

Jurnal Arkeologi Malaysia, 22, 2009

Kajian Penyakit-Penyakit Batu di Candi Bukit Batu Pahat

oleh

**ZULISKANDAR RAMLI¹, ZAMRUL AMRI ZAKARIA² dan
KAMARUDDIN ZAKARIA²**

Pengenalan

Candi Bukit Batu Pahat (Tapak 8) telah ditemui oleh Quaritch Wales semasa beliau melakukan tinjauan di sekitar Lembah Bujang pada tahun 1936-1937. Candi ini merupakan candi utama di Lembah Bujang dan yang menariknya adalah candi ini diperbuat daripada blok-blok batu granit yang diperolehi daripada Sungai Merbok Kechil berhampiran dengan tapak Candi Bukit Batu Pahat. Penemuan terpenting yang ditemui di tapak ini oleh Quaritch Wales di tapak ini ialah dua buah relikuari yang dibuat daripada batu granit yang tidak mempunyai sebarang penutup.

Candi Bukit Batu Pahat (Tapak 8) ini merupakan candi yang bahagian *vimana* dan *mandapa* saling bersambung antara satu sama lain. Candi ini mempunyai atas pelapik tiang berjumlah 68 buah dimana 40 buah atas pelapik tiang berada dibahagian *vimana*, sementara 28 buah atas pelapik tiang berada dibahagian *mandapa*. Pada tahun 1959-1960 kajian telah dijalankan oleh Alastair Lamb dan hasil penelitian yang dilakukan oleh beliau, Candi Bukit Batu Pahat merupakan candi yang berunsur tantrik (Alastair Lamb, 1980:93). Lamb juga berpendapat, kemungkinan atap candi diperbuat daripada nipah.

Wales telah memberi tarikh candi ini dibina pada abad tujuh hingga kelapan Masihi. Walau bagaimanapun, terdapat di kalangan sarjana yang lebih cenderung untuk mencadangkan Candi Bukit Batu Pahat dibina pada sekitar abad ke-12 dan abad ke-13 sebagai tarikh yang lebih tepat (F.E Treor dan G.J Fabris, 1975). Menurut Quaritch Wales, candi ini mewakili ajaran Hindu, sementara Alastair Lamb berpendapat candi ini mewakili ajaran tantrik, manalaka Sopian Sabtu pula memberi

1 Pegawai Sains di Institut Alam dan Tamadun Melayu, Universiti Kebangsaan Malaysia.

2 Pegawai di Jabatan Muzium Malaysia, Kuala Lumpur.

pendapat candi ini lebih cenderung kepada ajaran Hindu dan pemujaan *sakhti* berdasarkan artifak *peripih* yang ditemui (Mohd Sopian Sabtu, 2002).

Candi Bukit Batu Pahat yang telah di rekonstruksi semula pada tahun 60-an telah mengalami satu proses yang mana ia terdedah kepada cahaya matahari dan hujan yang boleh menyebabkan proses luluhawa berlaku dan juga tumbuhan hidupan biologi (Bluck & Porter, 1991). Satu tindakan konservasi akan dilakukan dan sebelum itu kajian saintifik perlu dilakukan. Penyelidikan terhadap penyakit batu di Candi Bukit Batu Pahat diharapkan dapat membantu Jabatan Muzium Malaysia dalam kerja-kerja konservasi mereka.

Matlamat dan Tujuan Kajian

Penyelidikan mengenai penyakit-penyakit batu di Candi Bukit Batu Pahat dijalankan untuk membolehkan Pusat Konservasi Negara, Jabatan Muzium Malaysia menjalankan kerja-kerja konservasi di tapak ini. Masalah yang dihadapi tapak ini adalah struktur-struktur binaan telah ditumbuhki oleh lumut. Lumut ini perlu di kenal-pasti terlebih dahulu sebelum kerja-kerja konservasi dijalankan. Pemerhatian awal yang dijalankan ke atas struktur candi di dapati bahawa ketebalan lumut yang tumbuh dipermukaan struktur binaan semakin bertambah. Dari pandangan jauh binaan Candi Bukit Batu Pahat kelihatan berwarna hitam tetapi apabila di lihat secara dekat terdapat lumut yang mempunyai warna hijau, kuning dan hitam. Lumut yang berwarna hitam adalah lumut yang telah mati manakala lumut yang berwarna kuning adalah lumut yang telah kering dan hampir mati. Pemerhatian terhadap binaan candi juga mendapati lumut akan tumbuh semula di atas permukaan lumut yang telah mati.

