

Perbandingan Ciri Anatomi Daun *Tetrastigma rafflesiae* (Miq.) Planchon dan *Tetrastigma pedunculare* (Wall. ex Laws.) Planch. di Semenanjung Malaysia
(Comparative Leaf Anatomy of *Tetrastigma rafflesiae* (Miq.) Planchon and *Tetrastigma pedunculare* (Wall. ex Laws.) Planch. in Peninsular Malaysia)

SYAMSURINA ARSHAD*, MOHD AFIQ AIZAT JUHARI, NORAINI TALIP, NOR AZILAH ABDUL WAHAB, SYUHADA FADZILAH & JUMAAT ADAM

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk melakukan kajian terhadap ciri anatomi daun *Tetrastigma rafflesiae* (Miq.) Planchon dan *Tetrastigma pedunculare* (Wall. ex Laws.) Planch. yang merupakan perumah kepada bunga pakma dan pakma tikus di Semenanjung Malaysia. Sampel daun diperoleh daripada habitat asal iaitu Gunung Bubu, Gerik, Perak. Teknik piawai dalam anatomi tumbuhan digunakan dan imbasan adalah menggunakan mikroskop cahaya dan mikroskop imbasan elektron (SEM) dengan pemerhatian dilakukan meliputi bahagian petiol, tulang daun, lamina, epidermis dan peruratan daun. Hasil menunjukkan kehadiran trikoma dan sel arenkima hanya terdapat pada *T. pedunculare* sahaja. Bilangan berkas vaskular medula pada *T. rafflesiae* adalah tunggal, manakala *T. pedunculare* adalah tiga. Oleh itu, ketiga-tiga ciri ini dapat membezakan dengan jelas kedua-dua spesies.

Kata kunci: Anatomi daun; perumah; *Tetrastigma pedunculare*; *Tetrastigma rafflesiae*

ABSTRACT

This study aimed to study the leaf anatomy of *Tetrastigma rafflesiae* (Miq.) Planchon and *Tetrastigma pedunculare* (Wall. ex Laws.) Planch., the host of *Rafflesia* and *Rhizanthus* in Peninsular Malaysia. Leaf samples were collected in their natural habitat at Gunung Bubu, Gerik, Perak. Standard techniques in plant anatomy were employed, including analyses under light and scanning electron microscopy (SEM) with observation on the petioles, midrib, laminae, leaf epidermis and also on the leaf venation. The results show the presence of trichome and aerenchyma cell only at *T. pedunculare*. The number of medullary vascular bundle of *T. rafflesiae* is only single but *T. pedunculare* are three. Therefore, the three characteristic can be used to differentiate these two species.

Keywords: Host plants; leaf anatomy; *Tetrastigma pedunculare*; *Tetrastigma rafflesiae*

PENDAHULUAN

Tetrastigma (Miq.) Planch. ialah salah satu daripada genus dalam Vitaceae yang terdiri daripada 95 spesies serta tersebar luas di kawasan tropika Asia dengan lokaliti taburannya tersebar dari India ke China mengunjur sehingga ke Asia Tenggara dan ke arah timur hingga Fiji dengan beberapa spesies mengunjur ke Australia dan di Malesia (Kochaiphat et al. 2013; 2016; Latiff 2015, 1983; Wen et al. 2013). Genus ini amat terkenal di Asia Tenggara kerana ia merupakan satu-satunya perumah kepada bunga terbesar di dunia iaitu spesies holoparasit Rafflesiaceae (Febriyanti et al. 2013; Jamili 2004, 2001; Jumaat et al. 2016, 2013; Latiff 2015, 1983; Veldkamp 2007; Wen 2007; Wen, et al. 2013).

Tetrastigma rafflesiae juga dikenali dengan nama anggur liar, akar papan, akar cabang lima, kangkong gajah (Tan 2006), akar engkarana (Wan Nuur Fatihah et al. 2016) dan lipoi (Muhammad et al. 2014). Spesies ini merupakan liana yang boleh memanjat sehingga menjangkau ketinggian 15 meter, berkayu (Latiff 1983; Wan Nuur Fatihah et al. 2016) dan tidak dapat berdiri tegak dengan sendirinya untuk sebarang ketinggian serta memerlukan kepada bantuan pokok tinggi yang lain sebagai sokongan bagi mendapatkan cahaya matahari di bawah lindungan kanopi hutan (Akhriadi et al. 2010).

