

Inventori sumber warisan geologi dan landskap Negeri Kelantan

TANOT UNJAH¹, IBRAHIM KOMOO¹ DAN HAMZAH MOHAMAD²

¹Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI) UKM

²Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam, Fakulti Sains & Teknologi, UKM

Abstrak: Inventori sumber warisan geologi di Kelantan telah dilakukan dan sumber yang dikenalpasti dikelaskan kepada kepelbagaian geologi dan kepelbagaian landskap. Kepelbagaian geologi terdiri daripada kepelbagaian batuan, kepelbagaian bahan binaan dan kepelbagaian mineral. Sementara kepelbagaian landskap pula dikelaskan kepada kepelbagaian landskap pergunungan, landskap perbukitan, landskap dataran dan landskap pantai.

Abstract: The inventory of geological heritage resources in Kelantan has been conducted and the identified resources were classified into geological and landscape diversity categories. Geological diversity consists of variety in rock, construction material and minerals. Meanwhile, landscape diversity is classified into mountain, hill, plain and coastal landscapes.

PENGENALAN

Inventori sumber warisan geologi di Kelantan dilakukan untuk mengenalpasti sejumlah tapak atau kawasan yang berpotensi dikelaskan sebagai geotapak untuk dibangunkan sebagai kawasan pemuliharaan atau aktiviti geopelancongan. Istilah geotapak bermaksud singkapan batuan atau landskap yang mempunyai nilai warisan yang tinggi (Ibrahim Komoo, 2000). Pada masa yang sama inventori ini dapat memberikan tumpuan terhadap kehadiran sumber geologi yang boleh dikelaskan sebagai kawasan sensitif alam sekitar bagi tujuan perancangan gunatanah. Kawasan begini penting dikenalpasti semasa mempertimbangkan pendekatan pembangunan kawasan serasi alam sekitar.

Konsep kepelbagaian sumber merujuk kepada kepelbagaian sumber tersendiri yang meliputi ciri-ciri tabiinya seperti komposisi, tekstur, struktur, bentuk, asal mula, kandungan fosil, rupa landskap, fungsi ekologi dan hubungkait dengan budaya masyarakat (Ibrahim Komoo, 1998). Ciri-ciri tabii ini merujuk kepada batuan yang dibezakan melalui gabungan kandungan mineral, kelainan tekstur dan kerencaman struktur. Sementara fosil dalam batuan merupakan rekod kepelbagaian hidupan kuno yang menunjukkan kehadiran dan kepupusannya. Landskap pula, melalui rupa dan saiznya yang terbentuk hasil pengukiran pelbagai proses endogen dan eksogen. Pada masa ini kepelbagaian sumber ini telah dibahagikan kepada tiga kumpulan utama iaitu kepelbagaian batuan, kepelbagaian fosil dan kepelbagaian landskap (Ibrahim Komoo 1998; Ibrahim Komoo *et al.*, 2001).

Matra lain yang perlu diambilkira dalam kepelbagaian sumber ini termasuk kedinamikan bumi (Ibrahim Komoo, 1998). Suhu, tekanan, masa dan proses geologi yang sentiasa merubah batuan dan landskap. Fenomena ini dapat dilihat dengan jelas dalam kitaran batuan. Sepanjang masa geologi, batuan sedimen yang terkena suhu dan tekanan tinggi boleh

berubah membentuk batuan metamorf dan pada suhu dan tekanan yang lebih tinggi kita akan mendapati batuan igneus. Keadaan pendedahan batuan kepada atmosfera menyebabkan berlakunya proses luluhawa dan hakisan yang bertindak merubah landskap apabila bahan batuan terhurai menjadi butiran sedimen, tertimbus di subpermukaan dan akhirnya membentuk batuan sedimen baru. Ini menunjukkan kewujudan batuan dan landskap pada ruang dan masa tertentu merupakan kewujudan buat pertama dan terakhir.

INVENTORI

Inventori sumber merupakan salah satu peringkat penting dalam pemetaan potensi geotapak Geologi dalam Pemuliharaan (lihat Rajah 1). Inventori sumber warisan geologi telah dilakukan berdasarkan maklumat sedia ada daripada bahan penerbitan dan laporan, serta maklumat tambahan dari cerapan lapangan awalan (Marilah Sarman *et al.*, 1999). Maklumat ini digunakan untuk mengenalpasti sifat menyerlah setiap potensi geotapak. Kemasukan maklumat ini sesuai dengan keperluannya untuk mendapatkan gambaran keseluruhan mengenai keperluan penilaian pada masa akan datang (Sharpley, 1999). Terdapat dua peringkat inventori iaitu kajian literatur dan tinjauan lapangan. Kedua-dua peringkat inventori ini bertujuan mengumpulkan sejumlah data awalan untuk memudahkan aktiviti peringkat pemetaan seterusnya iaitu pencirian potensi geotapak.

Kajian literatur melibatkan pengumpulan maklumat geologi yang boleh digunakan untuk analisis tapak bernilai warisan. Dalam konteks ini nilai warisan telah ditakrifkan sebagai sumber geologi dan landskap yang bernilai saintifik, estetik, rekreasi dan budaya (Marilah Sarman *et al.*, 1999; Ibrahim Komoo, 2000). Bahan untuk memperolehi maklumat sekunder ini terdiri daripada peta geologi, peta topografi, imej penderiaan jauh (imej satelit), makalah ilmiah dan laporan. Manakala tinjauan lapangan melibatkan penilaian berdasarkan kriteria mudah sukar untuk melawat

| Peringkat Pemetaan | Pengenalpastian potensi | Pengenalpastian kepelbagaian | Pemetaan Kepelbagaian | Pemetaan Unsur Kepelbagaian |
|---|-------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Inventori Literatur Tinjauan Awal | → | | | |
| Pencirian Saintifik Semasa | | → | | |
| Pengelasan Kepelelagaan Geologi Kepelelagaan landskap | | | → | |
| Penilaian Nilai saintifik Nilai Estetik Nilai Budaya Nilai Rekreasi | | | | → |
| Pentarafan Luar biasa Tinggi Sederhana Rendah | | | | → |

Rajah 1. Peringkat pemetaan dalam geologi pemuliharaan.

tapak, keadaan singkapan, kesensitipan singkapan, potensi sedia ada dan potensi yang boleh dibangunkan pada masa akan datang.