Kerja-kerja konservasi ke atas Candi Bukit Batu Pahat perlu dijalankan kerana kehadiran lumut di permukaan batu candi sedikit sebanyak telah mencacatkan pemandangan binaan candi. Secara tidak langsung, Pusat Konservasi Negara, Jabatan Muzium Malaysia dapat mempraktikkan teknik-teknik konservasi ke atas struktur Candi Bukit Batu Pahat di mana kajian dan konservasi secara saintifik dan sistematis dapat dijalankan. Walau bagaimanapun terdapat juga sesetengah pihak yang berpendapat bahawa kehadiran lumut di permukaan struktur candi dapat menambah nilai purba ke atas binaan itu sendiri. Pengecaman terhadap lumut yang tumbuh di permukaan candi Bukit Batu Pahat adalah salah satu kajian saintifik di mana pengumpulan data-data saintifik terlebih dahulu dilakukan sebelum kerja-kerja konservasi dijalankan.

Penyelidikan ini bertujuan untuk mengenal-pasti lumut yang tumbuh di permukaan batu Candi Bukit Batu Pahat. Penelitian harus dilakukan untuk memastikan sama ada terdapat lebih dari satu spesis lumut yang hidup di permukaan candi. Sampel-sampel lumut telah diambil dari lebih dua puluh kawasan di sekeliling candi sama ada di bahagian *mandapa* dan *vimana*. Sampel ini kemudiannya dibawa ke Herbarium Lumut di Universiti Kebangsaan Malaysia untuk dikenal-pasti. Kedudukan-kedudukan sampel yang telah diambil oleh penyelidik adalah di bahagian:

- i. dinding struktur mandapa- bahagian kiri, kanan dan depan candi
- ii. dinding struktur vimana- bahagian kiri, kanan dan belakang candi
- iii. bahagian lantai struktur vimana

iv. bahagian lantai struktur mandapa

Tumbuhan Yang Tumbuh di atas Permukaan Struktur Bangunan

Hubungan antara agen pereputan dengan binaan batu telah diakui sebagai satu fenomena yang kompleks untuk ditangani (Eckhardt, 1978; John, 1988; Krumbein and Dyer, 1985; Seaward, 1979). Mekanisme yang menjelaskan dan mengotorkan struktur luaran sesuatu bangunan atau monumen adalah disebabkan oleh pelbagai faktor. Faktor-faktor tersebut adalah seperti sifat fizikal dan kimia bahan binaan, pengaruh iklim, pencemaran udara atau tanah, pergerakan aliran udara atau air dan proses biologi (Jones dan Wilson, 1985; Mehta *et al.*, 1978, Meincke *et al.*, 1989; Raistrick dan Gilbert, 1963; Seaward, 1988)

Agen biologi dan bukan biologi berpotensi secara jangka panjang boleh menjelaskan nilai estetik sesuatu bangunan di mana agen-agen ini boleh menyebabkan permukaan luaran bangunan menjadi kotor. Kehadiran agen biologi pada bangunan atau monumen terutama pada bahagian yang bebas daripada kekotoran perlu diambil perhatian kerana agen biologi merupakan salah satu faktor penyebab berlaku kerosakan kepada bangunan atau monumen (Grant: 1982, Seaward: 1979)

Tumbuhan biologi seperti alga, bakteria, fungi dan lumut biasa tumbuh pada permukaan bangunan terutama di kawasan luar bandar. Mereka akan hidup jika memperolehi suhu, kelembapan, cahaya matahari dan sumber nutrisi yang sesuai. Walaupun tumbuhan mikroorganisme ini boleh merosakkan bahan binaan bangunan sesetengah pengkaji menganggap bahawa terdapat juga lumut yang bersifat tidak merosakkan dan ia juga boleh menjadikan bangunan tersebut nilai matang atau purba. Pada suatu ketika dahulu, ada pihak yang menggalakkan pertumbuhan lumut pada bangunan terutamanya di bahagian hadapan dengan menggunakan bahan seperti najis lembu bercampur air dan air kencing bercampur susu lembu (BRS: 1972, BRE: 1992, Richardson: 1973)

