

## Nilai Taksonomi Ciri Anatomi Lamina Daun dan Adaptasi Kepada Persekitaran Spesies Hutan Paya Bakau (Rhizophoraceae)

(Taxonomic Value of Leaf Lamina Anatomical Characteristics and Adaptation  
Towards Environment of Mangrove Plant Species (Rhizophoraceae))

<sup>1</sup>Nurnida M.K., <sup>2</sup>Talip N., <sup>2</sup>Ruzi A.R.

<sup>1</sup>Forest Research Institute Malaysia (FRIM), 52109 Kepong, Selangor, Malaysia

<sup>2</sup>School of Environmental and Natural Resource Sciences, Faculty of Science and Technology, Universiti  
Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

Received 7 May 2012; accepted 7 Oktober 2012

### ABSTRAK

*Kajian ciri anatomi lamina daun telah dijalankan ke atas sebelas spesies daripada empat genus daripada famili Rhizophoraceae di hutan paya bakau. Selain mempunyai ciri yang unik dari segi morfologi, spesies tumbuhan di paya bakau ini juga mempunyai keunikan dari segi anatomi daunnya yang dikatakan berkait rapat dengan persekitarannya, memandangkan tumbuhan ini mendiami habitat yang terdedah kepada kemasinan dan pasang surut air laut. Hasil kajian menunjukkan kehadiran sel hipodermis dan sel rembes, kehadiran kutikel dan selaput berkas sel parenkima adalah serupa atau sama pada kesemua spesies yang dikaji. Kesemua spesies kajian mempunyai satu lapisan sel epidermis kecuali pada spesies Kandelia candel dengan dua lapisan sel epidermis. Kehadiran sel sklereid dan sel rembes pada lamina daun genus Rhizophora merupakan ciri pembeza bagi genus ini dengan genus Kandelia, Bruguiera dan Ceriops daripada famili Rhizophoraceae di kawasan paya bakau. Sel sklereid yang dilihat hadir pada genus Rhizophora adalah daripada jenis osteosklereid dan astrosklereid. Kesimpulannya, kajian anatomi yang dijalankan menunjukkan ciri anatomi tertentu hadir pada spesies hutan paya bakau sebagai salah satu ciri pengubahsuaian terhadap persekitaran yang melampau dan juga mempunyai nilai taksonomi untuk pembezaan genus.*

Katakunci: Rhizophoraceae, anatomi daun, hutan paya bakau, ciri adaptasi

### ABSTRACT

*Leaf anatomical characteristics of eleven species of four genera in Rhizophoraceae family were examined. Apart from their peculiar morphological characters, this mangrove Rhizophoraceae have some uniqueness of leaf anatomical features which are very much related to their environment as these plants species grow in saline environments with regular tidal influence. Results have shown that the presence of hypodermis cells and mucilaginous idioblast cells, presence of cuticle layer and bundles sheath of parenchyma cells are similar in all species studied. One layer of epidermal cells is present in all species studied whilst two layers in Kandelia candel. The presence of sclereid and secretory cells in the leaf lamina of Rhizophora are diagnostic characters for this genus in this family. The types of sclereid cells in the leaf lamina of Rhizophora species studied are osteosclereid and astrosclereid. As a conclusion, this anatomy study has shown that specific anatomical characters are present in some mangrove species as an adaptation to the extreme environment and also have taxonomic value in genus differentiation.*

Keywords: Rhizophoraceae, leaf anatomy, mangrove, adaptation characters

## PENGENALAN

Rhizophoraceae merupakan famili tumbuhan daripada kumpulan tumbuhan tropika dan sub-tropika. Famili ini mempunyai 16 genus dengan 120 spesies yang terdiri daripada sama ada pokok atau syrub, dijumpai terutamanya di negara-negara Dunia Lama seperti Afrika Timur, India, Asia Tenggara dan Australia (Tomlinson 1986). Famili ini berada di dalam order Myrtales pada asalnya, kemudian diletakkan di dalam order tersendiri iaitu Rhizophorales berdasarkan ciri morfologi bunga dan daun yang lebih terperinci. Terdapat dua tribus dalam famili ini iaitu Gynotrocheae dan Rhizophoreae, dan Rhizophoreae merupakan tribus yang lebih penting berdasarkan pendirian spesies di hutan paya bakau. Rhizophoreae ialah kumpulan tumbuhan hutan bakau dan dikenali juga sebagai 'Mangrove Rhizophoraceae' yang terdiri daripada empat genus iaitu *Rhizophora* (bakau), *Bruguiera* (mata buaya, tumu, berus dan lenggadai), *Ceriops* (tengar) and *Kandelia* (mata keli) (Corner 1952, Tomlinson 1986).