Tetrastigma pedunculare (Wall. ex Laws.) Planch. pula ialah perumah kepada *Rhizanthus* di Semenanjung Malaysia (Banziger 1995). Dikenali sebagai akar ulu, akar

engkarang, akar ruran, wur siri, bakuh ruru, akar luran, benindu, poompoos, dan ulur-ulur (Latiff 2015) dan akar vita (Diway & Chai 2004). Spesies ini mudah dikenal pasti di dalam hutan berdasarkan kepada morfologi batangnya yang berbentuk bulat, berwarna kelabu cerah hingga ke coklat cair dan mempunyai banyak akar udara yang mengunjur daripada kanopi hutan hingga ke lantai hutan dengan panjangnya yang mampu mencapai 20 m dan kebiasaannya mudah ditemui di tebing sungai (Banzinger 1995).

Tinjauan kepustakaan yang dilakukan mendapati bahawa kajian anatomi daun bagi kedua-dua spesies ini belum pernah dilakukan. Kajian yang relatif berkaitan dengan anatomi daun *Tetrastigma* di Malaysia pernah dilakukan oleh Chnar et al. (2013) pada spesies *T. cruciatum*, manakala pada *T. hookeri* oleh Nasihah et al. (2016). Oleh itu, hasil kajian ini diharapkan akan dapat membantu untuk kaedah pengecaman alternatif

dan menyediakan maklumat sistematik tambahan bagi kedua-dua spesies perumah ini dengan menggunakan ciri anatomi daun.

BAHAN DAN KAEDAH

Sampel daun bagi *T. rafflesiae* dan *T. pedunculare* telah diperolehi dari Gunung Bubu, Gerik secara kerja lapangan seterusnya dijadikan spesimen baucer (Jadual 1). Kaedah dan teknik digunakan dalam penyediaan anatomi mengikut kaedah oleh Johansen (1940) dan Sass (1958) dengan pengubahsuaian meliputi kajian epidermis (Jadual 2), penjernihan tisu (Jadual 3), hirisan menggunakan mikrotom gelongsor, cerapan di bawah mikroskop cahaya dan mikroskop imbasan elektron (SEM) serta teknik-teknik yang berkaitan dengannya. Sebanyak tiga hingga empat replikasi dilakukan untuk kajian ini bagi memastikan kemalaran ciri anatomi pada spesies kajian.

JADUAL 1. Spesimen baucer untuk kajian anatomi daun

Spesies	Kod dan tarikh kutipan	Lokaliti	Pengumpul
<i>Tetrastigma rafflesiae</i>	SBA0299/2015 10.10.2015	Gunung Bubu, Grik, Perak	Syamsurina, Nor Azilah & Mohd Afiq Aizat
<i>Tetrastigma pedunculare</i>	SBA0190/2015 8.8.2015	Gunung Bubu, Grik, Perak	Syuhada, Jumaat & Syamsurina

JADUAL 2. Langkah-langkah kajian epidermis

Langkah	Larutan/Bahan pelepas	Masa	Catatan
Pewarnaan			
1	2-3 titik Safranin dititis ke dalam piring petri yang mengandungi air dan tisu hirisan	5 minit	-
2	Tisu hirisan dicuci dengan air suling. Proses ini diulangi tiga (3) kali	-	-
3	2-3 titik Alcian green dititis ke dalam piring petri yang mengandungi air dan tisu hirisan	5 minit	-
4	Tisu hirisan dicuci dengan air suling. Proses ini diulangi tiga (3) kali	-	-
Penyahairan			
1	Alkohol 50 %	5 minit	Piring petri ditutup
2	Alkohol 70 % + Beberapa titik larutan asid hidroklorik (HCL) pekat	2 minit	Piring petri ditutup dan digoncang perlahan-lahan
3	Alkohol 95 %	5 minit	Piring petri ditutup
4	Alkohol 100 %	5 minit	Piring petri ditutup
Perlekapan	Pelepas Euparal		
Pengeringan	-	2 minggu	Sisip kaca dimasukkan kedalam ketuhar pada suhu 60 °C/