Pertumbuhan Biologi Sebagai Faktor Penyebab Pereputan Batu

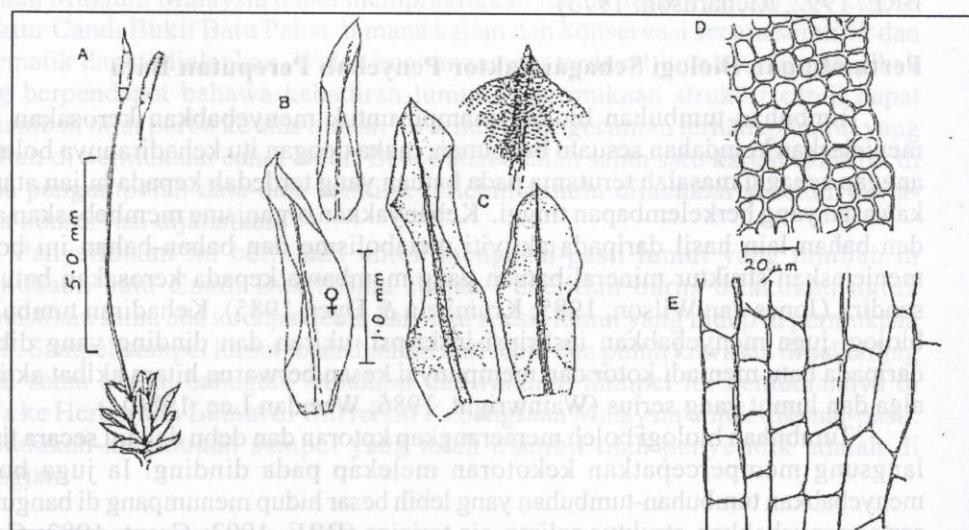
Tumbuhan-tumbuhan biologi mampu untuk menyebabkan kerosakan dan menjelaskan keindahan sesuatu bangunan, maka dengan itu kehadirannya boleh di anggap sebagai masalah terutama pada batuan yang terdedah kepada hujan atau di kawasan yang berkelembapan tinggi. Kebanyakkann organisme membebaskan asid dan bahan lain hasil daripada aktiviti metabolisme dan bahan-bahan ini boleh menjelaskan struktur mineral batuan yang membawa kepada kerosakan batu itu sendiri. (Jones dan Wilson, 1985; Krumbein & Dyer, 1985). Kehadiran tumbuhan biologi juga menyebabkan inskripsi-inskripsi, ukiran dan dinding yang dibuat daripada batu menjadi kotor dan mempunyai kesan berwarna hitam akibat aktiviti alga dan lumut yang serius (Wainwright, 1986; Wee dan Lee, 1980).

Tumbuhan biologi boleh memerangkap kotoran dan debu dan ini secara tidak langsung mempercepatkan kekotoran melekap pada dinding. Ia juga boleh menyebabkan tumbuhan-tumbuhan yang lebih besar hidup menumpang di bangunan serta menyebabkan struktur saliran air terjejas (BRE, 1992; Grant, 1982; Grant dan Bravery, 1985a; Richardson, 1973). Perubahan warna pada permukaan batuan seperti batu pasir juga disebabkan oleh pertumbuhan biologi (Krumbein, 1993)

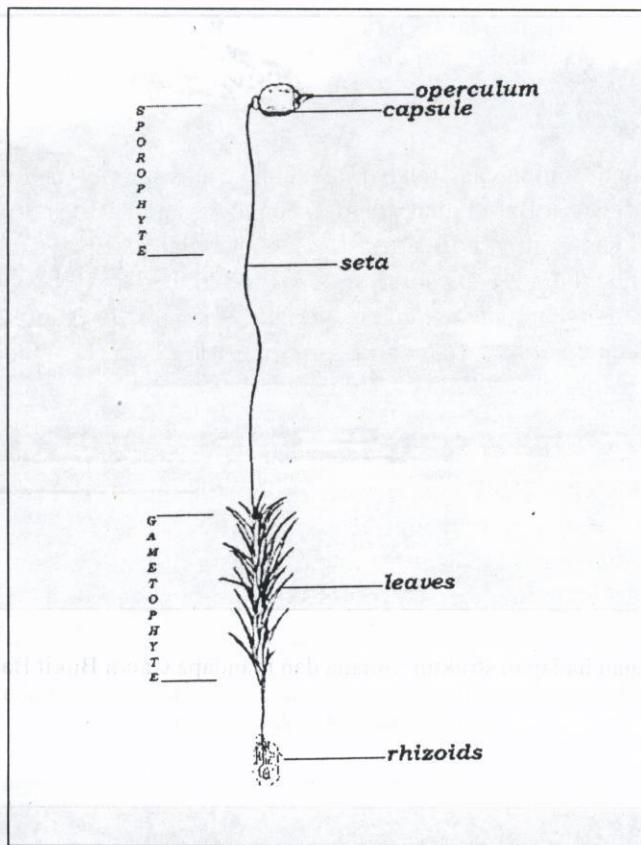
dan anggapan bahawa penyakit batu terutama kepada jangkitan lumut adalah fenomena yang biasa berlaku perlu di tolak dan di ambil serius oleh semua pihak.