Pokok bakau dicirikan oleh akar jangkang pada spesies *Rhizophora* dan akar lutut pneumatofor pada spesies *Bruguiera* (Hou 1958, Metcalfe & Chalk 1950, Madani & Wong 1995). Bakau membentuk dirian seragam, malar hijau yang biasanya berkembang pada kawasan pantai berlumpur, kawasan berair masin dan lagun, dan kelimpahan bakau berkurang sepanjang kawasan pantai berpasir, berbatu dan kawasan terumbu karang yang dilitupi oleh lapisan pasir dan lumpur nipis.

Kajian sistematik anatomi daun terhadap beberapa spesies daripada famili Rhizophoraceae pernah dilakukan oleh Tomlinson (1986), Metcalfe dan Chalk (1950), Das (2002) dan beberapa penyelidik lain. Namun, kajian terhadap ciri anatomi ekologi masih dangkal dan perlu dipertingkatkan lagi kerana aspek anatomi ekologi amat penting untuk tujuan pemuliharaan spesies-spesies bakau. Kajian ciri anatomi ekologi merupakan kajian yang menjurus kepada melihat aspek pengubahsuaian dan adaptasi ciri anatomi tumbuhan terhadap persekitaran atau habitat yang didiaminya. Kajian terdahulu anatomi daun genus *Ceriops* dan beberapa spesies tumbuhan bakau menunjukkan terdapat perbezaan daripada segi struktur stomata dan trikom pada kesemua spesies *Ceriops* yang dikaji (Das 2002). Kajian anatomi biji dan kayu juga pernah dilakukan untuk mengenalpasti hubungan interfamili dan intrafamili serta membantu dalam pengelasan famili Rhizophoraceae dan Anisophylleaceae (Tobe & Raven 1988, Keating & Randrianasolo 1988). Kajian-kajian terdahulu ini menunjukkan ciri anatomi mempunyai nilai taksonomi kepada famili Rhizophoraceae di samping menunjukkan terdapat pengubahsuaian ciri anatomi terhadap persekitaran yang ekstrim seperti pertambahan bilangan stomata dan trikom serta struktur stomata yang tenggelam ke dalam epidermis. Kajian ini dijalankan ke atas sebelas spesies terpilih daripada empat genus dalam famili Rhizophoraceae iaitu genus *Rhizophora*, *Kandelia*, *Bruguiera* dan *Ceriops* untuk melihat variasi dan persamaan ciri anatomi antara spesies dan genus kajian, serta melihat ciri anatomi ekologi atau ciri anatomi yang berubah mengikut persekitaran sesuatu spesies tumbuhan itu hidup.

## BAHAN DAN KAEDAH

Spesimen kajian diperoleh dari kawasan pesisiran pantai di daerah Mersing, Johor. Senarai penuh sampel kajian dan lokalitinya dinyatakan di dalam Jadual 1. Spesimen daun yang dikutip di lapangan disimpan di dalam larutan penetap AA (asid asetik: alkohol dalam nisbah

1:3), hirisan daun dilakukan dengan menggunakan mikrotom gelongsor, pewarnaan rangkap dilakukan dengan menggunakan larutan Safranin dan Alcian Blue. Pelekapan hirisan dilakukan ke atas slaid kaca dengan menggunakan pelekap Euparal selepas melalui proses penyahairan siri alkohol 50 %, 70 %, 95 % dan 100 %. Pemerhatian dilakukan menggunakan mikroskop Leica Diaplan yang disambungkan kepada kamera digital dan imej diambil menggunakan perisian Analisis Docu. Kaedah penyediaan slaid untuk keratan anatomi ini diubahsuai daripada kaedah Johansen (1940) dan Sass (1958).