Dalam peringkat pemetaan, kajian literatur melengkapkan pengenalpastian potensi dan tinjauan lapangan akan mengukuhkan pengenalpastian potensi kepada pengenalpastian kepelbagaian.

PERBINCANGAN HASIL AWAL

Berdasarkan data inventori satu pengelasan yang melibatkan jenis kepelbagaian sumber, perbandingan, penilaian, replikasi terbaik dan kesensitifan penilaian dapat dibuat. Data ini akan digunakan untuk memilih kawasan untuk kajian potensi geotapak yang melibatkan pencirian terperinci geotapak.

Hasil daripada inventori sumber warisan geologi di Kelantan ialah sebanyak 22 geotapak berpotensi telah dikenalpasti. Jenis geotapak yang meliputi kepelbagaian batuan dan landskap yang masing-masing menunjukkan beberapa nilai warisan dimuatkan didalam Jadual 1.

Sebahagian potensi geotapak yang dikenalpasti pada peringkat literatur didapati mengalami kadar luluhawa yang tinggi sehingga tiada lagi singkapan yang baik dijumpai. Pada masa yang sama beberapa potensi geotapak baru ditemui semasa menjalankan tinjauan lapangan.

KEPELBAGAIAN GEOLOGI

Berdasarkan takrifan yang diberikan oleh Bennett dan Doyle (1999) dalam bidang geologi sekitaran, sumber geologi merujuk kepada sumber yang wujud atau diandaikan dalam bentuk pepejal, cecair atau gas pada kerak bumi secara tabii dalam jumlah tertentu yang boleh dieksploitasi sebagai sumber ekonomi untuk masa ini atau pada masa akan datang. Ibrahim Komoo (2000) memperkenalkan kepelbagaian geologi sebagai kelainan yang ditunjukkan dalam konteks kandungan mineral, tekstur, struktur, kehadiran fosil atau mineral khas, dan proses pembentukan sesuatu fitur atau rupabumi. Bagi kajian ini sumber geologi

merupakan gabungan kedua aspek geologi sekitaran dan geologi pemuliharaan yang terdiri daripada kepelbagaian batuan, bahan binaan dan mineral.

KEPELBAGAIAN BATUAN

Kepelbagaian batuan di Kelantan dibahagikan kepada 6 jenis berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Kamal Roslan *et al.* (1997) di kawasan delta Kelantan. Kepelbagaian ini dibentuk oleh batuan metamorf berusia Ordovisi-Silur, batuan sedimen berusia Perm, batuan sedimen berusia Trias, batuan sedimen berusia Jura-Kapur, batuan igneus dan aluvium (Rajah 2).

Batuan metamorf Ordovisi-Silur merupakan batuan Kumpulan Bentong yang berada di bahagian barat daya Kelantan. Batuan ini menganjur dari utara ke selatan, dan bersambung dengan batuan Kumpulan Bentong di kawasan Pahang. Batuan usia ini telah mengalami canggaaan beberapa kali dan mempunyai 3 siri lipatan iaitu lipatan kerdut, lipatan ketat dan lipatan terbuka (Abdul Rahim *et al.*, 1994). Batuan yang telah terancang ini membentuk syis yang merupakan asalan batuan syal graptolit, rijang kuarzit, konglomerat intraformasi dan sedikit rejahan ofiolit

Batuan sedimen Perm telah diendapkan sejak Devon-Karbon (Hamzah Mohamad, 1993) sebagai lumpur dan syal. Ia telah mengalami metamorfisme ketika berlaku rejahan igneus pada masa Trias-Jura (Gobbett dan Hutchison, 1973) membentuk batuan Syis Taku. Batuan igneus yang merejah pada masa ini dikenali sebagai Kompleks Migmatit Stong apabila mengalami metamorfisme disebabkan oleh siri rejahan batuan igneus yang berikut lebih lewat.

Batuan yang menindih secara tidak selaras sedimen Perm ialah sedimen Trias (Kamal Roslan *et al.*, 1997). Batuan ini dikenali sebagai Formasi Gua Musang. Ia dibentuk pada sekitaran laut dalam hingga cetek (Abdul Rahim *et al.*, 1994) dan dicirikan oleh 4 fasies iaitu argilit, vulkano, kalka dan arenit.

Kepelbagaian batuan yang berikutnya adalah sedimen Jura-Kapur yang lebih dikenali sebagai Kumpulan Gagau. Batuan ini terbentuk daripada batu pasir, konglomerat dan syal dengan sedikit karbon serta vulkano. Batuan ini diendapkan di sekitaran sungai, tasik dan delta (Kamal Roslan *et al.*, 1997).

Selepas pengendapan batuan pada masa Jura-kapur berlaku satu pengangkatan semasa Tertier yang terdiri daripada rejahan igneus. Selepas rejahan ini pengendapan bahan aluvium berlaku di kawasan tanah rendah pada masa Holosen hingga Pliostosen (Kamal Roslan *et al.*, 1997).

Kepelbagaian batuan yang bersifat warisan di Kelantan merujuk kepada jenis batuan yang jarang jumpaannya di Malaysia, dan ia terdiri daripada batuan Syis Taku, Komplek Migmatit Stong dan sedimen Kumpulan Gagau.

- Batuan Syis Taku yang diendapkan seawal Devon-Karbon sehingga awal Perm merupakan batuan kesan metamorf rantau yang wujud dalam bentuk aureol berdasarkan pandangan udara. Metamorfisme rantau

yang berlaku ini menyebabkan pemineralan mencapai tahap syis amfibolit. Setakat ini hanya batuan daripada Kumpulan Bentong yang mencapai tahap metamorfisme ini di Malaysia.