Hasil Kajian

Hasil daripada kajian yang telah dijalankan ke atas sampel-sampel lumut yang di ambil di candi Bukit Batu Pahat didapati hanya terdapat satu spesis sahaja yang hidup dipermukaan batu candi. Spesis tersebut adalah daripada jenis *Hyophila javanica* (Nees) Brid, *Bryologia universa* 1:761 (1826) (Eddy:1990). Taburan lumut ini juga terdapat di Langkawi, Pahang, Perak, Selangor, Singapura, Kepulauan Jawa dan Kepulaun Sumatera (Javanica Dozy & Molk, 1926:17; Dixon, 1971:337; Wee, 1979:59; Manuel, 1981a:56; Mohamed 1987b: 656). Penerangan (dalam bahasa Inggeris) menngenai spesis *Hyophila javanica* adalah seperti yang berikut: [Plants similar habit to *H. involuta* but much smaller, the stems seldom exceeding 5 mm in height. Leaves ovate-lanceolate to spatulate, the loxweer very small, the upper up to 4mm long, spreading to form a rosste (Rajah 1, A, C) entire throughout, the margin plane, sometimes broadly incurled; apex broad, rounded-obtuse but with a prominent apiculus (Rajah 1, C). Costa strong, reddish, percurrent in the mucro. Upper lamian cells rather thin-walled, smooth, 8-10mm wide (Rajah 1, D); hyaline basal tissue about 1/6 leaf length, composed of thin-walled rectangular cells (Rajah 1, E). Fruit frequent; innermost perichaetial leaves mainly colourless, lanceolate, acute, with a thin costa that varnishes well below apex (Rajah 1: B); seta up to 1cm long, smooth, yellowish above, reddish at base; capsule cylindrical, with a distinct apophysis 1/5 to 1/4 length of the urn, the latter about 1.5mm.] (Eddy, 1990).



Rajah 1: *Hyophila javanica* (Nees) Brid.: A, plant; B, inner perichaetial bracts; C, leaves; D, lamina margin; E, leaf base.

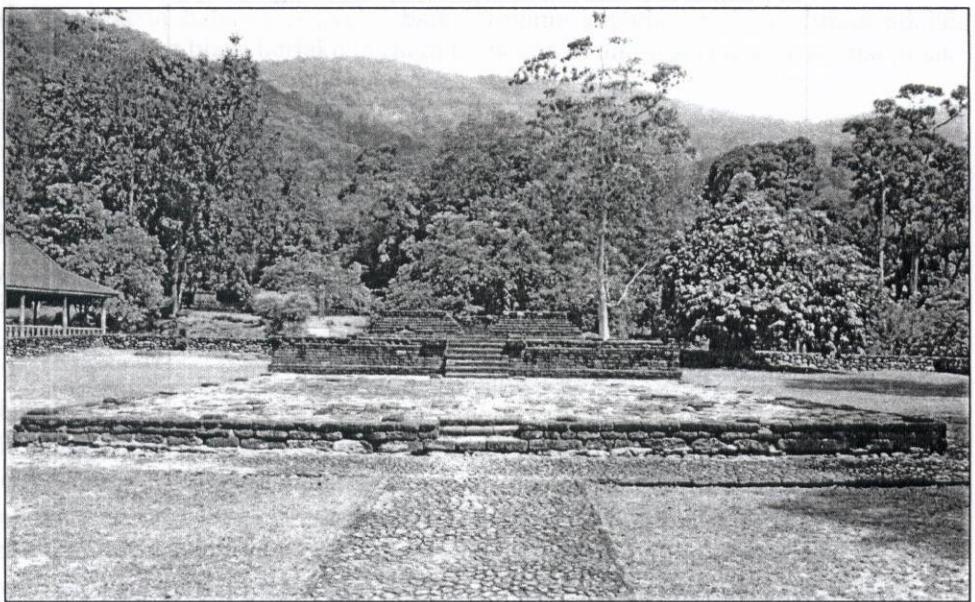


Rajah 2: Struktur Ringkas Lumut (Moss).

