

Pemuliharaan Geowarisan di Langkawi Geopark, Malaysia

Geoheritage Conservation in Langkawi Geopark, Malaysia

MOHD SHAFEEA LEMAN

ABSTRAK

Singkapan batuan kepulauan Langkawi adalah antara yang terbaik diketahui di Malaysia, mempamerkan pelbagai jenis batuan sedimen sepanjang usia Paleozoik dan batuan granit berusia Trias Akhir. Pada 1 Jun 2007 Langkawi Geopark diisytihar sebagai ahli Global Geoparks Network (GGN) ke-52 yang disokong oleh UNESCO. Pengisytiharan ini adalah berasaskan kehadiran beberapa tapak geowarisan dan landskap geologi berkepentingan kebangsaan dan rantau. Antaranya termasuk unit batuan dan fosil paling tua, jujukan peristiwa geologi dan batuan Paleozoik paling lengkap, bukti-bukti paling baik berkaitan kepulauan Langkawi dan Gondwanaland dan landskap kars kepulauan tropika paling indah di rantau Asia Tenggara. Kebanyakan sumber geowarisan di Langkawi Geopark dipulihara di bawah Akta Perhutanan Kebangsaan 1984 sebagai geotapak terpelihara, monumen geologi dan taman georimba atau di dalam hutan simpanan kekal. Antara monumen geologi penting di Langkawi Geopark termasuklah Pentas Abrasi Pulau Ular, Sempadan Transisi Formasi Pulau Singa Kechil dan Lapisan Fosil Pulau Anak Tikus. Taman-taman georimba di Langkawi Geopark terdiri daripada Taman Georimba Kambria Machinchang, Kars Kilim dan Marmar Dayang Bunting. Taman Georimba Kambria Machinchang menampilkan landskap batu pasir Formasi Machinchang yang berusia Kambria dengan unit batuan dan fosil tertua di rantau ini. Taman Georimba Kars Kilim pula menonjolkan landskap berpandangan indah kars kepulauan tropika pada batu kapur Formasi Setul yang kaya dengan fosil, manakala Taman Georimba Marmar Dayang Bunting mempamerkan kars kepulauan Formasi Chuping. Pemuliharaan sumber geowarisan di Langkawi Geopark adalah tanggungjawab Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia yang dibantu oleh para penyelidik bagi menangani isu berkaitan keupayaan tampungan sesuatu geotapak serta usaha bersepadu pelbagai pihak berkepentingan bagi menangani isu tentang penjagaan alam sekitar.

Kata kunci: Geologi, geowarisan, pemuliharaan, geopark, Langkawi

ABSTRACT

Rock outcrops of Langkawi Islands are among the best known in Malaysia, exhibiting various types of sedimentary rocks throughout Palaeozoic Era and granitic rocks of Late Triassic age. On 1st June 2007 Langkawi Geopark was declared as the 52nd member of Global Geoparks Network (GGN) assisted by UNESCO. The declaration was based on the presence of several geoheritage sites and geological landscapes of national and regional significance. Among them are the oldest rock unit and oldest fossils, most complete Palaeozoic geological history and rocks, best evidences linking Langkawi islands with Gondwanaland, and most beautiful tropical island karst in Southeast Asian region. Under the National Forestry Act 1984, geoheritage resources in Langkawi Geopark are conserved as protected geosites, geological monuments, geoforest parks, and protected forest reserves. Among important geological monuments are Pulau Ular Abrasion Platform, Pulau Singa Kechil Transitional Formation Boundary, and Pulau Anak Tikus Fossil Bed, while geoforest parks comprise Machinchang Cambrian, Kilim Karst, and Dayang Bunting Marble Geoforest Parks. The Machinchang Cambrian Geoforest Park portrays landscape of Cambrian sandstone with oldest rock unit and fossils in the region. The Kilim Karst Geoforest Park exhibits outstanding tropical island karst made of richly fossiliferous limestone of Setul Formation, while the Dayang Bunting Marble Geoforest Park showcased another beautiful island karst landscape made mostly of marble of the Chuping Formation. Geoheritage conservation in Langkawi Geopark is under the jurisdiction of Forestry Department of Peninsular Malaysia, supported by researchers in handling issues related to carrying capacity of certain geosites and concerted efforts by multiple stakeholders in handling issues pertaining to environmental protection.

Keywords: Geology, geoheritage, conservation, geopark, Langkawi

PENGENALAN

Walaupun UNESCO telah menggariskan pelbagai komponen kritikal bagi membolehkan sesebuah wilayah bergelar geopark (UNESCO Global Geopark 2008; Ibrahim Komoo & Patzak 2008), namun pada asasnya tidak akan wujud sebarang geopark tanpa kewujudan sejumlah tertentu sumber geowarisan bertaraf kebangsaan dan rantau. Komponen pembangunan sosioekonomi dan kesedaran masyarakat tentang keperluan pemuliharaan alam sekitar, umpamanya, dapat dibangunkan dan ditingkatkan dari semasa ke semasa seandainya wujud usaha gigih secara berterusan dalam kalangan pelbagai pihak berkepentingan dalam sesebuah geopark. Namun, mampukah manusia menghasilkan sesuatu sumber geowarisan? Jawapannya sudah pasti tidak. Manusia tidak akan berupaya membina sumber geologi bernilai tinggi dari aspek saintifik, estetik, budaya dan rekreasi. Kehilangan sesuatu sumber geowarisan pula, pasti merupakan kehilangan abadi yang tidak bermakna untuk diratapi. Oleh itu amatlah wajar sumber-sumber ini dipertahankan daripada kemusnahan sementara sumber-sumber itu masih berada dalam keadaan baik. Sebelum wujudnya konsep geopark sumber-sumber geowarisan sememangnya telah dipelihara di bawah pelbagai entiti termasuk sebagai tapak warisan dunia, taman negara, monumen tabii dan tapak saintifik terpelihara.

Pada hari ini konsep geopark merupakan konsep pembangunan lestari sumber geowarisan yang amat popular di seluruh pelosok dunia. Dalam tempoh enam tahun sejak geopark diiktiraf oleh UNESCO, sejumlah 72 wilayah dari 23 buah negara telah menyertai liga *UNESCO Global Geoparks Network (GGN)* (UNESCO Global Geopark 2010), sementara banyak lagi geopark yang sedang menunggu masa untuk dinobatkan sebagai geopark global. Hakikat ini menjelaskan betapa masyarakat dunia kini semakin prihatin tentang kewujudan sumber geowarisan yang terbina oleh pelbagai proses Bumi yang begitu rancam sepanjang tempoh berjuta, malah berbilion tahun. Belakangan ini, saban tahun puluhan geopark kebangsaan dari pelbagai negara telah mengajukan kertas dossier permohonan mereka untuk dipertimbangkan sebagai ahli baru dalam jaringan GGN UNESCO.

Malaysia telah memainkan peranan aktif dalam mendokong konsep geopark sebagai peraga pembangunan wilayah yang lestari. Malah sejak tahun 2000 lagi, Langkawi telah dijadikan sebagai salah satu contoh kes yang dibentangkan dalam *UNESCO Geopark Programme Feasibility Study* (Ibrahim Komoo et al. 2001a). Walaupun Program Geopark pada ketika itu tidak diterima oleh UNESCO, kesedaran yang tinggi dalam kalangan penggiat pemuliharaan geologi menyebabkan mereka terus berusaha mempromosi sumber geowarisan tanpa mengenal erti putus asa. Di Malaysia, fasa ini merupakan fasa pemeraksanaan Kumpulan Warisan Geologi Malaysia (KWGM) melalui pelbagai aktiviti persidangan

dan dialog bersama pelbagai pihak berkepentingan dan penerbitan berkaitan potensi pembangunan geowarisan di peringkat kebangsaan dan antarabangsa (Mohd Shafeea Leman et al. 2009). Antara penerbitan penting termasuklah senarai tapak potensi geowarisan di seluruh negara (Ibrahim Komoo et al. 2001b), kompilasi warisan geologi Langkawi (Ibrahim Komoo & Che Aziz Ali 2003) dan geotapak Langkawi (Ibrahim Abdullah et al. 2001). Aktiviti ini ternyata amat penting dalam meneruskan momentum KWGM menyokong usaha pemuliharaan geowarisan di peringkat global walaupun GGN UNESCO hanya ditubuhkan pada tahun 2004 (Eder 2004; McKeever 2009).