- Komplek Migmatit Stong merupakan batuan asalan igneus yang telah mengalami metamorfisme. Ia dibentuk oleh 3 suit batuan yang berusia Kapur dari Tonalit Berangkat, Leukogranit Kenerong dan Granit Noring. Batuan Komplek ini hanya mempunyai perbandingan dengan batuan Komplek Benta di Pahang.
- Kumpulan Gagau dikategorikan sebagai batuan yang menarik di Kelantan memandangkan ia merupakan salah satu daripada bukti batuan endapan lembangan sedimen daratan selain daripada Gunung Panti di Johor.

KEPELBAGAIAN BAHAN BINAAN

Kepelbagaian bahan binaan merujuk kepada sumber geologi yang boleh digunakan sebagai bahan binaan atau bahan industri. Kepelbagaian bahan binaan yang terdapat di Kelantan terdiri daripada pasir silika dan pasir, tanah liat dan batuan agregat.

Pasir

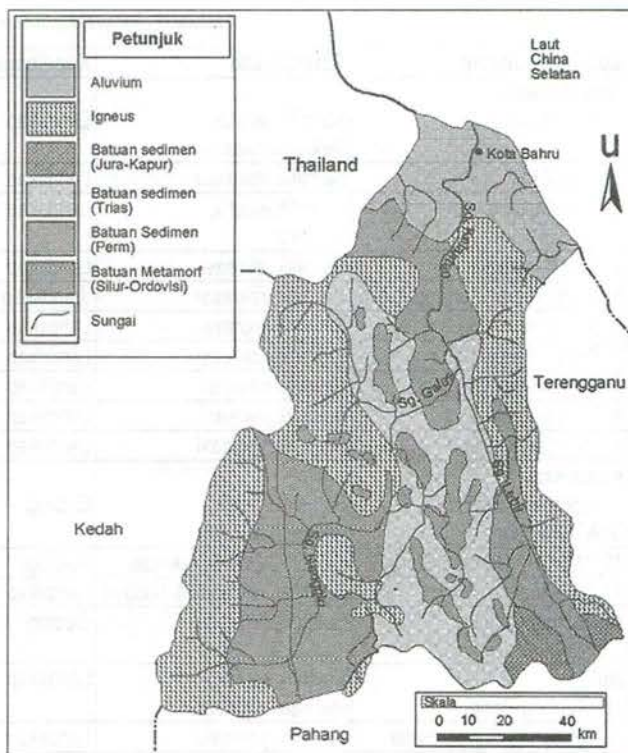
Bahan pasir digunakan sebagai bahan asas bagi industri pembuatan kaca dan pembinaan. Di Kelantan sumber ini diperolehi dari 3 kawasan iaitu sungai, persisiran lautan dan lombong. Pasir sungai diperolehi sepanjang Sungai Nenggiri, Sungai Pergau, Sungai Gagau dan Sungai Kelantan. Sumber ini wujud sebagai beting pasir. Berdasarkan sumber Jabatan Mineral dan Galian Kelantan, jumlah endapan pasir silika di Kelantan mencapai 26,800 tan dan kiraan ini hanya dilakukan untuk kawasan yang aktif iaitu di Kg. Pak Pura, Bachok. Bagi pasir sungai untuk bahan binaan, sebanyak 33 lokaliti telah dikenalpasti namun potensinya masih belum dapat ditentukan atau belum dianggarkan. Hanya terdapat satu kawasan pengeluaran pasir lombong yang berpotensi di Kelantan iaitu kawasan Sungai Nenggiri.

Tanah Liat

Tanah liat di Kelantan terbahagi kepada 2 jenis utama iaitu kaolin dan lempung bebola. Terdapat 10 lokaliti lempung bebola dikenalpasti di Kelantan. Bahan ini kebanyakannya didapati dalam siri argilit iaitu terdiri yang daripada syal, batu lumpur dan filit (Zainol Abidin dan Loh, 1995). Lempung ini sesuai digunakan untuk membuat bata bahan seramik seperti meja, mangkuk tandas, paip dan bahan seni. Tanah liat kaolin hanya terdapat di Pasir Mas. Bahan ini sesuai digunakan untuk membuat bahan seramik dan bahan isian.

Bahan Agregat

Terdapat dua jenis bahan agregat yang telah dikenalpasti di Kelantan iaitu bahan agregat granit dan bahan agregat batu kapur. Bahan agregat batu kapur telah dikenalpasti di 19 kawasan di Kelantan (Abdullah Sani,



Rajah 2. Peta geologi Negeri Kelantan (ubahsuai daripada Kamal Roslan *et al.*, 1997)

1991). Sebahagian daripada batu kapur ini sesuai sebagai batu dimensi. Ia tertabur dengan agak meluas di bahagian selatan iaitu sekitar kawasan Gua Musang. Walaubagaimanapun, sehingga kini hanya 2 kuari batu kapur sahaja beroperasi di Kelantan.

Bahan agregat granit terdapat di kawasan granit Tertier terutamanya di utara Kelantan. Berdasarkan data kuari Jabatan Penyiasatan Kajibumi Kelantan terkini, sebanyak 5 kuari batuan granit beroperasi di Kelantan.

Ulasan

Kepelbagaian bahan binaan di Kelantan menarik dari segi kehadiran punca bahan binaan tersebut, terutamanya pasir. Pasir sungai di Kelantan diperolehi daripada beting pasir yang terbentuk sepanjang sungai. Di Sungai Galas, Kuala Krai, kewujudan beting pasir ini sebagai suatu kepulauan kecil di tengah sungai adalah sangat menarik. Kebanyakan beting pasir yang dikaji ini dibentuk oleh beberapa siri gumuk besar di antara 20-50 m panjang diukuti oleh beberapa siri gumuk kecil di dalamnya.