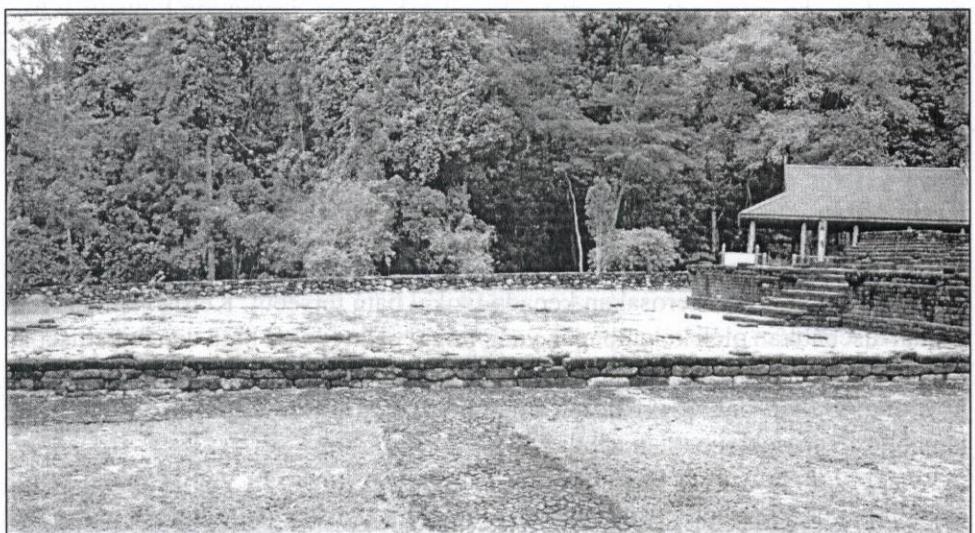
Kesimpulan

Kehadiran lumut *Hyophila javanica* di atas permukaan batu granit candi Bukit Batu Pahat menyebab kerosakan kepada fizikal batu tersebut. Kerosakan tersebut adalah disebabkan oleh kelembapan yang tinggi pada fizikal batu dan juga disebab oleh osid dan bahan-bahan lain hasil daripada aktiviti metabolisme *Hyophila javanica*. Bahan-bahan ini boleh menjajaskan struktur mineral batuan yang membawa kerosakan batuan candi itu.

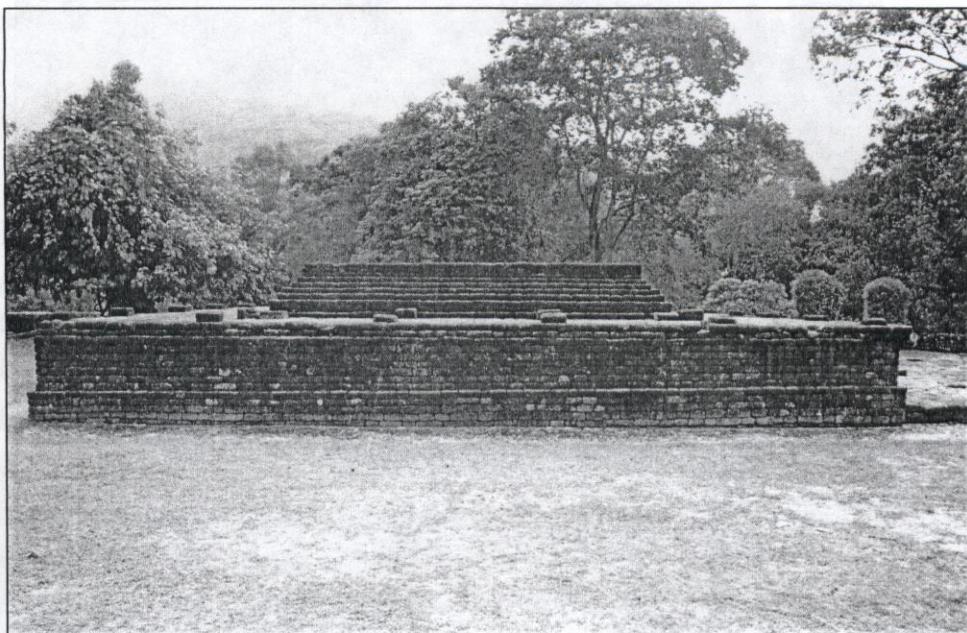
Hyophila javanica (Nees) Brid. Tumbuh di kawasan yang lapang tanpa kehadiran pohon-pohon pokok yang melindungi kawasan yang mereka hidup dan mendapat cahaya matahari secara terus. Proses pembiakan melalui spora yang dibawa oleh angin ataupun air. Lumut memerlukan kelembapan yang sesuai untuk hidup. Sumber nutrisi selalunya diambil pada air yang diserap oleh lumut dan secara terus daripada permukaan batu dimana mereka hidup.



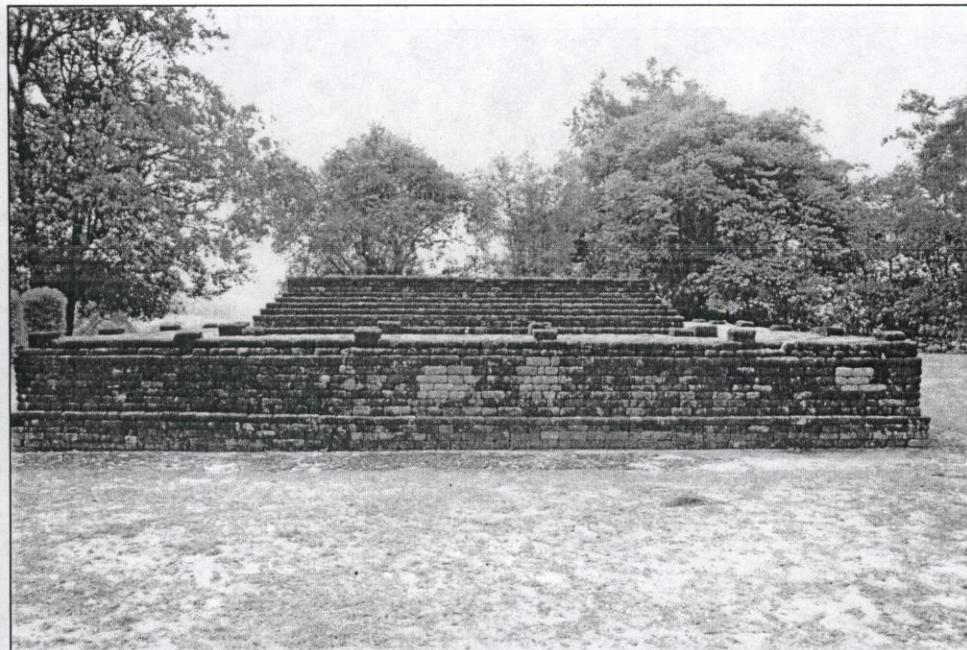
Pemandangan hadapan struktur vimana dan mandapa Candi Bukit Batu Pahat.



