Field Sarawak, Malaysia. *Economic Geology Bulletin 3*. Geological Survey of Malaysia.
- MORLEY, R.J., 2000. Tertiary Ecological History of Southeast Asian Coal Geology, Bandung, Indonesia. 19-20 June 2000, 44-47.
- PLATT, G., 2000. Amber Home. <http://www.gplatt.demon.co.uk>
- SCHLEE, D., PHEN, H.C., JOHARI DORANI AND FOOK K.V., 1992. Amber Giants in Sarawak, Northern Borneo. Dalam *Mineral Journal 'Lapis'*. Munchen, Germany.
- TATE, R.B., 1976. Palaeo-environmental studies in Brunei. In: *SEAPEX Proceedings Volume III*, 1976, 102-124.
- WAN HASIAH ABDULLAH, 2002. Organic Petrological Characteristics of Limnic and Paralic Coals of Sarawak. *Persidangan Tahunan Persatuan Geologi Malaysia 2002*, 65-69.
- WOLFENDEN, E.B., 1960. The Geology and Mineral Resources of the Lower Rajang Valley and adjoining areas, Sarawak, *Geological Survey Department British Territories in Borneo, Memoir 11*, 74-81.

Manuscript received 24 February 2003