JADUAL 3. Langkah-langkah penjernihan tisu

Langkah	Larutan/Bahan pelekap	Masa	Catatan
Penyahairan			
1	Alkohol 50 %	5 minit	Piring petri ditutup
2	Alkohol 70 % + Beberapa titik larutan asid hidroklorik (HCL) peka	2 minit	Piring petri ditutup dan digoncang perlahan-lahan
3	Alkohol 95 %	5 minit	Piring petri ditutup
4	Alkohol 100 %	5 minit	Piring petri ditutup
5	Alkohol 100 % + Xilen		Piring petri ditutup
6	Xilen		Piring petri ditutup, perlu segera dilakukan kerana boleh mengakibatkan tisu hirisan menjadi kecut dan rosak
Perlekapan	Pelekap Canada balsam		
Pengeringan	-	2 minggu	Sisip kaca dimasukkan kedalam ketuhar pada suhu 60 °C

HASIL DAN PERBINCANGAN

KERATAN RENTAS PETIOL

Pada keratan kentas petiol, *T. rafflesiae* mempunyai permukaan abaksial berbentuk $\frac{3}{4}$ bulatan dan adaksial sedikit cembung. Terdapat unjuran berbentuk cuping membulat hadir pada kiri dan kanan kawasan pertemuan bahagian adaksial dan abaksial (Rajah 1A) manakala *T. pedunculare* mempunyai permukaan abaksial berbentuk-U dan adaksial berbentuk cembung serta terdapat unjuran berbentuk cuping dengan bentuk kon hadir pada kiri dan kanan kawasan pertemuan bahagian adaksial dan abaksial (Rajah 1B). Menurut kajian yang dilakukan oleh Chnar et al. (2011), *T. cruciatum*, permukaan abaksial berbentuk -O dan adaksial berbentuk cembung. Pada *T. hookeri* pula didapati mempunyai permukaan abaksial berbentuk-U tidak seragam dan adaksial berbentuk cembung dengan unjuran berbentuk cuping hadir pada kiri dan kanan kawasan pertemuan bahagian adaksial dan abaksial (Nasihah et al. 2016). Justeru, didapati bentuk petiol adalah berbeza mengikut varieti spesies tersebut.

Seterusnya, *T. rafflesiae* mempunyai satu lapisan sel epidermis (nisbah tinggi: lebar, 1:2) tanpa kehadiran trikom. Manakala *T. pedunculare* mempunyai lapisan sel epidermis (nisbah tinggi: lebar, 1:3) dengan kehadiran trikom ringkas (unisel). Trikom merujuk kepada unjuran unisel atau multisel yang terhasil daripada sel epidermis dan mengunjur keluar daripada permukaan organ tumbuhan (Amalia et al. 2013). Menurut Metcalfe dan Chalk (1957), trikom pada tumbuhan terdiri daripada jenis unisel, uniseriat, jambak atau stelat jarang. Kehadiran trikom ini dapat membezakan dengan jelas kedua-dua spesies ini dan kenyataan ini disokong oleh Morais et

al. (2011) yang menyatakan kehadiran atau ketiadaan trikom dalam spesies boleh menjadi ciri diagnostik yang digunakan untuk pengelasan dan untuk membezakan sesuatu spesies.

Kehadiran sel arenkima dicerap hanya hadir pada bahagian parenkima korteks *T. pedunculare* iaitu pada bahagian adaksial petiol. Sel arenkima merujuk kepada rangkaian sel tumbuhan yang berhubungan dengan udara dalam menyediakan ruang untuk tumbuhan untuk menyerap oksigen di bawah keadaan hipoksik (Kacprzyk et al. 2011). Pembentukan sel ini merupakan penyesuaian kepada ciri anatomi bagi membolehkan tumbuhan beradaptasi pada keadaan persekitaran yang kekurangan air (Takahashi et al. 2014), mengurangkan halangan dalaman untuk mengangkut gas oksigen, nitrogen, unsur metabolik (karbon dioksida dan etilena terutamanya di antara akar dan pucuk) serta meningkatkan mekanisme kehilangan metana daripada sedimen berudara yang dibebaskan melalui tumbuhan ke atmosfera (Jackson & Armstrong 1999). Menurut kajian morfologi yang dilakukan oleh Banziger (1995), *T. pedunculare* menghasilkan banyak akar udara. *T. pedunculare* yang matang akan terputus hubungannya dengan akar utama daripada lantai hutan dan hanya terhubung dengan akar udara yang tumbuh melepasi beberapa silara pokok besar. Keadaan morfologi ini telah menyokong kehadiran dan pembentukan sel arenkima pada *T. pedunculare*.