Struktur mandapa Candi Bukit Batu Pahat. Kesan berwarna gelap menunjukkan kehadiran lumut di permukaan batu.



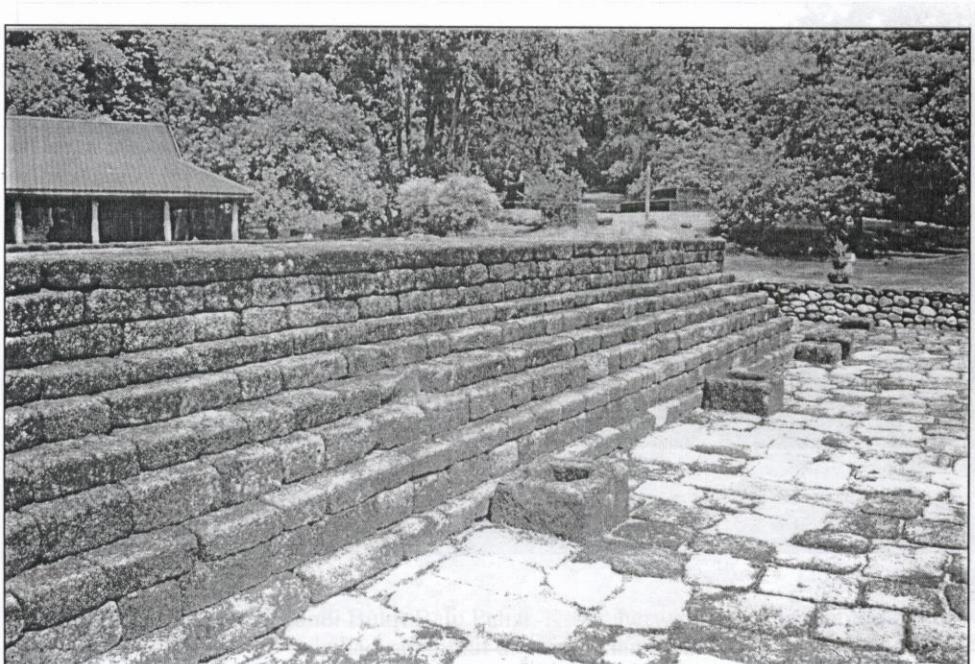
Pemandangan dari sebelah kiri Candi Bukit Batu Pahat. Permukaan batu struktur vimana menunjukkan kehadiran lumut



Pemandangan dari sebelah belakang Candi Bukit Batu Pahat. Permukaan batu berwarna cerah menunjukkan ia bebas daripada lumut.



Pemandangan struktur vimana dari sebelah kanan. Kehadiran lumut yang berwarna kuning dan hitam.



Kehadiran lumut di permukaan lantai batu dan dinding struktur vimana.



Lumut yang telah memenuhi permukaan batu pada struktur vimana
Candi Bukit Batu Pahat.