Jadual 1: Senarai lengkap sampel kajian

Spesies	Lokality	Pengumpul dan Tarikh Kutipan
<i>Rhizophora stylosa</i> Griff. NMK 66	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida Mohd. Kamal, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam 15.11.2008
<i>R. apiculata</i> Blume NMK 70	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida Mohd. Kamal, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam 15.11.2008
<i>R. mucronata</i> Lam. NMK 71	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida Mohd. Kamal, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam 15.11.2008
<i>Bruguiera parviflora</i> (Roxb.) Wight & Arn. ex Griff. NMK 69	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida Mohd. Kamal, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam 15.11.2008
<i>B. parviflora</i> (Roxb.) Wight & Arn. ex Griff. NMK 79	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida Mohd. Kamal, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam 15.11.2008
<i>B. cylindrica</i> (L.) Blume NMK 72	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida Mohd. Kamal, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam 15.11.2008
<i>B. gymnorhiza</i> Lam. NMK 75	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida Mohd. Kamal, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam 15.11.2008
<i>B. sexangula</i> (Lour.) Poir NMK 80	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam, Nik Norafida 15.11.2008
<i>Ceriops tagal</i> (Pers.) C.B. Rob. NMK 77	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida Mohd. Kamal, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam 15.11.2008
<i>C. decandra</i> (Griff.) Ding Hou NMK 63	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida Mohd. Kamal, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam 15.11.2008
<i>Kandelia candel</i> (L.) Druce NMK 81	Sungai Mawar, Mersing, Johor	Nurnida Mohd. Kamal, Noraini Talip, Wan Juliana Wan Ahmad, Mohd. Razali Salam 15.11.2008

## HASIL DAN PERBINCANGAN

**Sel epidermis:** Satu lapisan sel epidermis dengan nisbah tinggi kepada lebar, 1:2 didapati hadir pada genus *Rhizophora*, *Bruguiera* dan *Ceriops* (Rajah 1b-d). Dua lapisan sel epidermis dengan nisbah tinggi kepada lebar, 1:2 didapati hadir pada genus *Kandelia* (Rajah 1a). **Hipodermis:** hadir pada permukaan epidermis adaksial lamina; satu lapisan pada genus *Kandelia* dan *Bruguiera* (Rajah 1a dan 1c), dua lapisan pada genus *Ceriops* (Rajah 1d) dan tiga lapisan pada genus *Rhizophora* (Rajah 1b). **Kutikel:** hadir di bahagian adaksial dan abaksial epidermis lamina pada kesemua spesies daripada genus yang dikaji iaitu *Kandelia*, *Rhizophora*, *Bruguiera* dan *Ceriops* (Rajah 1a-d). **Sel rembes:** hadir sebagai sel musilaj yang besar hanya pada genus *Rhizophora* (Rajah 1h). **Sklereid:** jenis astrosklereid dan osteosklereid hadir hanya pada genus *Rhizophora* (Rajah 1g). **Hablur:** jenis drus hadir pada kesemua spesies daripada genus yang dikaji iaitu *Kandelia*, *Rhizophora*, *Bruguiera* dan *Ceriops*. **Bintik hitam (cork warts):** hadir hanya spesies daripada genus *Rhizophora*, *Bruguiera* dan *Ceriops*.