Seterusnya, kedua-dua spesies mempunyai tisu vaskular yang terdiri daripada sistem tertutup dengan satu gegelang. Pada *T. rafflesiae* didapati 19-20 berkas vaskular tersusun secara tidak selanjur bentuk-O berlekuk pada bahagian adaksial manakala pada *T. pedunculare* terdapat 18-19 berkas vaskular tersusun secara tidak selanjur bentuk-O. Merujuk kepada kajian terdahulu pada famili Vitaceae, terdapat (15-19) berkas vaskular pada

T. hookeri (Nasihah et al. 2016), *V. vinifera* cv. Kshmsk (23-37 berkas vaskular), *V. vinifera* cv. Trespi (32-43), *V. vinifera* cv. Taefi (19-33), *V. vinifera* cv. Pasirani (20-26), *V. vinifera* cv. Baesola (25-39) dan *V. vinifera* cv. Deselanz (16-25) (Chnar et al. 2011). Perbezaan bilangan berkas vaskular pada tumbuhan ini didapati berasosiasi mengikut spesies tumbuhan tersebut kerana sistem vaskular tumbuhan menjalankan dua fungsi penting iaitu sebagai penghantar sumber (air, mineral penting nutrien, gula dan asid amino) kepada seluruh organ tumbuhan dan dalam menyediakan sokongan mekanikal pada tumbuhan (Baucher et al. 2007; Lucas et al. 2013; Ye 2002).

Seterusnya, kedua-dua spesies didapati mempunyai bahagian empulur yang hadir dengan saiz yang besar secara relatifnya. Empulur terdiri daripada sel parenkima berspan dan terletak di bahagian tengah serta berfungsi dalam penyimpanan nutrien (Kirkendall et al. 2015).

Drus didapati hadir padat pada parenkima korteks, bawah lapisan sel epidermis, pada lapisan sel sklerenkima dan juga pada tisu vaskular tetapi kurang padat pada kawasan empulur. Sel musilaj pula dicerap hadir pada sel parenkima korteks. Menurut kajian yang dilakukan oleh Chnar (2014), drus juga direkodkan hadir pada famili Vitaceae yang dikaji manakala Solihani (2010) turut menemui drus di dalam tisu parenkima pada lamina, tulang daun dan petiol pada genus *Mallotus* Lour. (Euphorbiaceae) yang mempunyai perkaitan yang rapat dengan famili Vitaceae.

KERATAN RENTAS TULANG ANAK DAUN

Permukaan adaksial berbonggol, permukaan abaksial bentuk-U dengan dasar rata merupakan bentuk luaran tulang anak daun bagi *T. rafflesiae* (Rajah 1C) manakala *T. pedunculare* mempunyai permukaan adaksial berbentuk kon dan permukaan abaksial bentuk hampir segi empat (Rajah 1D). Kedua-dua spesies mempunyai tisu vaskular dengan sistem tertutup dan terdiri daripada satu gegelang tisu vaskular yang terdiri daripada beberapa berkas vaskular (7-9 berkas vaskular) pada *T. rafflesiae* dan (9-15 berkas vaskular) pada *T. pedunculare* yang secara amnya tersusun secara tidak selanjur bentuk-O. Namun begitu, berkas vaskular medula pada *T. rafflesiae* adalah tunggal, manakala *T. pedunculare* adalah tiga. Kedua-dua spesies juga menunjukkan kehadiran sel dan salur musilaj pada parenkima korteks, serta kehadiran sel musilaj terhasil daripada bahagian dalam idoblas. Peningkatan bilangan sel ini menyebabkan tekanan pada dinding sel. Kesan tekanan ini seterusnya mengakibatkan penyingkiran hablur kristal keluar daripada dinding sel (Olivera et al. 2012). Justeru itu, kajian ini turut menemui hablur drus padat hadir pada parenkima korteks, pada kawasan medulari terutama sekali pada bahagian berdekatan tisu vaskular.