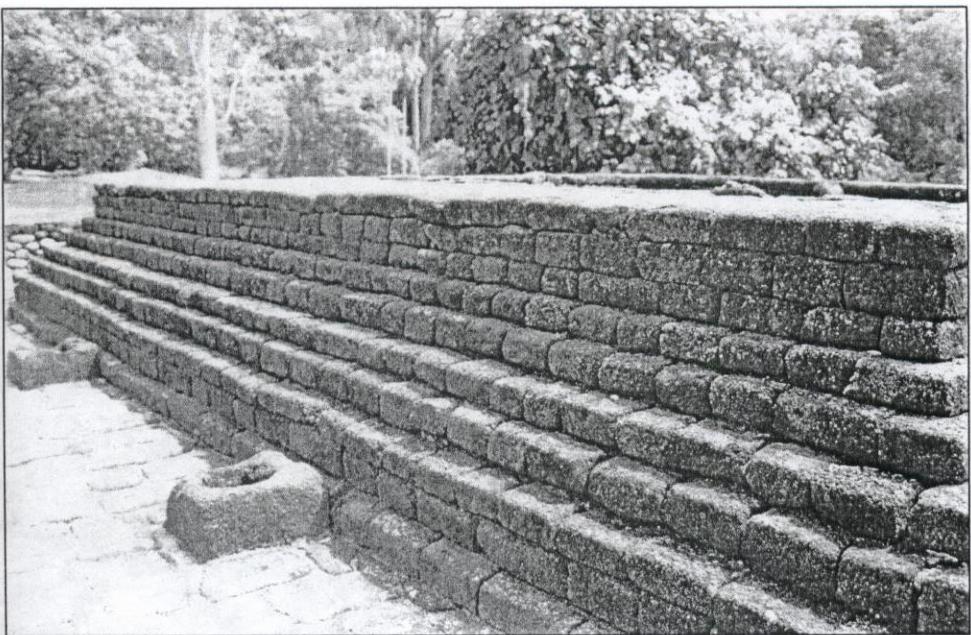
Kawasan yang menjadi laluan orang ramai tidak menunjukkan kehadiran lumut, tetapi
kawasan dinding dipenuhi oleh lumut



Struktur vimana yang telah ditumbuhgi oleh lumut yang berwarna hijau, kuning dan hitam.



Struktur vimana yang telah ditumbuhgi oleh lumut yang berwarna hijau, kuning dan hitam.



Hyophila javanica yang tumbuh di permukaan batu pada dinding struktur vimana



Hyophila javanica yang tumbuh dipermukaan batu. Lumut yang berwarna hijau adalah yang masih hidup dengan baik.



Hyophila javanica yang tumbuh dipermukaan batu bahagian mandapa. Lumut yang berwarna hijau adalah yang segar



Hyophila javanica yang tumbuh dipermukaan batu bahagian mandapa. Lumut yang berwarna hijau adalah yang segar



Hyophila javanica yang tumbuh dipermukaan batu bahagian mandapa. Lumut yang berwarna hijau adalah yang segar



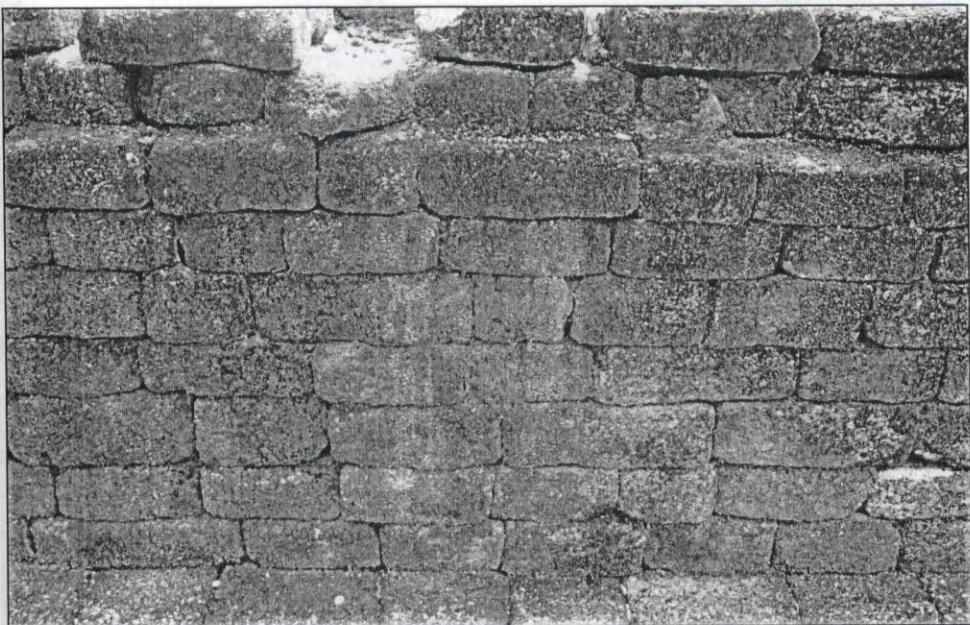
Hyophila javanica yang tumbuh dipermukaan batu bahagian mandapa. Lumut yang berwarna hijau adalah yang segar



Hyophila javanica yang daunnya masih segar berwarna hijau. Kesan ini terdapat di struktur mandapa.



Hyophila javanica yang daunnya berwarna hijau, kuning dan hitam. Kesan ini terdapat di struktur mandapa.



Hyophila javanica yang daunnya berwarna hijau, kuning dan hitam. Kesan ini terdapat di struktur mandapa.