Akhirnya pada 1 Jun 2007, Langkawi diiktiraf sebagai ahli GGN oleh UNESCO, satu detik yang amat bermakna buat KWGM, Malaysia dan Asia Tenggara (Mohd Shafeea Leman et al. 2007b). Sebagai ahli ke-52 dalam jaringan geopark global UNESCO, Langkawi Geopark turut bersandarkan keunggulan sumber geowarisan dan pemuliharaannya sebagai asas pembangunan industri geopelancongan demi menjamin usaha berterusan memelihara sumber geowarisan dan pelbagai sumber warisan alam sekitar lain dan sumber budaya di kepulauan Langkawi. Dalam hal ini penduduk tempatan Langkawi diberi pelbagai pendedahan tentang pembangunan sumber asli secara lestari serta pelbagai galakan untuk melibatkan diri dalam industri berkaitan pelancongan lestari. Ini dilakukan dengan meningkatkan pengetahuan masyarakat tempatan sebagai pewaris sejati tentang kekayaan sumber geowarisan Langkawi bagi menerapkan perasaan cinta mereka terhadap sumber yang mereka warisi turun-temurun.

KEPELBAGAIAN GEOLOGI DAN GEOWARISAN

Geo berasal dari perkataan *gaia* dalam bahasa Latin yang bermaksud Bumi. Oleh itu, geologi atau geosains adalah ilmu sains yang membincangkan tentang bahan dan proses Bumi dengan menggabungkan pelbagai pengetahuan asas sains lain seperti fizik, kimia dan biologi bagi memahami dan menafsir pelbagai peristiwa yang telah berlaku baik di permukaan mahupun di dalam perut Bumi sejak Bumi ini terbentuk sekitar 4.6 bilion tahun lalu hinggalah ke saat ini. Berdasarkan ilmu geosains yang luas ini, ahli geosains berupaya pula meramal peristiwa yang akan berlaku pada masa akan datang.

Sebagai disiplin ilmu yang telah berkembang selama beberapa abad, cakupan ilmu geosains amatlah luas merangkumi kepelbagaian geologi yang begitu tinggi. Bagi memudahkan perbincangan, dalam makalah ini kepelbagaian geologi dikategorikan kepada kepelbagaian sumber dan kepelbagaian proses geologi. Kepelbagaian sumber geologi mewakili kepelbagaian bahan pembentuk Bumi, baik yang terdedah di permukaan Bumi mahupun yang berada di dasar laut ataupun yang tersimpan jauh di dalam perut Bumi. Antaranya termasuklah pelbagai jenis

batuan pembentuk litosfera ataupun kerak Bumi yang pejal, tanah dan sedimen pembentuk pedosfera yang poroi, unsur logam dan bukan logam pembentuk mantel yang cair dan unsur logam berat pembentuk teras Bumi yang padat. Kepelbagaian proses geologi mewakili kepelbagaian proses alam sama ada proses dalaman Bumi, mahupun proses luaran dan ekstra-terestrial yang tidak pernah berhenti mengubah keadaan fizik dan kimia Bumi serta pelbagai kehidupan yang terdedah kepada proses tersebut. Kepelbagaian rupaBumi dan landskap pula merupakan sumber geologi yang sedang dicorakkan secara aktif oleh proses geologi.

Setiap bahan dalam sesuatu sumber geologi menyimpan pelbagai rekod sejarah silam yang hanya boleh dirungkai melalui pengetahuan saintifik terhadap sifat fizik dan kimianya, dan dalam hal fosil, pengetahuan biologinya juga. Natiujahnya setiap satu sumber geologi akan memiliki nilai saintifik atau nilai intrinsiknya yang tersendiri, sebahagiannya bernilai lebih tinggi dari yang lain. Sesetengah sumber mineral, batuan, rupaBumi dan landskap pula mempunyai nilai ekestetik atau ekstrinsik dan nilai budaya yang telah dijaga dan dipertahankan oleh masyarakat sepanjang zaman. Gabungan pelbagai sumber geologi dan proses geologi yang aktif pada hari ini telah menghadiahkan kita dengan pelbagai tapak rekreasi alam semula jadi. Pelbagai rekod sejarah manusia menunjukkan betapa sumber geologi telah begitu banyak menyumbang dalam pembangunan tamadun manusia dan terus memainkan peranan dalam kehidupan manusia seharian. Gabungan pelbagai nilai ini telah dijadikan panduan bagi ahli geosains dalam menamakan sumber geologi tertentu sebagai sumber geowarisan yang kritikal dan perlu dipelihara daripada ancaman kerosakan dan kemusnahan berkekalan (Ibrahim Komoo 1998, 2003).

Warisan Geologi telah didefinisikan oleh UNESCO sebagai: 1) fitur tabii yang mengandungi bentuk fizikal bernilai unggul dari aspek saintifik dan estetik; 2) formasi geologi yang mengandungi kepelbagaian flora dan fauna terancam atau mempunyai nilai tinggi dari aspek saintifik atau pemuliharaan; dan 3) tapak atau kawasan semula jadi yang mempunyai nilai tinggi daripada aspek saintifik, keindahan tabii dan pemuliharaan. Bagaimanapun, definisi yang sedikit berbeza telah diberikan oleh negara berlainan bagi memenuhi pelbagai pendekatan yang diambil dalam usaha masing-masing untuk mempertahankan fitur-fitur geologi penting yang diancam kemusnahan, baik oleh kesan antropogenik mahupun akibat proses tabii.

Secara umumnya, sumber geowarisan dapat dikategori kepada dua, iaitu warisan tampak dan warisan tidak tampak. Sumber geowarisan tampak merupakan warisan fizikal atau ekstrinsik yang berupa pelbagai mineral dan batuan eksotik, fosil, rupaBumi yang unik dan landskap geologi yang menarik. Sesetengah sumber dan landskap geologi mempunyai nilai estetik dan budaya yang tinggi dan telah sekian lama disimpan dan dipertahankan, malah sesetengahnya dipuja dan

disembah oleh pelbagai kelompok masyarakat silam dan juga sesetengah masyarakat hari ini. Sumber geowarisan tidak tampak pula merupakan warisan intrinsik berupa sejarah pembentukan serta pelbagai maklumat saintifik penting berkaitan sesuatu sumber geologi, termasuklah sejarah penemuan dan utilisasi sumber oleh manusia. Rekod eksploitasi sumber geologi seringkali berkaitan dengan sejarah pertempatan di beberapa bandar dan bandaraya besar di serata dunia hari ini.

Kewujudan dan sifat sesuatu sumber geowarisan amatlah pelbagai. Oleh itu, kaedah untuk memulihara sumber geowarisan juga pelbagai. Namun, secara umumnya sumber geowarisan dipulihara dalam dua bentuk, iaitu melalui pemuliharaan *in-situ* dan *ex-situ* (Kollmann 2002, Mohd Shafeea Leman 2002). Pemuliharaan *in-situ* dilakukan bagi sesuatu kawasan berkeluasan tertentu yang kaya khazanah geowarisan berstatus geotapak warisan dan dikawal selia oleh institusi bertanggungjawab. Pemuliharaan *ex-situ* pula dilakukan bagi artifak geowarisan bersaiz kecil yang disimpan oleh kurator bertauliah dalam koleksi bersistem dan terkawal selia atau dipamerkan oleh institusi yang diiktiraf seperti muzium alam semulajadi dan muzium geologi.