Hasil kajian menunjukkan lapisan kutikel yang tebal secara relatif hadir pada permukaan epidermis adaksial dan abaksial pada kesemua spesies yang dikaji (Rajah 1a - 1d). Menurut Sheue (2003), kajian ke atas beberapa spesies bakau menunjukkan lapisan kutikel yang tebal hadir pada permukaan epidermis adaksial daun manakala lapisan kutikel nipis hadir pada permukaan epidermis abaksial daun. Fenomena ini menunjukkan ciri adaptasi permukaan epidermis adaksial daun terhadap penerimaan cahaya matahari dan kesan kemasinan secara langsung dari persekitaran yang didudukinya. Hasil daripada kajian yang dijalankan kali ini menunjukkan genus *Ceriops* mempunyai lapisan kutikel yang paling tebal manakala genus *Rhizophora* mempunyai lapisan kutikel yang paling nipis. Mengikut zon pertumbuhan spesies bakau daripada famili Rhizophoraceae, spesies daripada genus *Ceriops* tumbuh lebih dekat menghampiri hutan tanah rendah (Hou 1958, Tomlinson 1986) di mana kadar kemasinan tanah adalah lebih tinggi (Saenger 2002). Maka, ketebalan lapisan kutikel pada genus *Ceriops* ini adalah berkait rapat dengan habitatnya yang mempunyai kadar kemasinan tanah yang tinggi dalam ekosistem paya bakau. Ketebalan kutikel akan membantu sesuatu spesies bakau untuk beradaptasi dengan persekitarannya yang melampau dan berfungsi sebagai sokongan mekanikal tambahan pada tumbuhan (Cutler et al. 2008). Berdasarkan kajian Nurnida (2012), ciri kehadiran kutikel ini juga didapati hadir pada spesies yang mendiami habitat daratan. Namun, ketebalan lapisan kutikel pada spesies di kawasan daratan adalah lebih nipis secara relatifnya berbanding lapisan kutikel pada spesies di kawasan paya bakau.

Lapisan sel hipodermis merupakan lapisan sel yang tidak berwarna yang biasanya di cerap terdapat di bawah permukaan epidermis adaksial walaupun ada kalanya boleh terdapat di bawah lapisan epidermis abaksial. Menurut Das (1999), sel yang tidak berwarna ini biasanya berfungsi sebagai tisu simpanan air. Kenyataan ini disokong oleh Cutler et al. (2008), Dickison (2000), Tomlinson (1986), Yin dan Keng (1974) dan Waisel (1972), di mana tumbuhan yang mendiami habitat yang berair atau halofit biasanya mempunyai sel hipodermis yang bertindak sebagai tisu mekanikal simpanan air. Kehadiran sel hipodermis ini menjadikan struktur daun spesies paya bakau lebih tebal dan lebih berisi dan berair. Kajian yang dijalankan oleh Talip et al. (2005) ke atas spesies *Alpinia* daripada famili Zingiberaceae juga mendapati, sel hipodermis hadir pada kesemua spesies *Alpinia* yang dikaji, di mana kesemua spesies yang dikaji daripada famili Zingiberaceae ini didapati mendiami habitat yang berair. Hasil kajian menunjukkan kehadiran lapisan sel hipodermis di

bawah lapisan epidermis adaksial bagi semua spesies yang dikaji (Plat 1). Bilangan lapisan sel hipodermis sama ada satu lapisan pada spesies daripada genus *Bruguiera*, *Kandelia*, *Carallia* dan *Pellacalyx* dan dua atau lebih lapisan sel hipodermis pada spesies daripada genus *Ceriops* dan *Rhizophora*. Bilangan lapisan sel hipodermis adalah bergantung kepada kepekatan garam atau kadar kemasinan di dalam air di mana habitat tumbuhan ini didiami, semakin tinggi kadar kemasinan air maka semakin banyaklah bilangan sel hipodermis boleh didapati (Bowman, dipetik daripada Metcalfe & Chalk 1950, Waisel 1972).