Hyophila javanica yang daunnya berwarna hijau, kuning dan hitam. Kesan ini terdapat di struktur mandapa.



Hyophila javanica yang tumbuh di bahagian lantai struktur mandapa.



Hyophila javanica yang tumbuh di bahagian lantai struktur mandapa.



Hyophila javanica yang tumbuh di bahagian lantai struktur mandapa.



Hyophila javanica yang tumbuh di bahagian lantai struktur mandapa.



Hyophila javanica yang daunnya berwarna hijau, kuning dan hitam. Kesan ini terdapat di struktur vimana.



Hyophila javanica yang daunnya berwarna hijau, kuning dan hitam. Kesan ini terdapat di struktur vimana.

Bibliografi

- Bluck, B.J. and J. Porter, 1991. Sandstone buildings and cleaning problems. *Stone Industries*. March 1991. 21-27.
- BRS Digest 139, March 1972. Control of lichens, moulds and similar growths. HMSO.
- BRE Digest 370, March 1992. Control of lichens, moulds and similar growths. HMSO.
- Eddy, A., 1990. A Handbook of Malesian Mosses, Vol 2, Leucobryaceae to Buxbaumiaceae, Natural History Museum Publications London
- Eckhardt, F.E.W., 1978. Micro-organisms and the weathering of a sandstone monument. In: W.E. Krumbein, ed., Environmental Biogeochemistry and Geomicrobiology. Mich. USA: Ann Arbor Science. pp 675-686.
- Grant, C., 1982. Fouling of terrestrial substrates by algae and implications for control - a review. *International Biodeterioration Bulletin*. **18**(3), 57-65.
- Grant, C. and A.F. Bravery, 1985a. Evaluation of algicidal biocides for use on constructional materials. 3. Use of the vermiculite bed technique to evaluate toxic washes, surface coatings and surface treatments. *International Biodeterioration*. **21**, 285-293.
- John, D.M., 1988. Algal growth on buildings: a general review and methods of treatment. *Biodeterioration Abstracts*. **2**(2), 81-102.
- Jones, D. and M.J. Wilson, 1985. Chemical activity of lichens on mineral surfaces - A review. *International Biodeterioration*. **21**(2), 99-104.
- Krumbein, W.E. and B.D. Dyer, 1985. This planet is alive - Weathering and biology, a multi-faceted problem. In: J.I. Drever, ed., The Chemistry of Weathering. D. Reidel Publishing Company. pp 143-160.
- Krumbein, W.E., 1993. Colour changes of building stones and their direct and indirect biological causes. In: J. Delgado Rodrigues, F. Henriques and F. Telmo Jeremias, eds., Proceedings of the 7th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Lisbon. Portugal. 1992. Lisbon: Laboratório Nacional de Engenharia Civil. pp 443-452.
- Lamb, Alastair, 1961. Miscellaneous Papers on Early Hindu & Buddhist Settlement in Northern Malaya and Southern Thailand, *FMJ*, VI.
- Mehta, A., A.E. Torma, L.E. Murr and V.K. Berry, 1978. An SEM characterization of biodeterioration of an aluminium-bearing (basalt) rock by fungi. Scanning Electron Microscopy. Vol 1. SEM Inc., AMF O'Hare, IL 60666. 171-176.
- Meincke, M., E. Krieg and E. Bock, 1989. Nitrosovibrio spp., the dominant ammonia-oxidising bacteria in building sandstone. *Applied and Environmental Microbiology*. **55**, 2108-2110.
- Mohd Sopian Sabtu, 2002 Tamadun Awal Lembah Bujang. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Quaritch, Wales, H.G., 1940. Archaeological research on Indian colonization in Malaya. *JMBRAS*. **18** (2): 54-57.

- Raistrick, A. and O.L. Gilbert, 1963. Malham Tarn House: Its building materials, their weathering and colonisation by plants. *Field Studies*. **1**, 89-115.
- Richardson, B.A., 1973. Control of biological growths. *Stone Industries*. **8**(2), 2-6.
- Seaward, M.R.D., 1979. Lower plants and the urban landscape. *Urban Ecology*. **4**, 217-225.
- Seaward, M.R.D., 1988. Lichen damage to ancient monuments: a case study. *Lichenologist*. **20**(3), 291-295.
- Treloar, F.E. & G.J. Fabrus, 1975. Evidence for the Comtemporary Existence of Two Kedah Sites, *JMRAS XLVII*.
- Wainwright, I.N.M., 1986. Lichen removal from an engraved memorial to Walt Whitman. *Association for Preservation Technology Bulletin*. **18**(4), 46-51.
- Wee, Y.C. and K.B. Lee, 1980. Proliferation of algae on surfaces of buildings in Singapore. *International Biodegradation Bulletin*. **16**, 113-117.