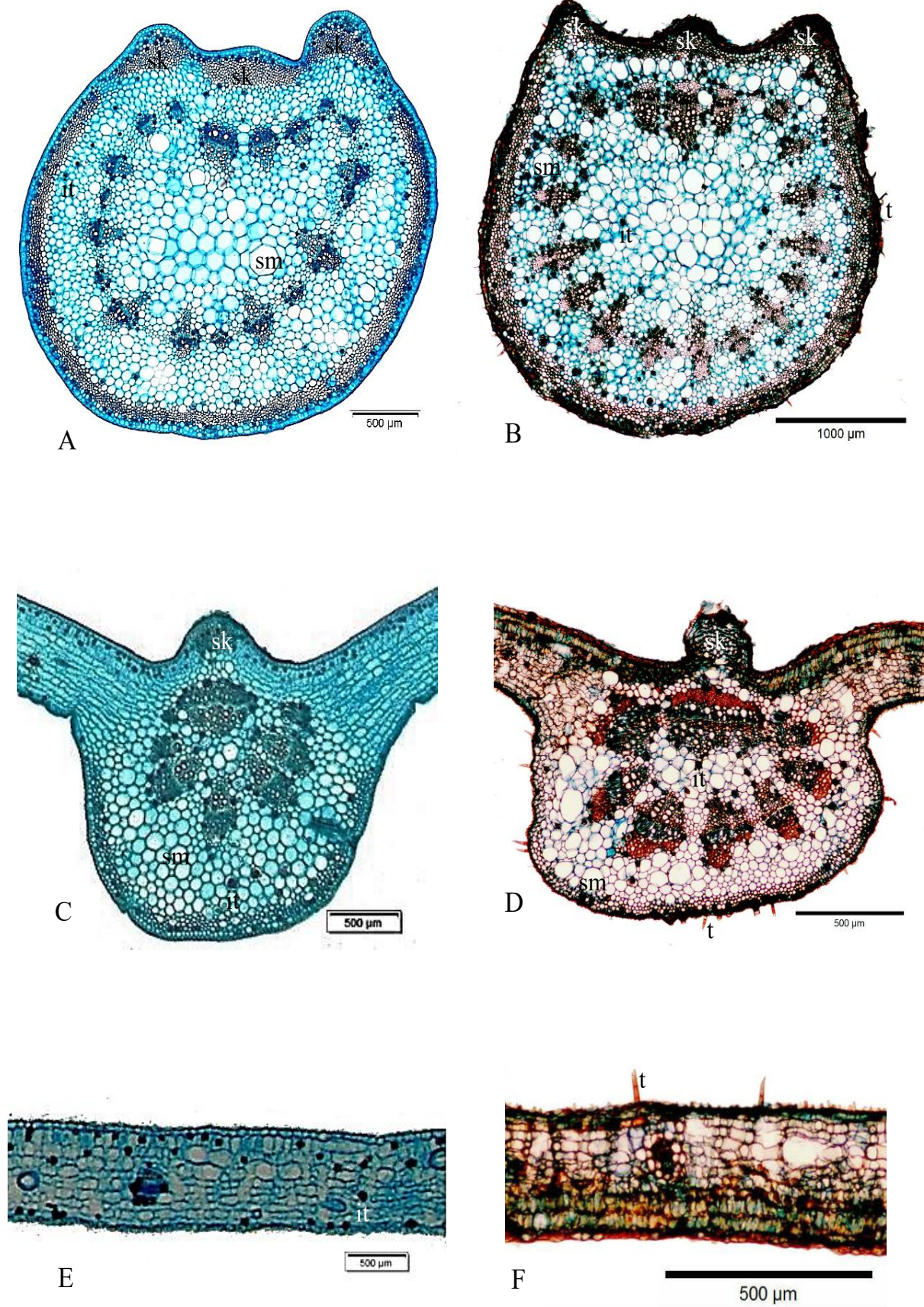
KERATAN RENTAS TULANG ANAK DAUN

Tetrastigma pedunculare menunjukkan kehadiran trikom pada epidermis abaksial daun. Hanya *T. pedunculare* dilaporkan menunjukkan kehadiran trikom manakala spesies *Tetrastigma* lain seperti *T. hookeri* (Nasihah et al. 2016), *T. dichotomum*, *T. diepenhorstii* dan *T. megacarpum* (Nur Aishah 2016) tidak menunjukkan kehadiran trikom. Kedua-dua spesies diperhatikan menunjukkan kedudukan berkas vaskular berada di tengah-tengah di antara epidermis abaksial dan epidermis abaksial yang terletak relatif sangat berjauhan antara satu sama lain (Rajah 1E & 1F). Berkas vaskular utama dan sekunder terdiri daripada berkas vaskular ringkas mendatar. Selain itu, hablur jenis drus hadir di dalam sel idioblas pada mesofil palisad. Mesofil span didapati turut hadir pada kedua-dua spesies kajian ini.