GEOWARISAN DAN LANGKAWI GEOPARK

Dari sudut geosains, kebanyakan sumber geologi dibentuk secara tabii beberapa kilometer di bawah permukaan Bumi. Oleh itu, kewujudan dan kekayaan sumber geowarisan di sesuatu wilayah sangat berkait rapat dengan kewujudan batuan yang terdedah di permukaan akibat pelbagai proses geologi yang menyingkap penutup batuan ini pada masa lampau. Sehubungan itu, didapati negara beriklim tropika seperti Malaysia memiliki singkapan batuan yang terhad akibat ketebalan tanah yang menutupinya. Ini disebabkan ketinggian suhu dan lembapan yang merencanakan tindak balas kimia dan yang pula mengubah batuan menjadi tanah bagi menutupi permukaan Bumi. Bagaimanapun, Langkawi Geopark amat bertuah kerana wujudnya singkapan batuan yang agak meluas disebabkan kewujudan banyak batuan yang lebih tahan terhadap luluhawa dan kehadiran musim kering yang relatifnya lebih panjang dari kebanyakan bahagian lain di Malaysia.

GEOLOGI LANGKAWI GEOPARK

Kelimpahan singkapan batuan telah menarik perhatian ramai ahli geosains dari dalam dan luar negara mengkaji pelbagai aspek geologinya walaupun kedudukan kepulauan ini agak terasing hinggalah potensi ekonomi sumber geologi di sini agak rendah berbanding di tanah besar Semenanjung Malaysia. Beberapa tapak geologi di kepulauan Langkawi telah dijadikan tapak lawatan tahunan oleh kumpulan pelajar geologi dari universiti

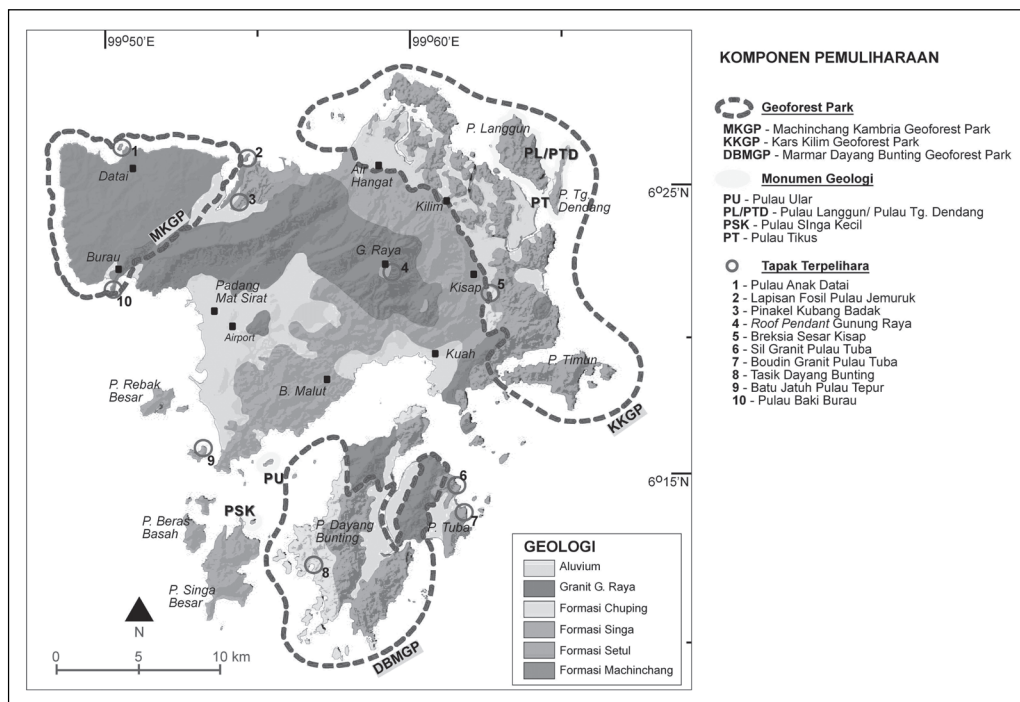
tempatan sejak awal tahun 1970-an walaupun ketika itu keadaan infrastruktur asas di kepulauan ini amat daif. Kajian mendalam oleh mereka ini telah menjadikan geologi Langkawi Geopark antara yang terbaik pernah direkodkan di negara ini. Memoir *Geological Survey of Malaysia* oleh Jones (1981) merupakan antara dokumen paling lengkap mengenai geologi kepulauan Langkawi termasuk penamaan unit-unit batuan Formasi Machinchang, Formasi Setul, Formasi Singa, Formasi Chuping dan Granit Gunung Raya.

Geologi Langkawi Geopark sebahagian besarnya dibentuk oleh batuan sedimen berusia Paleozoik (545-245 juta tahun), bermula dari usia Kambria (Paleozoik Awal) hinggalah usia Perm (Paleozoik Akhir). Usia Kambria (545-505 juta tahun) diwakili oleh batuan Formasi Machinchang, manakala usia Perm diwakili oleh batuan Formasi Chuping. Di antara kedua unit batuan ini terdapat batuan Formasi Setul (usia Ordovisi – Devon Tengah) dan Formasi Singa (Devon Akhir – Perm Awal). Kewujudan formasi batuan sedimen berlainan ini dapat dibezakan dari landskap yang terpapar di kawasan berkenaan, kecuali antara batuan Formasi Setul dan Formasi Chuping yang kedua-duanya merupakan unit batu kapur yang cuma berbeza dari segi usia.

Batuan Formasi Machinchang yang membentuk Pergunungan Machinchang dicirikan oleh perbukitan tinggi yang didominasi oleh rabung-rabung tajam di puncaknya. Landskap Machinchang ini dibina oleh lapisan-lapisan tebal batu pasir tulen yang tidak membentuk lapisan tanah yang sangat tebal. Formasi Setul dan Formasi Chuping merupakan unit batu kapur yang

dicirikan oleh bukit rendah hingga sederhana tinggi dengan tebing hampir tegak hingga tegak dan puncak hampir rata hingga membulat seringkali diwakili oleh pinakel-pinakel tajam. Landskap batu kapur begini dikenali sebagai landskap kars yang turut mempamerkan gua pelbagai bentuk dan saiz dan dipenuhi pelbagai bentuk struktur dalaman gua yang khusus, lembah tertutup yang dinamakan *wang* atau dolina, tasik dolina, saluran bawah tanah, gua laut dan gerbang laut. Di kepulauan Langkawi unit batu kapur Formasi Setul adalah lebih dominan berbanding Formasi Chuping yang terhad di kawasan sekitar Kampung Kisap, timur laut Bandar Kuah, bahagian barat Pulau Dayang Bunting serta pulau-pulau di baratnya.

Kawasan barat daya Pulau Langkawi serta kepulauan di barat daya Langkawi dicirikan oleh perbukitan rendah beralun yang kebanyakannya dibentuk oleh batu lumpur berwarna hitam serta sedikit batu pasir berwarna kekuningan. Batu lumpur dan batu pasir yang mewakili sebahagian daripada Formasi Singa ini turut ditemui di sekitar puncak dan sayap sektor timur Gunung Raya. Granit pula lazimnya dicirikan oleh landskap perbukitan berketinggian sederhana hingga agak tinggi dengan profil berbentuk kon bercerun landai seperti yang kelihatan di Gunung Raya dan Bukit Panchor di Pulau Langkawi serta beberapa bukit di bahagian barat Pulau Tuba dan barat laut Pulau Dayang Bunting. Bukit Sawar, bagaimanapun menunjukkan landskap granit yang agak aneh dan kelihatan seakan-akan landskap batuan sedimen dan fenomena ini masih belum dijelaskan dengan baik oleh ahli geosains. Taburan formasi batuan di kepulauan Langkawi adalah seperti dalam *Peta 1*.