Bagi batuan agregat batu kapur, yang terlibat ialah eksplorasi sumber terhadap batuan fasies berkalka Formasi Gua Musang. Ini merupakan ancaman kepada perbukitan batu kapur yang mempunyai nilai warisan tinggi. Gua Panjang merupakan salah satu daripada batu kapur yang menghadapi ancaman ini apabila hak pemilikan diserahkan sepenuhnya kepada syarikat simen swasta. Batu Kapur Gua Panjang merupakan perbukitan batu kapur yang terpanjang dan menarik di Kelantan. Ia juga merupakan satu pembaziran memandangkan kajian awal oleh Abdullah

Jadual 1. Senarai geotapak berpotensi di Kelantan.

| Lokality/geotapak | Potensi nilai | Kepelbagaian sumber | Catatan |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--|
| Gua Musang | | | |
| 1. Gua Musang | Saintifik,estetik, Rekreasi warisan | Landskap | Batu kapur (karst) yang sangat jarang di Malaysia (Tjia 1996) |
| 2. Gua Madu | Saintifik, rekreasi | Landskap | Terdapat kantung madu di dinding batu kapur |
| 3. Gua Panjang | Saintifik,estetik, rekreasi | Landskap | Landskap batu kapur yang paling panjang |
| 4. Gua Peraling | Saintifik, rekreasi | Landskap | Penempatan manusia awal |
| 5. Konglomerat Gunung Ayam | Saintifik, rekreasi | Landskap | Bukit paling menonjol di kawasan Kuala Betis |
| 6. Gua Cha | Saintifik, rekreasi | Landskap | Penempatan manusia awal |
| 7. Sungai Berok 10 | Saintifik, rekreasi | Landskap | Air yang paling panas di Kelantan (72°C) |
| 8. Sungai Nenggiri | Saintifik, rekreasi | Landskap | Paling dekat dengan sungai dan tempat kumpulan rama-rama |
| 9. Sungai Berok 6 | Saintifik, rekreasi | Landskap | Paling banyak punca aliran dengan 14 punca |
| 10. Sungai Mering 8 | Saintifik, rekreasi | Landskap | Aliran air panas membentuk air terjun |
| Kuala Krai | | | |
| 11. Lombong Besi dan Daik Temangan | Saintifik,estetik, rekreasi, warisan | Geologi | Satu-satunya daik ignimbrit di Malaysia. |
| 12. Migmatit Gunung Stong | Saintifik, estetik, rekreasi | Geologi | Batuan migmatit yang paling unik di Malaysia (Gobbett 1973) |
| 13. Gua Ikan | Saintifik, rekreasi & budaya | Landskap | Kolam dibahagian puncak terdapat ikan. |
| 14. Sungai Galas | Saintifik, rekreasi | Geologi | Terdapat kumpulan beting pasir yang membentuk 'kepulauan' sepanjang sungai |
| Jeli | | | |
| 15. Gunung Reng | Saintifik,estetik, rekreasi, warisan | Landskap | Satu-satunya bukit batu kapur di kawasan ini |
| 16. Air panas Sungai Helai | Saintifik, rekreasi | Landskap | Air panas di Jeli yang telah dibangunkan untuk pelancongan |
| Machang | | | |
| 17. Air Panas Kg. Rengas (Tok Bok) | Saintifik,estetik, rekreasi, warisan | Landskap | Air panas di kawasan sawah yang telah dibangunkan. |
| 18. Mata Air sejuk Kampung Mata air | Saintifik,estetik, rekreasi, warisan | Landskap | Air yang tidak pernah kering walaupun musim kemarau. |
| Pasir Puteh | | | |
| 19. Jeram Linang | Estetik, rekreasi | Landskap | Air terjun yang terdapat di kawasan hutan simpanan dan telah dibangunkan oleh Jabatan Perhutanan |
| 20. Jeram Pasu | Saintifik, estetik, rekreasi | Landskap | |
| Kota Bharu | | | |
| 21. Delta Kelantan | Saintifik, estetik rekreasi | Landskap | Satu-satunya delta yang terdapat di Kelantan |
| 22. Bukit Marak | Saintifik, rekreasi | Landskap | Bukit yang menonjol di kawasan delta. |

Sani (1991) terhadap batu kapur ini menunjukkan ia lebih sesuai dijadikan batu dimensi.

KEPELBAGAIAN MINERAL

Kepelbagaian mineral merujuk kepada longgokan mineral berekonomi yang boleh dilombong, dan mineral-mineral yang menunjukkan habluran yang cantik atau bersifat batu permata.

Besi

Sumber mineral besi di Kelantan terdapat di 8 kawasan iaitu di jajahan Machang, Tanah Merah, Gua Musang, Pasir Mas, Kuala Krai dan Jeli. Lombong besi yang paling tua terdapat di Temangan, Machang. Lombong bijih besi ini telah lama diusahakan sejak 1819 dan sekarang merupakan lombong terbiar. Bijih besi ini terbentuk hasil daripada kesan sentuhan batuan syal dan batuan metamorf Syis Taku. Bagi kawasan Estate Channing Tanah Merah, bijih besi di sini wujud sebagai bongkah dan singkapan limonit dan hematit serta sebahagiannya menunjukkan sifat magnetik. Keadaan ini lebih kurang sama dengan kawasan Bukit Kwong, Pasir Mas dan Sungai Tasin, Kuala Krai.

Kebanyakan bongkahnya terdiri daripada limonit dan boleh juga magnetit hematit dengan sedikit bahan primer. Di kawasan Ulu Anak Sungai Sokor, Tanah Merah, endapan bijih besi di sini wujud sebagai bongkah magnetit yang menunjukkan alterasi limonit peringkat tinggi.

Bahan sulfida juga didapati membentuk alterasi dengan limonit. Disamping itu bijih besi ini boleh wujud dalam bentuk hematit seakan bermika seperti di Gua Musang. Bagi kawasan Sungai Tuang di Gua Musang, bijih besi di sini wujud sebagai bongkah campuran magnetit-hematit.

Barit

Berdasarkan data mineral JMGM mineral barit terdapat di Sungai Pedah, Kuala Krai; Bukit Pencuri, Tanah Merah; dan Ulu Sungai Lebir, Gua Musang. Di Sungai Pedah barit terbentuk berdekatan granit Sempadan yang bersebelahan dengan batuan metasedimen dan vulkanik yang wujud dalam bentuk daik. Di Bukit Pencuri barit ini terbentuk di kawasan sedimen Perm berarenit dan berargilit yang wujud sebagai telarang hidrotermal yang ditutupi oleh hematit. Data untuk kawasan Ulu Sungai Lebir masih belum diperolehi. Setakat ini hanya barit di Sungai Pedah dan Bukit Pencuri yang telah dilombong dan masih diusahakan sehingga ke hari ini.