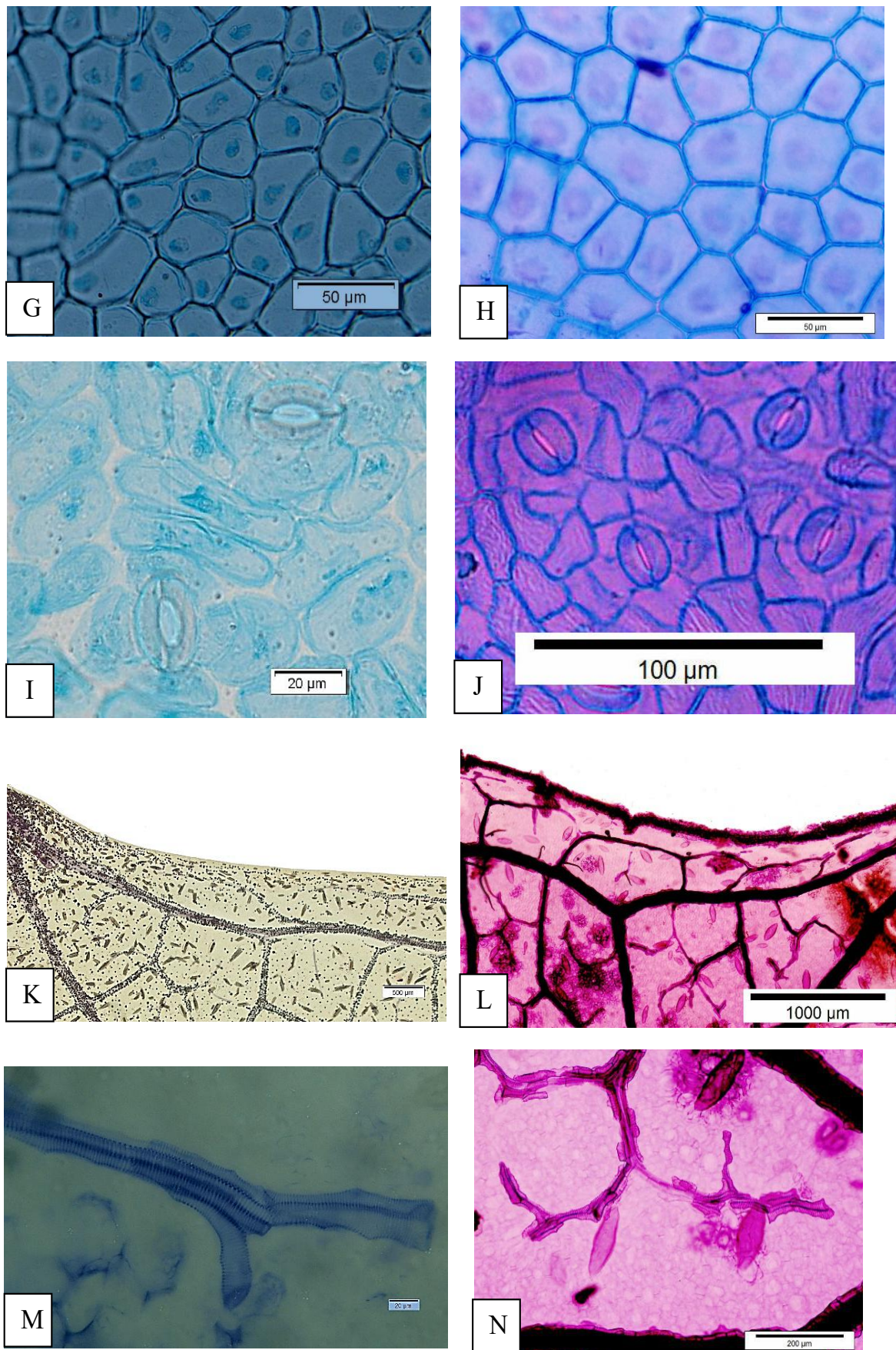
EPIDERMIS ANAK DAUN

Kedua-dua spesies mempunyai dinding antiklin epidermis adaksial dan abaksial lurus ke melengkung (Rajah 1G & 1H). Pada kambium aktif tumbuhan, terdapat dua kaedah pembahagian mitotik iaitu pembahagian periklin (dinding sel baharu bersudut melintang dari permukaan epidermis luar) dan pembahagian antiklin (dinding sel baharu bersudut tegak dari permukaan epidermis luar) (Beck 2010). Dinding antiklin epidermis mempunyai pelbagai bentuk iaitu bentuk lurus, melengkung atau sinuat. Pada tumbuhan monokotiledon dan dikotiledon, dinding antiklin epidermis didapati adalah sangat nipis dan sukar dilihat dengan mata kasar (Cutler et al. 2007). Kehadiran kepelbagaian sel kambium ini amat penting dalam tumbuhan kerana ia mempengaruhi mekanisme pemanjangan sel (Angyalossy et al. 2012).

Menurut al-Edany et al. (2011) serta Noraini dan Cutler (2009), jenis ornamentasi yang terdapat pada stomata menjadi ciri diagnostik dan mempunyai peranan yang signifikan untuk proses pengecaman sesuatu spesies. Stomata berperanan penting dalam mengawal pergerakan air dalam tumbuhan (Cutler et al. 2007). Pemerhatian mendapati kedua-dua spesies ini mempunyai ciri stomata homostomatik dan hipostomatik dari jenis diasitik serta dicerap hadir hanya pada permukaan epidermis abaksial sahaja. *Tetrastigma rafflesiae* mempunyai saiz stomata 28-30 μm manakala *T. pedunculare* 26-28 μm . Stomata bersaiz kurang