PETA 1. Taburan Formasi Batuan, Taman Georimba (*Geoforest Park*), Monumen Geologi (*Geological Monuments*) dan Geotapak Terpelihara (*Protected Geosites*)

Sumber: Mohd Shafeea Leman et al. (2007a)

GGEOWARISAN LANGKAWI GEOPARK

Rentetan penerbitan hasil kajian pemetaan geologi di kepulauan Langkawi oleh Jones (1961), pelbagai isu geologi khusus telah didebatkan oleh ahli geosains terkemudian. Antara isu yang banyak dibincangkan termasuk isu tentang usia, susunan jujukan, sekitaran pengenapan dan struktur canggaan bagi unit batuan tertua di Langkawi oleh Lee (1983), Mohd Shafeea Leman (1997a) dan Ibrahim Abdullah et al. (1997). Isu struktur geologi Langkawi, khususnya tentang keadaan dan peranan Sesar Kikap dalam penyusunan jujukan batuan di Langkawi dan sejarah tektonik rantau pula menjadi perdebatan hangat antara Koopmans (1965), Kimura & Jones (1967), Tan (1981), Ibrahim Abdullah (1985) dan Mohd Shafeea Leman & Shi (1998). Satu lagi isu rantau ialah tentang penafsiran diamiktit atau struktur batu jatuh dan fauna iklim sejuk yang berasosiasi dengannya dalam mengaitkan Langkawi dan Gondwanaland yang begitu banyak dibincangkan oleh Stauffer & Mantajit (1981), Stauffer & Lee (1987), Shi et al. (1997), Mohd Shafeea Leman (1997b, 1997c, 2000) dan Mohd Shafeea Leman & Asmaniza Yob (2002).

Perdebatan hebat dalam kalangan ahli geosains ini menunjukkan wujudnya pelbagai sumber geologi yang amat penting dari sudut saintifik yang memerlukan huraian berskala rantau dan global. Kepentingan geologi ini telah dijadikan asas kepada perbincangan lanjut mengenai aspek geowarisan kepulauan Langkawi yang sebahagian besarnya dikaji oleh penyelidik tempatan. Ini ditambah pula dengan aspek penyelidikan berkaitan nilai estetik, budaya dan rekreasi yang baru dikembangkan pada awal abad ke-21 ke atas tapak-tapak geowarisan tertentu di Langkawi. Hasil pengumpulan data secara berterusan, Yunus Abdul Razak et al. (2001) telah menyenaraikan 20 geotapak bernilai warisan di kepulauan Langkawi, manakala Mohd Shafeea Leman et al. (2007a) menyatakan terdapat 90 geotapak bernilai warisan di Langkawi. Bagaimanapun hanya 28 daripada jumlah geotapak ini yang telah dikaji dan didokumentasi secara lebih terperinci sedangkan yang lainnya hanya sekadar disenarai untuk tujuan kajian lanjutan. Maklumat lebih lanjut mengenai sumber geologi dan geowarisan Langkawi dapat dilihat dalam buku bertajuk *Langkawi Geopark* (Mohd Shafeea Leman 2007a) yang merupakan

USIA GEOLOGI	STRATIGRAFI	GEOLOGI	PERISTIWA GEOLOGI
JURA - RESEN			<ul style="list-style-type: none"> ● Luluhawa & hakisan
TRIAS		<p>GRANIT GUNUNG RAYA -granit berbutiran kasar dan sebahagiannya jenis profiri</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Rejahan granit, metamorfisme dan peristiwa tektonik
PERMIA		<p>FORMASI CHUPING -lapisan batu kapur yang nipis hingga tebal dan dolomit, biasanya berwarna cerah</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Dominasi pemendapan sedimen karbonat semasa kenaikan paras laut dan iklim menjadi semakin panas ● SIBUMASU terpisah dari benua Gondwana dan bergerak ke utara
KARBON		<p>FORMASI SINGA -batu lodak dan batu lumpur berselang-lapis dengan fasies (2) -batu lumpur/batu lodak berwarna hitam kadang-kadang mengandungi klasta dan blok hasilan glasier -bahagian bawah formasi (1) membentuk lapisan merah dan mengandungi batu jatuh, bahagian atasnya mengandungi beberapa kekanta batu kapur</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Kenaikan paras laut secara berterusan dengan pemendapan glasier diamiktit dan kekanta batu kapur ● Pemendapan diamiktit asalan glasier berselang-lapis dengan fasies berpasir laut lebih cetek (kenaikan & penurunan paras laut) ● Pemendapan lapisan merah dengan batu jatuh
DEVON		<p>paraconformiti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Tiada pemendapan
SILUR		<p>FORMASI SETUL -lapisan batu kapur yang nipis hingga tebal, biasanya jenis dolomit bersama-sama selang lapis batuan klastik (1) Ahli Basal Limestone (2) Ahli Lower Limestone (3) Ahli Lower Detrital (4) Ahli Upper Limestone</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Pencetakan berterusan menyebabkan dominasi sedimen klastik laut cetek ● Period laut cetek dengan pemendapan sedimen karbonat ● Pemendapan sedimen klastik laut dalam ● Transgresi berterusan menyebabkan pemendapan sedimen karbonat cetek atas sedimen klastik Formasi Machinchang
ORDOVISI			
KAMBRIA		<p>FORMASI MACHINCHANG -batu pasir lapisan-silang dengan syal, lodak dan konglomerat</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Transgresi berterusan ● Period regresi singkat ● Pemendapan sedimen delta
PRA-KAMBRIA			<ul style="list-style-type: none"> ● Pembentukan batuan dasar

RAJAH 1. Jujukan Peristiwa Penting dalam Sejarah Pembentukan Kepulauan Langkawi Sepanjang Era Paleozoik (Kambria – Perm) Hingga Zaman Trias Serta Jenis-Jenis Batuan yang Menjadi Bahan Buktinya

Sumber: Mohd Shafeea Leman et al. (2007a)

hasil penulisan semula bahan daripada dossier yang dimajukan oleh Langkawi Geopark pada akhir tahun 2006 kepada pihak UNESCO untuk mendapatkan pengiktirafan sebagai geopark global.

Dalam mengajukan permohonan bagi mendapatkan status global geopark yang disokong oleh UNESCO, Mohd Shafeea Leman et al. (2006) telah meringkaskan keunikan geowarisan Langkawi dengan hanya menonjolkan tiga fitur utama iaitu: 1) keindahan landskap kars kepulauan tropika terindah di rantau ini yang diadakan bersama hutan bakau di Lembah Kilim-Kisap serta di Pulau Dayang Bunting-Pulau Tuba, 2) kehadiran jujukan batuan yang lengkap mewakili sejarah pegenapan sedimen sepanjang Era Paleozoik (545-245 juta tahun) (Rajah 1) dengan kehadiran bukti batuan dan fosil tertua di rantau ini serta penyusunan jujukan batuan yang unik, dan 3) kehadiran struktur sedimen, fosil dan struktur geologi sekunder terbaik sebagai bukti yang mensabitkan Langkawi dengan superbenua Gondwana dan peristiwa pergerakan benua-benua yang membentuk Bumi Asia sekarang ini. Semua ini ditonjolkan dalam tajuk-tajuk berkaitan pemuliharaan geotapak-geotapak tertentu serta tiga taman georimba atau *geoforest park* yang pertama kali diperkenalkan di Langkawi Geopark.

KEPELBAGAIAN GEOWARISAN

Dari aspek kepelbagaian geowarisan, Mohd Shafeea Leman et al. (2007a) menunjukkan bahawa sumber geowarisan Langkawi Geopark mewakili semua kategori kepelbagaian geologi seperti yang digariskan oleh KWGM. Ini termasuk kepelbagaian mineral, batuan, fosil, struktur sedimen, struktur sekunder, rupaBumi dan landskap (Jadual 1).

NILAI DAN TARAF GEOWARISAN

Mohd Shafeea Leman et al. (2007a) telah menyenaraikan kesemua geotapak yang telah diperihalkan dalam buku *Langkawi Geopark*. Bagaimanapun, mereka tidak menyentuh tentang nilai dan taraf warisan bagi geotapak ini kerana kekurangan kajian khusus mengenai taraf warisan. Senarai tersebut dituliskan kembali dalam Jadual 1 di bawah bagi memasukkan jenis kepelbagaian dan juga nilai serta taraf tentatif warisan berdasarkan nota-nota kepentingan saintifik yang pernah dinyatakan dalam Mohd Shafeea Leman et al. (2007a) atau dalam penerbitan lain. Nilai dipertimbangkan dari sudut kepentingan saintifik atau intrinsik, estetik, budaya dan rekreasi, manakala taraf dikira dari kepentingan tempatan, daerah, negeri, negara dan rantau atau antarabangsa.