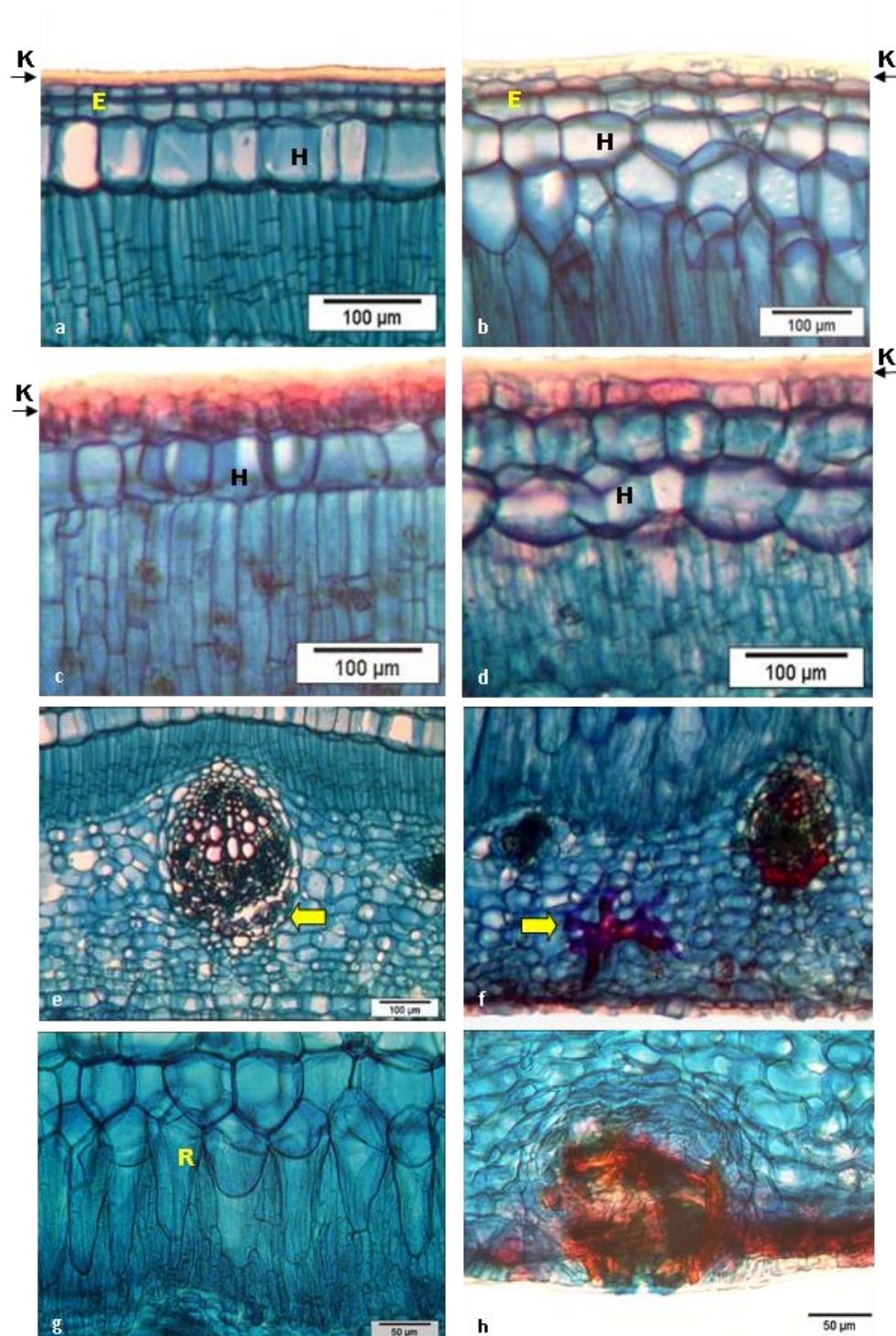
Kesemua spesies yang dikaji mempunyai satu lapisan sel epidermis pada bahagian adaksial kecuali pada spesies *Kandelia candel* dengan dua lapisan sel epidermis (Plat 1f). Perbezaan ini disebabkan oleh dirian genus *Kandelia* yang paling terkehadapan menghala ke laut berbanding spesies-spesies daripada genus lain dalam famili ini. Menurut Cutler et al. (2008), beberapa ciri adaptasi dalaman pada sel tumbuhan adalah berfungsi untuk simpanan air, kerintangan terhadap kekeringan dan ketahanan terhadap penghidratan sel. Oleh yang demikian, pertambahan lapisan sel epidermis pada spesies bakau ini memainkan peranan penting untuk penyimpanan air, perlindungan daripada kekeringan dan sebagai sokongan mekanikal kepada spesies ini yang mengalami keadaan yang paling ekstrim dalam kehilangan air.