Mangan

Mineral mangan terdapat di 6 kawasan iaitu di Bukit Lubuk Itek, Bukit Gharu, Bukit Tandok, Bukit Pak Junus, Bukit Kwang, Pasir Mas dan Bukit Hantu Sungai Aring, Gua Musang. Mineral Mangan terbentuk kesan sentuhan syal dan kuarzit di Bukit Lubuk Itek dan Bukit Gharu, batuan syal untuk kawasan Bukit Pak Junus dan sentuhan batu pasir dan kuarzit di Bukit Kwang. Mangan ini wujud dalam 3 bentuk iaitu sebagai bahan primer, bahan sekunder dan juga bahan baki. Mangan yang wujud sebagai bahan primer terdapat di Bukit Lubuk Itek yang terdiri daripada limonit dan bongkah mangan, Bukit Gharu yang kebanyakannya psilomelan, pirolusit, limonit dengan sedikit magnetit dan kalkopirit. Ia juga didapati sebagai bahan primer di Bukit Tandok iaitu mangan jenis psilomelan.

Mangan yang wujud sebagai bahan sekunder boleh dijumpai di Bukit Pak Junus, yang wujud bersama limonit dalam bentuk pebel mangan. Keadaan yang lebih kurang sama dijumpai di Bukit Kwang iaitu wujud bersama mineral hematit dan limonit. Di Bukit Hantu Sungai Aring mangan merupakan bahan baki untuk pirolusit dan psilomelan.

Tiga kawasan bermangan ini telah dilombong iaitu di Bukit Lubuk Itek, Bukit Gharu dan Bukit Tandok.

Emas

Berdasarkan penyiasatan yang dilakukan oleh JMGM Kelantan, kehadiran emas didapati di 62 lokaliti di seluruh negeri. Lokaliti ini kemudiannya di gabungkan dan membentuk 30 sektor yang berpotensi mineral emas. Pemineralan emas ini dikaitkan dengan telerang kuarza dalam syis kepelitan Syis Taku (MacDonald, 1968).

Ulasan

Kepelbagaian mineral ini memberikan gambaran tentang keaktifan aktiviti perlombongan mineral di Kelantan. Setakat ini hanya bekas lombong besi seperti di Temangan mempunyai potensi sebagai geotapak memandangkan nilai saintifik pembentukan mineral besi yang menarik. Kawasan yang mempunyai potensi sebagai geotapak bagi kepelbagaian mineral boleh bersifat, antaranya mempunyai sejarah perlombongan, kuantiti keluaran, kejarangan jumpaan mineral dan merupakan rekod evolusi mineral.

KEPELBAGAIAN LANDSKAP

Kepelbagaian landskap dilihat dari takrif yang diberikan oleh Naveh dan Lieberman (1994) untuk perspektif landskap dari aspek Sains Bumi iaitu sebagai hubungan antara fitur fizikografik, geologi dan geomorfologi yang terdapat di permukaan kerak bumi. Di Kelantan fitur fizikografik dibentuk oleh lembangan Kelantan dengan gabungan 7 jenis batuan yang membentuk pelbagai landskap. Dalam rangka fizikofizikal lembangan terdapat landskap pergunungan, perbukitan, dataran dan pantai.

Pergunungan

Landskap pergunungan terbentuk di kawasan selatan dan menjajari sempadan Kelantan dengan Perak dan Terengganu. Batuan keras seperti Komplek Migmatit Stong, batuan Igneus Banjaran Tengah dan batuan metamorf Syis Bentong membentuk landskap pergunungan. Batuan Komplek Migmatit dan Igneus Banjaran Tengah wujud sebagai batolit yang menunjukkan kesan canggaan dan pengangkatan yang hebat sehingga menyebabkan metamorfisme terhadap batuan Syis Bentong. Beberapa fitur landskap yang ketara di kawasan pergunungan ini ialah kehadiran permatang dan juga lembah yang dalam.

Permatang

Permatang wujud dalam jajaran pergunungan seperti rangkaian Gunung Stong, Gunung Ayam, Gunung Saji dan Gunung Tera bagi batuan Komplek Migmatit. Tafsiran dari fotograf udara dan peta topografi menunjukkan ia merupakan rangkaian batuan yang menjajar pada satu kubah sfera. Ciri permatang ini adalah curam dengan puncak yang agak tajam menyebabkan pemandangan seperti tulang belakang dan pandangan yang agak jauh. Tebing curam hingga mencapai hampir menegak dapat dilihat pada beberapa bahagian permatang, umpamanya dari Dabong dan beberapa arah di Sungai Galas.

Bagi kawasan batuan metamorf, ia merupakan batuan yang telah mengalami pengangkatan membentuk permatang. Keadaan ini dapat dilihat dengan jelas pada bahagian barat Kuala Betis iaitu fitur permatang yang terbentuk dari batuan Syis Bentong.

Lembah

Di batuan Komplek Migmatit Stong kawasan landskap lembah terbentuk di antara permatang curam di kawasan pergunungan. Lembah ini menunjukkan sifat seakan ngarai dengan tebing yang dalam dan dinding yang curam. Keadaan lembah ini dicirikan oleh lembah igneus yang dikawal oleh kekar. Fitur rupabumi yang terbentuk di sekitar lembah terdiri daripada air terjun dan lubang periuk (pot hole).