JADUAL 1. Geotapak Warisan di Langkawi Geopark – Kepelbagaian, Nilai, Taraf dan Status Pemuliharaannya

Bil.	Geotapak	Nota Geologi	Kepelbagaian	Nilai	Taraf	Status Pemuliharaan
1	Pulau Baki Anak Datai	Strata tertua, pulau baki, tombolo bermusim	batuan, rupaBumi, landskap	saintifik, estetik, rekreasi	rantau	tak pasti
2	Air Terjun Temurun	Jujukan batu pasir tebal, sesar, air terjun tertinggi	batuan, struktur, landskap	saintifik, estetik, rekreasi	daerah	Hutan Rekreasi
3	Struktur Sedimen Pantai Pasir Tengkorak	Struktur sedimen yang baik (kesan beban, struktur nyalaan), tafoni	struktur sedimen, struktur hakisan	saintifik, estetik, rekreasi	negara	Hutan Rekreasi
4	Lapisan Fosil Pulau Jemuruk – Tanjung Buta	Fosil tertua (trilobite, brakiopod), fosil surih	fosil, struktur sedimen	saintifik, estetik	rantau	Hutan Simpan Kekal
5	Pinakel Kubang Badak	Pinakel batu kapur berpemandangan indah	rupaBumi, landskap	saintifik, estetik	daerah	tak pasti
6	Pantai Pasir Hitam	Pasir unik berwarna hitam (tourmalin, ilmenit)	mineral	saintifik, rekreasi	rantau	tak pasti
7	Lapisan Fosil Sungai Itau – Kilim	Fosil (brakiopod, bryozoa) iklim sejuk	fosil, struktur sedimen	saintifik, estetik	rantau	tak pasti
8	Gua Cherita	Gua batu kapur, cherita legenda	rupaBumi, landskap	saintifik, estetik, rekreasi	tempatan	Hutan Rekreasi
9	Pinakel Kuala Kilim	Pinakel batu kapur berpemandangan indah	rupaBumi, landskap	saintifik, estetik	daerah	Hutan Simpan Kekal

10	Gua Kelawar	Terowong, takik laut kuno, rekod kepelbagaian biologi	rupaBumi, landskap	saintifik, estetik	daerah	Hutan Simpan Kekal
11	Rintisan Teluk Mempelam	Keratan tip stratigrafi, fosil, lokaliti tip fosil	batuan, fosil	saintifik, estetik	rantau	Hutan Simpan Kekal
12	Tasik Langgun	Tasik dolina	rupaBumi, landskap	saintifik, estetik, rekreasi	tempatan	Hutan Simpan Kekal
13	Lapisan Fosil Anak Tikus	Fosil (gastropod, sefalopod), lokaliti tip fosil, pulau baki	fosil, rupaBumi	saintifik, estetik	rantau	Hutan Simpan Kekal
14	Aras Laut Kuno Teluk China Mati	Rekod takik laut tertinggi zaman Holosen (bivalvia, gastropod)	fosil, rupaBumi	saintifik	rantau	Hutan Simpan Kekal
15	Granit Burau	Fitur hakisan granit, pulau baki	batuan, rupaBumi, landskap	saintifik, estetik, rekreasi	tempatan	Hutan Simpan Kekal
16	Air Terjun Telaga Tujuh	Sentuhan batuan F. Machinchang - granit, air terjun, lubang periuk	batuan, rupaBumi, landskap	saintifik, estetik, rekreasi	negeri	Hutan Rekreasi
17	Sisa Bumbang Gunung Raya	Sentuhan batuan F. Singa - granit, hornfels, tourmalin	batuan, mineral,	saintifik, estetik	negeri	tak pasti
18	Breksia Kisap	Batu kapur terbreksi, sesar	batuan, struktur sekunder	saintifik	rantau	tak pasti
19	Batu Jatuh Pulau Tepor	Struktur batu jatuh dan nendatan, fosil surih	struktur sedimen, batuan, fosil	saintifik, estetik, rekreasi	rantau	Hutan Simpan Kekal
20	Pentas Abrasi Pulau Ular	Pentas hakisan dasar ombak, takik laut, struktur nendatan, fosil surih, batu jatuh	batuan, rupaBumi, landskap	saintifik, estetik, rekreasi	negara	tak pasti
21	Sempadan Transisi Pulau Singa Kechil	Sempadan transisi batu pasir - batu kapur, batu jatuh, nendatan	batuan	saintifik, estetik	rantau	Hutan Simpan Kekal
22	Batu Kapur Pulau Jong	Batu kapur berfosil	batuan, fosil	saintifik, estetik	tempatan	Hutan Simpan Kekal
23	Gua Pasir Dagang	Sentuhan granit – marmar	batuan, mineral	saintifik, estetik, rekreasi	tempatan	Hutan Simpan Kekal
24	Tasik Dayang Bunting	Tasik dolina	batuan, landskap	saintifik, estetik, rekreasi	negara	Hutan Rekreasi
25	Gerbang Laut Pulau Lima	Pulau, gua, gerbang dan takik laut	batuan, rupaBumi, landskap	saintifik, estetik, rekreasi	daerah	Hutan Simpan Kekal
26	Sil Terlipat Teluk Tuba	Sil granit terlipat, sentuhan granit - marmar	batuan, struktur sekunder	saintifik, estetik	negara	Hutan Simpan Kekal
27	Boudin Pulau Tuba	Kanta sil dalam marmar	batuan, struktur sekunder	saintifik, estetik	negeri	Hutan Simpan Kekal
28	Skarn Pulau Bumbun	Zon pemineralan pada sentuhan granit - marmar	batuan, mineral	saintifik, estetik	daerah	Hutan Simpan Kekal

PEMULIHARAAN GEOWARISAN LANGKAWI GEOPARK

Setelah sepuluh tahun konsep geopark dibangunkan di Eropah masih ramai dalam kalangan anggota masyarakat awam yang terkeliru geopark sebagai entiti pemuliharaan. Geopark sebenarnya adalah satu konsep pembangunan yang dirancang untuk kawasan yang kaya sumber geowarisan, tetapi agak kurang sesuai untuk pembangunan sosio-ekonomi utama yang lain seperti perindustrian, perdagangan dan pertanian intensif, namun sesuai untuk pembangunan industri pelancongan berasaskan landskap geologi atau sumber geowarisan lain. Dalam hal ini pemuliharaan sumber geowarisan hanya merupakan satu komponen kecil tetapi amat penting di dalam sesebuah geopark demi mengekalkan kekayaan sumber geowarisan yang menjadi asas industri pelancongan lestari ataupun geopelancongan. UNESCO juga tidak pernah menetapkan sebarang bentuk pemuliharaan yang perlu dilaksanakan oleh sesebuah geopark, hanya sekadar menegaskan tentang perlunya wujud usaha pemuliharaan sumber geowarisan.

Pemuliharaan geowarisan, menurut definisi Burek & Prosser (2008) adalah tindakan yang diambil dengan niat memulihara dan meningkatkan fitur, proses, tapak dan spesimen geologi dan geomorfologi. Dalam senario global hari ini, geopark berlainan telah menggunakan pendekatan berlainan dalam usaha masing-masing menjaga identiti kepelbagaian geowarisan mereka. Beberapa geopark global di Asia dan Eropah umpamanya memiliki geotapak ataupun tapak warisan tabii yang telah pun tersenarai dalam *UNESCO World Heritage List*. Geopark global lain pula mempunyai sejumlah geotapak yang dipulihara dalam taman negara, monumen geologi atau tapak terpelihara.