Kehadiran sel sklereid pada lamina daun genus *Rhizophora* pula merupakan ciri pembeza bagi kesemua spesies dalam genus ini dengan spesies- spesies daripada genus yang lain dalam famili Rhizophoraceae dan sekaligus merupakan ciri diagnostik bagi genus *Rhizophora* (Plat 1g & 1h). Sel sklereid dikatakan sebagai salah satu sel yang bertindak dan berfungsi sebagai sel untuk mekanisme perlindungan mekanikal walaupun fungsi yang terperinci masih lagi tidak diketahui (Ray & Susan 2006). Sel sklereid yang hadir pada genus *Rhizophora* adalah daripada jenis osteosklereid dan astrosklereid (Plat 1g). Manakala tiada sel sklereid dicerap pada genus-genus lain dalam kajian ini. Kajian yang dijalankan oleh Das (1999) juga mendapati sel sklerid hadir dalam beberapa spesies daripada genus *Rhizophora*. Menurut beliau, ciri ini boleh dikatakan sebagai ciri adaptasi tumbuhan paya bakau disebabkan oleh fungsinya sebagai sokongan mekanikal pada daun dan berfungsi sebagai saluran penyimpanan air. Menurut Tomlinson (1986) pula, selain daripada penyimpanan air, sel sklereid juga merupakan penyokong mekanikal kepada daun yang sering diancam oleh haiwan pemakan daun atau secara ringkas fungsinya adalah untuk mengelakkan haiwan herbivor.

Sel rembes juga dicerap hanya hadir pada kesemua spesies daripada genus *Rhizophora* dan tiada dicerap pada mana-mana spesies daripada genus lain yang dikaji. Sel rembes didapati hadir sebagai sel musilaj yang besar. Sheu (2003) dalam kajiannya terhadap beberapa spesies daripada famili Rhizophoraceae mendapati, sel musilaj yang hadir pada lamina daun *Rhizophora* mempunyai bentuk corong disebabkan oleh struktur sel musilajnya yang besar dan memanjang seperti bentuk corong. Menurut Metcalfe dan Chalk (1963), sel rembes yang hadir dalam berkas vaskular pada petiol dan tulang daun dinamakan sebagai salur musilaj manakala jika ianya hadir pada bahagian lamina daun maka dikenali sebagai sel musilaj.

Bintik hitam atau 'cork warts' didapati hadir pada bahagian epidermis abaksial lamina daun spesies daripada genus *Rhizophora*, *Bruguiera* dan *Ceriops*. Bintik hitam ini juga didapati hadir pada spesies di kawasan daratan namun saiz bintik hitam di kawasan daratan adalah lebih kecil berbanding bintik hitam pada spesies di kawasan paya bakau yang lebih besar (Nurnida 2012). Bintik hitam ini dikatakan berfungsi sebagai medium penyingkiran garam yang berlebihan pada daun dan merupakan salah satu ciri adaptasi tumbuhan di

persekitaran yang melampau (Bajinath & Charles 1980). Namun kajian yang lebih mendalam adalah dicadangkan bagi mengkaji mengenai fungsi lanjut kehadiran bintik ini untuk menguatkan pendapat yang mengatakan bahawa ciri ini merupakan ciri anatomi ekologi bagi spesies tumbuhan di persekitaran melampau.



Rajah 1. Keratan rentas lamina daun: a) *Kandelia*, b) *Rhizophora*, c) *Bruguiera*, d) *Ceriops*, e) Selaput berkas sel parenkima (*Kandelia*) (anak panah), f) Astrosklerid (*Rhizophora*) (anak panah), g), Sel rembes (*Rhizophora*) h) Bintik hitam (*Rhizophora*). Petunjuk: H = Hipodermis, K = Kutikel, E = Epidermis, R = Sel rembes.

## KESIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan ciri anatomi ekologi tertentu yang hadir pada spesies hutan paya bakau seperti kehadiran lapisan kutikel tebal pada permukaan epidermis adaksial dan abaksial lamina daun, kehadiran sel hipodermis, kehadiran sel sklerid, sel rembes dan bintik hitam pada spesies bakau. Kesemua ciri yang dicerap merupakan antara ciri pengubahsuaian terhadap persekitarannya yang melampau sama ada bagi kesemua spesies bakau atau hanya hadir pada spesies atau genus tertentu sahaja. Oleh yang demikian kajian ini dapat membuktikan bahawa wujud ciri-ciri pengubahsuaian pada tumbuhan di persekitaran ekstim seperti spesies-spesies paya bakau yang dikaji. Ciri-ciri ini amat perlu untuk memastikan kemandirian dan kerentanan spesies bakau terhadap kemasinan, kekeringan, penghidratan, angin kencang, perubahan pasang surut air dan sebagainya.

## PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan diucapkan kepada Muhammad Razali Salam (Universiti Malaysia Terengganu) atas bantuan pengecaman spesies bakau di lapangan. Ucapan terima kasih kepada geran Universiti Penyelidikan UKM-OUP-FST-2008, UKM-GUP-ASPL-08-05-219 dan 06-01-02-SF0596 kerana membiayai penyelidikan ini.

## RUJUKAN

- Baijnath, H., Charles, L.M., 1980. Leaf surface structures in mangrove. I. The genus *Rhizophora* L. *Proceedings Electron Microscopy Social Science Africa* **10**, 37-38.
- Corner, E.J.H., 1952. Wayside Trees of Malaya. Jilid 1 & 2. Edisi pertama. Malayan Nature Society, Percetakan Kerajaan Singapura. , 520-524.
- Cutler, D.F., Botha, C.E.J., Stevenson, D.W., 2008. Plant Anatomy: An Applied Approach. Blackwell Publishing, Australia., 302.
- Das, S., 1999. An adaptive feature of some mangroves of Sundarbans, West Bengal. *Journal of Plant Biology* **42(2)**, 109-116.
- Das, S., 2002. On the ontogeny of stomata and glandular hairs in some Indian mangroves. *Acta Botanica Croatia* **61(2)**, 199-205.
- Dickison, W.C., 2000. Integrative Plant Anatomy. Harcourt Academic Press, San Diego., 530.
- Hou, D., 1958. Rhizophoraceae. Dlm: Van Steenis, C.G.G.J. Ed. Flora Malaysiana, Series 1. Jilid 5. Noordhoff-Kolff, N.V., Djakarta, Indonesia. , 429-473.
- Johansen, D.A., 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Company Incorporation, New York., 97.
- Keating, R.C., Randrianasolo, V., 1988. The contribution of leaf architecture and wood anatomy to classification of the Rhizophoraceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **75(4)**, 1343-1368.
- Madani, L., Wong, K.M., 1995. Rhizophoraceae. Dlm. Tree Flora of Sabah and Sarawak, Ed. Soepadmo, E. & Wong, K.M. Jilid 1. Forest Research Institute Malaysia, Kepong, 321-349.

- Metcalfe, C.R., Chalk, R., 1950. Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, Stem and Wood in Relation to Taxonomy, with Notes on Economic Uses. Jilid 2. Clarendon Press, Oxford. 276.
- Metcalfe, C.R., Chalk, L., 1963. Advanced Botanical Research: Comparative Anatomy as a Modern Botanical Discipline.. Jilid 1. Clarendon Press, Oxford. 101-147.
- Nurnida, M.K., 2012. Anatomi dan mikromorfologi daun famili Rhizophoraceae. Tesis Sarjana, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Ray, F. E., Susan E. E., 2006. Esau's Plant Anatomy: Meristems, Cells and Tissues of the Plant Body (Structure, Function and Development). Edisi ke-3. John Wiley and Sons Incorporated, New Jersey.
- Saenger, P., 2002. Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Sass, J.E., 1958. Botanical Microtechnique. Edisi ke 3. Iowa State University Press, Amerika Syarikat. 62- 78.
- Sheue, C.R., 2003. The Comparative Morphology and Anatomy of the Eastern Mangrove Rhizophoraceae. Ph. D Dissertation. National Sun Yat-sen University, Taiwan.
- Talip, N., Hussin, K.H., Ibrahim, H., 2005. Comparative leaf anatomy of *Alpinia* species (Zingiberaceae) in Malaysia. *Nordic Journal of Botany* **23**, 463-483.
- Tobe, H., Raven, P.H., 1988. Seed morphology and anatomy of Rhizophoraceae, inter- and infrafamilial relationships. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **75**, 1319-1342.
- Tomlinson, P.B., 1986. The Botany of Mangroves. Cambridge University Press, Cambridge. 419.
- Waisel, Y., 1972. Biology of Halophytes. Academic Press, New York.
- Yin, G.S., Keng, H., 1974. Morphological studies on some inland Rhizophoraceae. *Gardens' Bulletin Singapore* **27**, 183-220.