- Air terjun – metamorfisme berlaku melalui pengangkatan kesan rejahan igneus yang lebih muda, apabila pengangkatan berlaku di kawasan lembah ia menyebabkan pembentukan air terjun. Air terjun di sekitar kawasan ini mencapai ketinggian 100m dan rangkaian keseluruhan air terjun ini mencapai 5 km panjang. Pada bahagian air terjun terdapat batuan yang pecah bersudut dan sebahagian lagi masih bergantung pada dinding air terjun. Pada batuan rejahan igneus Timur - di sebelah Terengganu, air terjun yang terbentuk di kawasan ini disebabkan oleh retakan dan pada ketinggian yang kurang dari 20m dan jarak antara siri air terjun boleh mencapai 1km. Contoh air terjun yang telah dikenalpasti dalam Komplek Migmatit ialah Air terjun Jelawang manakala air terjun yang dibentuk di kawasan batuan igneus sempadan Terengganu terdiri

Jadual 2. Kepelbagaian sumber di Negeri Kelantan.

| Kepelbagaian | Jenis | Siri |
|--------------|--------------|-------------------------|
| Geologi | Batuan | Kumpulan Bentong |
| | | Syis Taku |
| | | Formasi Gua Musang |
| | | Kumpulan Gagau |
| | | Kompleks Migmatit Stong |
| | | Igneus Tertier |
| | | Aluvium |
| | Bahan Binaan | Pasir |
| | | Tanah Liat |
| | | Agregat |
| | | Barit |
| | Mineral | Mangan |
| | | Besi |
| Emas | | |
| Landskap | | Rupabumi |
| | Pergunungan | Permatang |
| | | Lembah |
| | Perbukitan | Terpencil Memanjang |
| | Dataran | Mata Air Panas |
| | | Mata Air Sejuk |
| | Pantai | Beting pasir |
| | | Lagun |
| Muara | | |

daripada Jeram Linang dan Jeram Pasu.

- Lubang periuk – aliran air yang agak laju dalam lembah curam mempunyai sifat menghakis yang tinggi. Air yang bergerak laju ini memutarakan bongkah batuan yang diangkutnya sehingga ia bersifat mengerudi batuan dan membentuk lubang periuk. Kehadiran lubang periuk ini dapat dilihat sepanjang aliran air di Sungai Jelawang yang mempunyai saiz di antara 30cm hingga 3m diameter dan dengan kedalaman mencapai 2m. Perbezaan saiz ini dipengaruhi oleh kadar kelajuan air yang mengalir dan jenis sedimen serta kadar sedimen yang diangkut. Bagi lubang periuk yang bersaiz besar biasanya ia dijumpai di bahagian hulu sungai pada kelajuan air yang deras dengan sedimen yang agak sedikit. Lubang benam bersaiz besar ini boleh dijumpai di air terjun Jelawang pada ketinggian mencapai 700 m. Lubang periuk yang bersaiz kecil biasanya dijumpai di kawasan yang lebih ke hilir tetapi masih menunjukkan sifat larian air yang laju.

Perbukitan

Kawasan perbukitan di Kelantan berada bersebelahan dengan kawasan pergunungan. Landskap ini dibentuk oleh dua ciri perbukitan iaitu bukit yang bersifat terpencil dan yang bersifat memanjang.

Perbukitan terpencil batu kapur biasanya sangat menonjol di kawasan dataran seperti Gunung Reng, Gunung Renayang dan Gunung Chenarut, Gua Musang, Gua Panjang, Gua Madu dan Gua Ikan. Namun Gua Peraling dan Gua Cha tidak menunjukkan sifat ketara perbukitan batu kapur kerana ia wujud sebagai bukit terpencil yang

berbentuk kon yang hampir sekata.

Bukit terpencil igneus Tertier dapat dilihat di sekitar delta Kelantan yang terdiri daripada Bukit Marak, Bukit Panau, Gunung dan Bukit Keterah. Perbukitan ini dibentuk oleh batuan granit yang berbentuk kon.

Perbukitan Memanjang

Perbukitan memanjang merupakan perbukitan yang wujud dalam bentuk permatang dan biasanya lebih rendah berbanding dengan permatang yang terbentuk di kawasan pergunungan. Di Kelantan perbukitan memanjang ini dicirikan oleh permatang Konglomerat Gunung Ayam dan permatang Ignimbrit di Temangan.

Permatang Gunung Ayam yang terdiri daripada ortokonglomerat polimik berada pada ketinggian 167 m – 333 m dengan permatang datar bertebing curam. Ketinggian yang berbeza disebabkan kewujudan ketakselarasan di bahagian barat. Permatang ini dikaitkan dengan proses diastrofisme di kawasan Gua Musang.

Permatang Ignimbrit merupakan daik yang terbentuk bersebelahan dengan Lombong besi Temangan bersifat merejah batuan Syis Taku yang berdekatan. Puncak permatang ini curam dengan ketinggian mencapai 331 m.

Dataran

Landskap dataran terbentuk di kawasan antara perbukitan dengan pantai. Kawasan ini kebanyakan terdapat di bahagian tengah Kelantan. Terdapat fitur yang menarik di kawasan dataran ini yang dicirikan oleh kehadiran mata air sejuk dan mata air panas.

Mata Air Panas

Inventori yang dilakukan mendapati 6 lokaliti air panas di Kelantan iaitu berada di sekitar Gua Musang, Jeli, Machang dan Kota Bharu.

Kewujudan mata air panas dikaitkan dengan kawalan struktur dan genetik yang berkaitan dengan intrusi granit Semenanjung Malaysia (Azmi Ismail dan Mohd Azmer 1998). Keadaan ini merujuk kepada kehadiran sesar utama atau zon kekar di kawasan granit, sempadan batuan granit dengan sedimen dan batuan sedimen yang berhampiran dengan sentuhan batuan granit. Mata air panas yang terbentuk di kawasan sesar utama dapat dilihat di Air Panas 10 dan 6, Sungai Berok, Air Panas 13, Sungai Nenggiri, Air Panas 7 Sungai Mering dan Air Panas Sungai Helai, Gua Musang. Ciri yang dapat dilihat pada setiap lokaliti air panas ini adalah aliran air panas adalah dari retakan yang wujud pada batuan igneus. Contoh air panas yang terbentuk kesan sentuhan sedimen dengan igneus pula terdapat di kawasan Tok Bok, Machang.