Di kepulauan Langkawi, pemuliharaan sumber geowarisan adalah satu inisiatif baru yang bergerak seiring dengan inisiatif pembangunan geopark yang dipelopori oleh Kumpulan Warisan Geologi Malaysia (KWGM) dengan sokongan padu Lembaga Pembangunan Langkawi (LADA), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia (JPSM) dan Majlis Daerah Langkawi (MDL). Sebelum ini aktiviti pemuliharaan hanya bertumpu kepada pemuliharaan hutan (paya bakau dan dipterokap gunung) di bawah entiti Hutan Simpan Kekal (16 buah) dan Hutan Rekreasi (7 buah). Namun, pada tahun 1999 Ibrahim Komoo telah memberikan beberapa cadangan pemuliharaan sumber geowarisan tentatif untuk Langkawi dengan menggunakan konsep taman geologi, monumen geologi dan tapak terpelihara serta landskap berpandangan indah namun tidak pula mengulas tentang mekanisme pemuliharaannya. Konsep ini diterima pakai oleh para penyelidik yang berusaha membangunkan Langkawi sebagai sebuah geopark hinggalah pada tahun 2004 apabila Shaharuddin Ismail dan rakan-rakan mencadangkan pengubahsuaian kepada sebahagian Hutan Simpan Kekal di Langkawi yang berada dalam

kawasan litupan taman geologi (Ibrahim Komoo 1999) menjadikannya taman georimba atau geoforest park. Oleh itu, kini sumber geowarisan di dalam Langkawi Geopark dipulihara melalui empat entiti pemuliharaan utama, iaitu sebagai taman georimba, monumen geologi, tapak terpelihara dan landskap berpandangan indah.

TAMAN GEORIMBA

Konsep taman georimba adalah konsep pemuliharaan yang pertama kali diperkenalkan di Langkawi pada tahun 2004. Konsep ini mengintegrasikan sumber tumbuhan hutan semula jadi dan sumber geowarisan yang menghasilkan panorama landskap geologi yang indah bagi tujuan pemuliharaan kedua-dua jenis sumber (Shaharuddin Mohamad Ismail et al. 2004, 2005; Mohd Shafeea Leman & Ibrahim Komoo 2006). Dalam konteks ini, sumber geowarisan dikenal pasti sebagai unsur utama yang menyumbang ke arah aktiviti berkaitan pelancongan, rekreasi dan pendidikan. Menurut Shaharuddin Mohamad Ismail et al. (2004) seterusnya taman georimba yang dikawal selia oleh Jabatan Perhutanan akan menyediakan peluang terbaik untuk penyelidikan multidisiplin ke arah pemahaman yang lebih baik tentang perhubungan dan saling bergantungnya pelbagai jenis batuan dan biota yang seringkali endemik kepada batuan tertentu. Buku bergambar *Geoforest Parks – Hanging Gardens of Langkawi* oleh Shaharuddin Mohamad Ismail et al. (2005) sesungguhnya telah berjaya menarik perhatian pembaca dan pengusaha ekopelancongan di kepulauan Langkawi.

Tiga buah taman georimba yang diisytiharkan oleh Jabatan Perhutanan pada tahun 2005 telah pun banyak membantu mempercepatkan usaha LADA dan UKM untuk mendapatkan status global geopark daripada pihak GGN UNESCO. Taman-taman georimba tersebut adalah Taman-Taman Georimba Kambria Machinchang, Kars Kilim dan Marmar Dayang Bunting (Peta 1). Antara yang diperagakan oleh Taman Georimba Kambria Machinchang adalah keseluruhan unit batuan Formasi Machinchang yang berusia Kambria dengan unit batuan dan fosil tertua di Malaysia dan rantau ini yang mana di dalamnya terdapat spesies buluh memanjat yang unik dan pokok tongkat Ali (*Eurycoma longifolia*). Taman Georimba Kars Kilim pula mempromosi batu kapur tertua di rantau ini dengan pelbagai landskap kars kepulauan yang sangat indah dengan spesies bogak *Cycas clivicola* yang hidup tergantung di dinding bukit dan batu kapur yang amat kaya dengan pelbagai jenis fosil gastropod, sefalopod, trilobit, graptolit dan konodon. Paya bakau di sini menambahkan lagi kecantikan landskap alam semula jadi, sebahagian bakau ini tumbuh di atas lantai batu kapur. Taman Georimba Marmar Dayang Bunting pula memperagakan batu kapur yang kebanyakannya telah bertukar menjadi marmar dengan kars kepulauan yang amat indah serta misteri pembentukan Tasik Dayang Bunting yang penuh legenda. Taman georimba yang

masih kurang dijelajahi ini turut menunjukkan kehadiran palma *Maxburretia gracilis* yang hidup di celah-celah rekahan pada dinding bukit endemik kepada kepulauan selatan Langkawi.

MONUMEN GEOLOGI

Konsep monumen geologi ini adalah konsep yang telah pun diguna pakai di beberapa buah negara maju di Eropah dan di Jepun di mana beberapa geotapak dalam satu kawasan agak luas yang turut berasosiasi dengan kepelbagaian landskap geologi dipulihara untuk menjaga nilai saintifik dan estetikanya (Ibrahim Komoo 1998, 1999). Beberapa buah kawasan telah dicadangkan oleh Ibrahim Komoo (1999) dan Mohd Shafeea Leman et al. (2007a) untuk dijadikan monumen geologi di Langkawi. Antaranya termasuklah monumen-monumen geologi Pulau Singa Kechil, Pulau Ular dan Pulau Anak Tikus (Peta 1). Pulau Singa Kechil mempamer landskap indah berbentuk kepala Singa bagi pulau kecil yang mengandungi tapak peralihan antara dua formasi batuan berlainan jenis (Jadual 1). Pulau Ular pula mempamer landskap bukit-bukit yang disambungkan oleh pentas hakisan ombak kuno yang begitu luas menjadikannya seolah-olah seekor ular yang sedang berlari di samping pelbagai fitur geologi penting seperti dalam Jadual 1. Sementara itu, Pulau Anak Tikus adalah pulau baki yang turut mempamer takik dan gerbang laut, namun tarikan pulau ini adalah kekayaan fosilnya yang berlimpah-limpah. Kesemua monumen geologi ini adalah dikawal selia di bawah Hutan Simpan terpelihara.

GEOTAPAK TERPELIHARA

Kebanyakan geotapak terpelihara terhad kepada satu kawasan kecil yang mengandungi satu atau beberapa kepelbagaian geowarisan bernilai saintifik tinggi yang perlu dipulihara untuk tujuan pendidikan dan penyelidikan. Sebahagiannya turut mempunyai nilai estetik dan rekreasi seperti yang tersenarai dalam Jadual 1. Di Langkawi, sebanyak 90 geotapak telah pun disenaraikan oleh Kumpulan Warisan Geologi Malaysia dan 28 daripadanya telah diperihalkan (Jadual 1). Sebahagian besar daripada geotapak ini berada dalam kawasan geoforest park dan monumen geologi yang merupakan sebahagian daripada Hutan Simpan Kekal Langkawi. Sebahagian yang berada di tanah milik persendirian masih belum dapat dipastikan status pemuliharaannya.

LANDSKAP BERPEMANDANGAN INDAH

Lazimnya ini merupakan kawasan luas yang mempunyai pelbagai landskap yang boleh dilihat secara keseluruhannya atau sebahagiannya dari titik-titik pandang tertentu. Landskap ini boleh sepenuhnya terdiri daripada kawasan terpelihara atau boleh mengandungi

sebahagian kawasan milik persendirian. Pengekalan landskap yang mempesonakan ini penting bagi mengekalkan daya tarikan pelancongan bagi sesuatu kawasan. Apa yang perlu dilakukan adalah dengan membina lebih banyak titik-titik pandang yang mesra alam supaya landskap berpandangan indah ini dapat dihayati dari pelbagai sudut berlainan. Antara landskap menarik di kepulauan Langkawi adalah landskap perbukitan dan kepulauan kars yang tersebar di sebelah timur kepulauan Langkawi menganjur dari utara hingga ke selatan, Gunung Machinchang, Gunung Raya dan Selat Kuah.