Mata Air Sejuk

Mata air sejuk di Kelantan hanya dijumpai di kawasan Machang seperti yang telah dilaporkan oleh Ismail Yusof (1994). Pembentukan mata air ini dikaitkan dengan kawasan tirsan iaitu pergerakan air perlahan ke permukaan. Mata air ini terbentuk di permukaan bumi yang bersilang dengan

muka air tanah dan airnya mengalir pada tekanan hidrostatik. Air yang mengalir ini mempunyai bau besi namun ia digunakan oleh penduduk tempatan untuk aktiviti mandi dan mencuci.

Pantai

Pantai di Kelantan menganjur dari utara hingga ke selatan delta. Pantai ini menunjukkan kesan aktiviti ombak yang nyata kerana kadar hakisan pantai yang sangat tinggi terutamanya Pantai Cahaya Bulan. Pantai di Kelantan biasanya mempunyai pasir yang halus dan putih.

Beting pasir

Beting pasir yang paling luas di bahagian pantai terbentuk di bahagian utara iaitu di Jajahan Tumpat. Beting pasir ini menganjur sepanjang 2 km ke lautan dan merupakan jambatan yang menghubungkan pulau pasir yang bertaburan di luar pantai berdekatan Tumpat. Pembentukan beting ini disebabkan oleh aktiviti ombak yang sangat kuat berdekatan pantai terutamanya pada masa angin monson. Beting ini timbul pada masa air surut.

Lagun

Unjuran pantai berpasir yang pada awalnya merupakan beting akhirnya semakin membesar dan membentengi air laut lantas membentuk lagun. Lagun yang terdapat di kawasan pantai Seri Tujuh, Tumpat ini ditafsirkan yang terbesar di Asia Tenggara (Jabatan Saliran dan Pengairan Malaysia, 1997)

Muara

Fitur rupabumi yang dikenali sebagai muara ini dapat dilihat pada pertemuan beberapa saliran dari delta dengan laut. Muara sungai yang dapat diperhatikan di sekitar Kelantan bersifat lebar dan ini memberikan pandangan yang meluas ke arah laut. Namun begitu tidak kesuluruhan delta ini dapat dilawati memandangkan kesukaran untuk memasuki kawasan berkenaan. Salah satu daripada muara tersebut terletak di kawasan Tumpat. Muara sungai ini mempunyai pemandangan yang meluas ke arah laut sehingga tiupan angin laut dapat dirasakan berdekatan dengan muara.

KEPELBAGAIAN SUMBER YANG PERLU DIPULIHARA

Inventori sumber warisan geologi mendapati negeri Kelantan kaya dengan warisan geologi dan landskap. Hasil daripada kajian ini satu senarai kepelbagaian sumber telah dibina seperti dalam Jadual 2.

Kawasan potensi geotapak ialah Kompleks Migmatit Stong, Batu Kapur Gua Musang, batuan sedimen daratan Gagau dan Air Panas di bahagian Gua Musang. Geotapak ini dipilih berdasarkan kepentingannya dalam sejarah evolusi batuan, kejarangjumpaan, keperluan pembangunan geopelancongan dan desakan kesan ancaman semasa.

Keperluan memulihara lokaliti yang menunjukkan

evolusi batuan/ sejarah batuan yang terbaik melibatkan batuan Kompleks Migmatit Stong, Batu Kapur Gua Musang dan sedimen daratan Gagau. Batuan sedimen Gagau berada di kawasan Taman Negara yang hanya mengalami ancaman tabii berbanding ancaman manusia.

Batuan Kompleks Migmatit Stong yang merupakan antara siri migmatit yang 'terbaik' di Malaysia di samping kewujudan mineral onik yang sangat jarang dijumpai di dalamnya, pada masa ini menghadapi ancaman eksplorasi untuk dijadikan batu dimensi. Hampir keseluruhan batuan Komplek Migmatit ini berada di kawasan Hutan Simpanan Kekal Bahagian Tengah Kerajaan Negeri. Namun sebarang perubahan pada waktu terdekat mampu memberi impak kepada kewujudan singkapan terbaik atau kehilangan singkapan terbaik. Pada masa ini hanya sebahagian daripada kawasan ini seperti Air Terjun Jelawang, Gunung Stong dan Gunung Ayam yang dijadikan kawasan pelancongan tetapi di sekitar kawasan ini pembalakan juga turut dilakukan.

Batu kapur Gua Musang turut mendapat ancaman eksplorasi batuan terutamanya bagi pembuatan simen dan bahan agregat. Gua Panjang merupakan landskap batu kapur yang menarik dan terpanjang di Kelantan dan pada masa ini satu konsesi telah diberikan kepada sebuah syarikat simen untuk menjalankan operasi. Hanya disebabkan kegawatan pada tahun 1997-1998 menyebabkan kilang simen ini ditutup.

Kejarangjumpaan dan keperluan pembangunan juga dapat ditonjolkan untuk batu kapur Gua Musang. Kewujudan batu kapur yang mempunyai fitur menarik dengan nilai budaya tinggi seperti di Gua Ikan dan Gua Cha, Gua Rimau / Peraling dan Gunung Reng memerlukan penonjolan dari segi saintifik untuk memperkembangkan daya tarikan pelancongan terhadapnya.

Kawasan yang menghadapi ancaman pada masa ini terdiri daripada siri air panas di sepanjang jalan Pulau-Gua Musang-Cameroon Highland. Projek pembinaan jalan raya ini masih berada di peringkat awal dan telah menyebabkan beberapa lokaliti air panas hampir tertimbus iaitu Sungai Berok 6 dan Sungai Berok 10. Air panas Sungai Berok 6 merupakan air panas yang mempunyai punca aliran yang paling banyak iaitu 14 punca manakala air panas Sungai Berok 10 merupakan air panas yang bersuhu paling tinggi di Kelantan iaitu 72°C. Kedua-dua lokaliti ini dekat dengan kawasan pembinaan dan mempunyai potensi yang tinggi untuk musnah pada akhir pembinaan jalan raya ini. Jika dilihat dari sudut jangkamasa panjang kedua-dua lokaliti ini jika diberikan perlindungan berpotensi untuk dibangunkan sebagai kawasan air panas untuk pelancongan. Kedudukannya yang berdekatan dengan jalanraya ini juga memberikan kelebihan untuk lebih senang dikunjungi.