Kebanyakan geotapak sumber geowarisan di Langkawi Geopark berada dalam kawasan hutan simpan kekal. Oleh itu, hingga ke saat ini hampir kesemua sumber geowarisan dipulihara di bawah Akta Perhutanan Kebangsaan 1984 yang dikawal selia oleh Jabatan Perhutanan. Beberapa geotapak bagaimanapun, berada di luar kawasan hutan simpan kekal dan masih belum mempunyai entiti pemuliharaan tertentu. Pada hakikatnya, sumber ini masih terdedah kepada potensi kemusnahan jika dieksploit secara tidak lestari. Usaha lanjut harus segera dilakukan untuk menyelamatkan sumber geowarisan ini dari kemusnahan. Pelbagai perundangan sedia ada seperti Akta KajiBumi 1974 dan Akta Perancang Tanah dan Desa 1976 mungkin boleh digunakan bagi tujuan pemuliharaan sumber geowarisan ini.

ISU PEMULIHARAAN

Pada hakikatnya, hari ini sumber geowarisan di Langkawi Geopark berdepan dengan beberapa isu penting yang boleh menyumbang ke arah ketaklestarian sumber itu sendiri. Ini adalah kerana industri geopelancongan yang dianjurkan dalam konsep geopark itu sendiri akan memberikan impak negatif kesejahteraan alam sekitar sekiranya tidak dilakukan mengikut perancangan yang rapi. Sebahagian daripada isu ini memerlukan perhatian serius dan tindakan segera pelbagai agensi bertanggungjawab bagi mengelakkan sumber yang telah pun dikenal pasti ketinggian warisannya daripada termusnah akibat tangan manusia sendiri.

ISU KEUPAYAAN TAMPUNGAN

Kehadiran pelancong yang terlalu ramai pastinya akan menurunkan kualiti alam sekitar di geotapak yang dikunjungi. Untuk itu amat penting dilakukan kajian keupayaan tampungan sesuatu geotapak yang dijadikan tapak pelancongan agar kehadiran pelancong tidak memudaratkan sekitaran fizikal dan biologi tapak tersebut. Hasil kajian ini amat perlu untuk dijadikan panduan pihak pengurus tapak dalam menentukan had maksimum kemasukan pelancong pada satu-satu ketika. Antara langkah mitigasi yang perlu diambil bagi mengatasi isu ini seterusnya adalah dengan menjelajahi potensi

geotapak-geotapak baru yang boleh menggantikan geotapak yang akan menghadapi masalah keupayaan tampungan. Penyediaan tapak alternatif akan dapat mengurangkan tekanan terhadap alam sekitar di tapak pelancongan khususnya yang berkaitan alam semula jadi seperti tapak geowarisan.

ISU PENGUATKUASAAN

Isu ini adalah berkaitan dengan anasir yang merosakkan tapak yang didatangi pelancong termasuk jenayah pengekstrakkan sumber, pembuangan sampah, grafiti dan vandalisme. Walaupun perundangan tertentu telah wujud dan jelas, namun kekurangan tenaga penguat kuasa di Langkawi untuk menghalang aktiviti jenayah ini telah dikenal pasti sebagai isu penting berhubungan pembangunan lestari sumber geowarisan. Isu ini agak sukar ditangani kerana penguat kuasa undang-undang di negara ini bersifat agak sektoral sedangkan pengambilan penguatkuasa atau renjer hutan adalah di bawah budi bicara kerajaan persekutuan. Namun, atas saranan GGN UNESCO pelbagai pihak berkuasa tempatan, penyelidik dan badan bukan kerajaan telah berusaha keras menerapkan kesedaran Langkawi Geopark melalui pelbagai aktiviti termasuk kursus-kursus dan ceramah berterusan kepada pemandu pelancong dan pelajar sekolah di Langkawi di samping aktiviti interaktif dalam kalangan pelajar sekolah serta aktiviti gotong-royong membersihkan pantai yang turut melibatkan penduduk tempatan. Inisiatif peningkatan keupayaan sebegini, selain dapat menyedarkan pelbagai lapisan masyarakat Langkawi tentang konsep, pelaksanaan dan matlamat pembangunan geopark, dapat menerapkan sikap murni tentang penjagaan alam sekitar dalam kalangan mereka. Adalah diharapkan kesedaran tinggi dalam kalangan pelbagai lapisan masyarakat Langkawi dapat mengurangkan kesan negatif terhadap alam sekitar akibat angkara manusia tidak bertanggungjawab ini. Mereka yang terlibat dalam industri pelancongan pula diharapkan dapat bertindak sebagai pemantau aktiviti tidak mesra alam yang dilakukan oleh pengunjung geotapak warisan yang kini menjadi tarikan pelancong.

KESIMPULAN

Kekayaan sumber geologi berkepentingan saintifik tinggi dan landskap geologi luar biasa yang dianggap warisan rantau oleh ahli geosains serta usaha pemuliharaannya merupakan antara beberapa unsur penting yang membolehkan Langkawi bergelar sebuah geopark global. Sumber geowarisan di Langkawi dipulihara sebagai tapak terpelihara di dalam beberapa monumen geologi, taman georimba dan hutan simpan kekal demi mempertahankan kewibawaannya dalam usaha mengekalkan status Langkawi sebagai global geopark. Pemuliharaan sumber geowarisan di Langkawi

Geopark dilaksanakan oleh Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia yang dibantu oleh para penyelidik bagi menangani isu berkaitan keupayaan tampungan sesuatu geotapak serta usaha bersepadu pelbagai pihak berkepentingan bagi menangani isu tentang penjagaan alam sekitar.

PENGHARGAAN

Pengarang mengucapkan penghargaan tertinggi kepada ahli kumpulan Warisan Geologi Malaysia yang telah menjalankan pelbagai penyelidikan untuk mewujudkan geowarisan di Kepulauan Langkawi. Terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia yang telah menyalurkan dana penyelidikan menerusi projek arus perdana no. UKM-AP-PLW-01-2009 untuk meneruskan usaha pembangunan penyelidikan di Langkawi Geopark.

RUJUKAN

- Burek, C. V. & Prosser, C. D. 2008. The History of Conservation: An Introduction. Dalam *The History of Geoconservation*. Burek, C. V. & Prosser, C. D. (eds). *Geological Society*. London, Special Publication. 333: 1-5.
- Eder, W.F.W. 2004. The Global UNESCO Network of Geoparks. Dalam *Proceedings of the First International Conference on Geoparks*. Zhao Xun, Jiang Jianjun, Dong Shuwen, Li Minglu & Zhao Ting (eds.). Geological Publishing House, Beijing. Hal. 1-3.
- Ibrahim Abdullah. 1985. Sesar-sesar Utama di Kepulauan Langkawi. *Sains Malaysiana* 14(1): 173-181.
- _____, Mohd Shafeea Leman, Ibrahim Komoo, Che Aziz Ali & Kamal Roslan Mohamed 2000. *Geotapak Langkawi – Mengenal Warisan Geologi Malaysia*. Bangi: LESTARI UKM.
- _____, Kamal Roslan Mohamed & Che Aziz Ali 1997. Geologi Formasi Machinchang. Dalam *Warisan Geologi Malaysia – Pemetaan Geowarisan dan Pencirian Geotapak*. Ibrahim Komoo, Mohd Shafeea Leman, Kadderi Md Desa & Ibrahim Abdullah (eds.). 149-168. Bangi: LESTARI UKM.
- Ibrahim Komoo. 1998. Geologi Pemuliharaan. Dalam *Sekalung Budi Setitis Tinta – Festschrift buat Sham Sani Sempena Hari Jadi ke-55*. Mazlan Othman (ed). 43-52. Edisi Terhad.
- _____. 1999. Geologi pemuliharaan Kepulauan Langkawi. Dalam *Warisan Geologi Malaysia – Geologi Pemuliharaan untuk Pembangunan Geotop*. Ibrahim Komoo & Mohd Shafeea Leman (eds.). 3-31. Bangi: LESTARI UKM.
- _____. 2003. *Conservation Geology – Protecting Hidden Treasures of Malaysia*. ASM Inaugural Lecture 2003. Bangi: LESTARI UKM.
- _____ & Che Aziz Ali, eds. 2003. *Warisan Geologi Langkawi*. Bangi: LESTARI UKM.
- _____ & Patzak, M. 2008. Global Geoparks Network: An integrated Approach for Geoheritage Conservation and Sustainable Use. Dalam *Geoheritage of East and Southeast Asia*. Mohd Shafeea Leman, Reedman, A. & Chen, S.P. (eds.). 1-13. Bangi: LESTARI UKM & CCOP.