KENYATAAN PENUTUP

Keseluruhannya inventori ini mendapati kawasan Kompleks Migmatit Stong, Batu kapur Gua Musang dan air panas di kawasan Gua Musang yang terdiri daripada

Sungai Berok 6 dan 10 memerlukan perhatian yang lanjut melalui penyelidikan dan rujukan terhadap pihak yang bertanggungjawab. Lokaliti-lokaliti lain juga mempunyai kepentingan yang tersendiri namun ia tidak memerlukan pemerhatian yang mendesak buat masa ini. Tetapi jika lokaliti ini diabaikan, kewujudannya mungkin tidak disedari dan diketahui oleh generasi akan datang. Terserah kepada kita untuk membiarkan keadaan semasa terus bertindak atau melakukan sesuatu untuk menyelamatkannya.

PENGHARGAAN

Kajian ini telah dibiaya oleh Projek IRPA No. 02-02-02-0015. Terima kasih diucapkan kepada semua institusi dan pihak, terutamanya Perpustakaan Program Geologi, UKM; Perpustakaan Klompe, UM; Perpustakaan JMGM Kuala Lumpur; Perpustakaan JMGM Ipoh; dan Bilik Bacaan JMGM Kelantan. Terima kasih kepada Pengarah JMGM Kelantan dan kakitangannya atas kerjasama semasa tinjauan lapangan. Pihak JMG Malaysia dan Institut Alam Sekitar & Pembangunan (LESTARI), UKM yang telah memberikan kemudahan untuk kajian ini

RUJUKAN

- ABDUL RAHIM SAMSUDIN *ET AL.*, 1994. *Aspek geologi kawasan Kuala Betis, Kelantan*. Laporan Akhir Projek Penyelidikan 94/71. Jabatan Geologi UKM (tidak diterbitkan).
- ABDULLAH SANI HJ. HASHIM, 1991. *Kajian penilaian potensi batu kapur di Kelantan*. Projek Mineral Perindustrian. Laporan No. 19 Jabatan Penyiasatan Kajibumi (tidak diterbitkan)
- AZMI ISMAIL DAN MOHAMED AZMER ASHARI, 1998. *Kajian kuantitatif mata air panas di Negeri Kelantan*. Laporan No. (KLT) 07/98, Jabatan Penyiasatan Kajibumi Malaysia (tidak diterbitkan).
- BENNETT, M. R. DAN DOYLE, P., 1999. *Environmental Geology - Geology and The Human Environment*. John Wiley & Sons, England.
- GOBBETT, D.J DAN HUTCHISON, C.S. (eds.), 1973. *Geology of Malay Peninsula West Malaysia and Singapore*. Wiley Interscience.
- HAMZAH MOHAMAD, 1993. Suhu dan tekanan metamorfisme Syis Taku, Ulu Kelantan, Malaysia. *Sains Malaysiana*, 22(1):49-166.
- IBRAHIM KOMOO, 1998. Geologi pemuliharaan. *Dalam: Mazlan Othman (eds.) Sekalung Budi Setitis Tinta Buat Sham Sani Sempena Harijadi Ke 55*. Bangi. Penerbit UKM, hal 43-52
- IBRAHIM KOMOO, 2000. Conservation geology: A multidisciplinary approach in utilization of earth resources without destruction. *Dalam: Ibrahim Komoo dan Tjia, H.D. (eds.) Warisan Geologi Malaysia - Pembangunan Sumber untuk Pemuliharaan dan Pelancongan Tabii*, Penerbit LESTARI, UKM, hal 3-11.
- IBRAHIM KOMOO, YUNUS ABDUL RAZAK, SAIM SURATMAN, MOHAMAD SHAFEEA LEMAN, KAMLA ROSLAN MOHAMAD DAN BASIR JASIN, 2001. *Program pemetaan sumber warisan geologi di Malaysia, Dalam Warisan Geologi Malaysia- Pemetaan sumber warisan warisan dan pencirian geotapak*, Penerbit LESTARI, UKM (dalam penyuntingan)
- ISMAIL HAJI YUSOFF, 1994. *Geologi am dan kajian mata air panas sekitar Sungai Rengas dan Kampung Mata Air Machang Kelantan*. Tesis Sarjana Muda Sains, Universiti Malaya (tidak diterbitkan).
- JABATAN PENGAIRAN DAN SALIRAN MALAYSIA, 1997. *Beach*. Kuala Lumpur. Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia.
- KAMAL ROSLAN MOHAMED, CHE AZIZ ALI DAN UYOP SAID, 1997. *Perubahan dan Perkembangan morfologi Delta Kelantan*. Laporan Penyelidikan, Jabatan Geologi UKM (tidak diterbitkan)
- MACDONALD, S., 1968. *Geology and Mineral Resources of North Kelantan and North Terengganu*. Geological Survey West Malaysia District Memoir 10.
- MARILAH SARMAN, DANA BADANG, IBRAHIM KOMOO DAN KADDERI MD. DESA, 1999. Kerangka pemuliharaan sumber geologi dan geologi pelancongan untuk mengembangkan maklumat geosains. *Dalam: Ibrahim Komoo dan Tjia, H.D. (eds.) Warisan Geologi Malaysia - Pembangunan Sumber untuk Pemuliharaan dan Pelancongan Tabii*, Penerbit LESTARI, UKM, hal 99-118.
- NAVEH, Z. DAN LIBERMAN, A., 1994. *Landscape Ecology - Theory and Application*. Springer-Verlag
- SHARPLES, C., 1999. Concept and Principles of Geoconservation. (atas talian) <http://www.parks.tas.gov.au/geo/conprint/direct.html> (31 Oktober 1999)
- ZAINOL ABIDIN SULAIMAN DAN LOH C. H., 1995. *Kajian susulan lempung bebola di Gual Lempa dan Kampung Cherang Hangus, Pasir Mas Kelantan*. Laporan No: IM 1/95. Jabatan Penyiasatan Kajibumi Kelantan (tidak diterbitkan)