- _____, Marilah Sarman & Syafrina Ismail. 2001a. Langkawi Islands – the Candidate for a Future Geopark. Dalam *Warisan Geologi Malaysia – Pemetaan Geowarisan dan Pencirian Geotapak*. Ibrahim Komoo, Tjia, H. D. & Mohd Shafeea Leman (eds.). 475-480. Bangi: LESTARI UKM.
- _____, Tjia, H. D. & Mohd Shafeea Leman, eds. 2001b. *Warisan Geologi Malaysia – Pemetaan Geowarisan dan Pencirian Geotapak*. Bangi: LESTARI UKM.
- Jones, C.R. 1961. A Revision of the Stratigraphical Sequence of the Langkawi Islands, Federation of Malaya. *Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress* 12: 287-300.
- _____. 1981. Geology of Perlis, North Kedah and Langkawi Islands. *Geological Survey of Malaysia District Memoir* 17.
- Kimura, T. & Jones, C.R. 1967. Geological Structures in the Northern and Southern Parts of the Langkawi Islands. *Geology and Paleontology of Southeast Asia* 3: 123-134.
- Koopmans, B.N. 1965. Structural Evidence for a Palaeozoic Orogeny in Northwest Malaya. *Geological Magazine* 102: 501-520.
- Kollmann, H.A. 2002. *In-situ* and *Ex-Situ* Geological Conservation. Dalam *Warisan Geologi Malaysia – Penyelidikan dan Pembangunan Geowarisan*. Ibrahim Komoo & Mohd Shafeea Leman (eds.). 3-18. Bangi: LESTARI UKM.
- McKeever, P.J. 2009. *The UNESCO Network of National Geoparks – Geological Heritage and Sustainability*. Lestari Public Lecture 7. Bangi: LESTARI UKM.
- Mohd Shafeea Leman. 1997a. Fossil dalam Batuan Formasi Machinchang. Dalam *Warisan Geologi Malaysia – Pemetaan Geowarisan dan Pencirian Geotapak*. Ibrahim Komoo, Mohd Shafeea Leman, Kadderi Md Desa & Ibrahim Abdullah (eds.). 169-184. Bangi: LESTARI UKM.
- _____. 1997b. Batuan Formasi Singa di Pulau Langkawi. Dalam Ibrahim Komoo, Mohd Shafeea Leman, Kadderi Md Desa & Ibrahim Abdullah (eds.). *Warisan Geologi Malaysia – Pemetaan Geowarisan dan Pencirian Geotapak*. 185-208. Bangi: LESTARI UKM.
- _____. 1997c. The Age and Paleobiogeography of Brachiopod Fauna Discovered in Pebbly Mudstone at Kilim, Langkawi. *Geological Society of Malaysia Bulletin* 40: 233-240.
- _____. 2000. Langkawi dropstones: Most outstanding sedimentological features of Malaysia. Dalam *Warisan Geologi Malaysia – Pembangunan Sumber untuk Pemuliharaan dan Pelancongan Tabii*. Ibrahim Komoo & Tjia, H. D. (eds.). 59-82. Bangi: LESTARI UKM.
- _____. 2002. Kepelbagaian fosil dan kepentingan pemuliharaan. Dalam *Warisan Geologi Malaysia – Penyelidikan dan Pembangunan Geowarisan*. Ibrahim Komoo & Mohd Shafeea Leman (eds.). 72-87. Bangi: LESTARI UKM.
- _____ & Ibrahim Komoo. 2006. Geoheritage Conservation Planned for the Langkawi Geopark, Malaysia. Dalam *Proceedings of the First International Symposium on Development within Geoparks: Science and Management*. Zhao Xun, Jiang Jianjun, Dong Shuwen & Li Minglu (eds.). 1-3 & 153-160. Beijing: Geological Publishing House.
- _____ & Shi, G.R. 1998. The Permian of Langkawi Islands and Northwest Peninsular Malaysia With Comments on the Significance of the Kisap Thrust. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 110(1/2): 405-418.
- _____, Kamarulzaman Abdul Ghani, Norhayati Ahmad, Kamal Roslan Mohamed, Che Aziz Ali, Tanot Unjah & Sharina Abdul Halim. 2006. Langkawi Geopark, Malaysia. Official Dossier for Membership Application to UNESCO Global Network of National Geoparks. (tidak diterbitkan).
- _____, Ibrahim Komoo, Kamal Roslan Mohamed, Che Aziz Ali & Tanot Unjah 2007a. Geology and Geoheritage. Dalam *Langkawi Geopark*. Mohd Shafeea Leman, Kamarulzaman Abdul Ghani, Ibrahim Komoo & Norhayati Ahmad (eds.). 43-86. LESTARI UKM & LADA.
- _____, Kamarulzaman Abdul Ghani, Ibrahim Komoo & Norhayati Ahmad (eds.). 2007b. *Langkawi Geopark*. Bangi: LESTARI UKM.
- _____, Ibrahim Komoo & Tanot Unjah. 2009. Historical Development of Geoheritage Conservation Initiatives in Malaysia. Dalam *Warisan Geologi Malaysia – Ke Arah Memartabatkan Sumber Geowarisan*. Che Aziz Ali, Mohd Shafeea Leman, Kamal Roslan Mohamed & Ibrahim Komoo (eds.). 241-256. Bangi: LESTARI UKM.
- Shaharuddin Mohamad Ismail, Ibrahim Komoo & Mohd Shafeea Leman 2004. Geo-forest Park: An Innovative Approach Towards Geological Heritage Conservation within Permanent Reserved Forest of Malaysia. Dalam *Warisan Geologi Malaysia: Kerangka Teori dan Penilaian Geowarisan*. Mohd Shafeea Leman & Ibrahim Komoo (eds.). 243-250. Bangi: LESTARI UKM.
- _____, Ibrahim Komoo, Mohd Shafeea Leman, Kamal Roslan Mohamad, Che Aziz Ali, A. Latiff, Norhayati Ahmad, Wan Yusoff Wan Ahmad & Azman A. Rahman 2005. *Geoforest Parks – Hanging Garden of Langkawi*. Kuala Lumpur: Penerbit Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia & LESTARI UKM.
- Shi, G.R., Mohd Shafeea Leman & Tan, B.K. 1997. Early Permian Brachiopods from the Singa Formation of Langkawi Island, Northwest Peninsular Malaysia: Biostratigraphical and Biogeographical Implication. *Proceedings of the International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific*. Bangkok, Thailand, 19-24 August 1997: Hal. 62-72.
- Tan, B.K. 1981. On the Supposed Existence of the Kisap Thrust in Langkawi Islands, Northwest Peninsular Malaysia. *Geological Society of Malaysia Bulletin* 14: 127-134.
- UNESCO Global Geopark 2008. *Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network*. <http://www.globalgeopark.org/publish/portal1/tab183/>
- UNESCO Global Geopark 2010. *Global Network of National Geoparks (assisted by UNESCO)*. <http://www.globalgeopark.org/tabid/66/mid/388/english/tabid/59/Default.aspx>
- Yunus Abdul Razak, Saim Suratman & Zamilah Abdul Rahman 2001. Laporan kemajuan pemetaan sumber warisan geologi Kedah, Perlis, Pulau Pinang, Negeri Sembilan, Melaka,

Perak dan Johor. Dalam *Warisan Geologi Malaysia – Pemetaan Geowarisan dan Pencirian Geotapak*. Ibrahim Komoo, Tjia, H.D. & Mohd Shafeea Leman (eds.). 81-111. Bangi: LESTARI UKM.

Mohd Shafeea Leman^{1,2}, PhD.

¹Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI)

²Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam

Fakulti Sains dan Teknologi

Universiti Kebangsaan Malaysia

43600 Bangi, Selangor,

MALAYSIA

Email: shafeea@ukm.my