daripada 15 μm dikelaskan sebagai 'kecil' manakala saiz melebihi 38 μm dikategorikan sebagai 'besar' (Saadu et al. 2009). Indeks stomata pada direkodkan pada *T. rafflesiae* adalah 45.16% manakala *T. pedunculare* (28.57%). Perbezaan indeks ini merujuk kepada corak dan ruang yang terdapat pada stomata dan ia bergantung sepenuhnya kepada saiz sel serta saiz dan bentuk ruang udara di dalamnya (Glover 2000).



RAJAH 1. *Tetrastigma rafflesiae* (A, C & E); *Tetrastigma pedunculare* (C, D & F): A & B) KR Petiol; C & D) KR Tulang daun; E & F) KR Lamina daun, [sk: sel kolenkima, sm: salur musilaj, it: idobias tanin, t: trikomi](c) RCTL, (d) ERAic, and (e) ERAbc



RAJAH 2. *Tetrastigma rafflesiae* (G, I, K & M); *Tetrastigma pedunculare* (H, J, L & N); G & H - Permukaan epidermis adaksial; I & J - Permukaan epidermis abaksial; K & L - Peruratan margin daun; M & N - Trakeid daun

PERURATAN ANAK DAUN

Kedua-dua spesies mempunyai peruratan tepi tidak lengkap, peruratan tengah dengan majoriti tertutup dan minoriti terbuka dengan hujung bebas dan bercabang dua atau tunggal (Rajah 1K & 1L) serta trakeid bengkak (Rajah 1M & 1N). Conklin et al. (2019) menyatakan hampir keseluruhan daun tumbuhan dikotiledon mempunyai peruratan tengah dengan majoritinya berbentuk struktur jaring anastomos. Hormon auksin yang terdapat pada tumbuhan (Kumar & Kellogg 2019) dan faktor biotik dan abiotik (Klein et al. 2017) mempengaruhi jenis peruratan pada sesuatu tumbuhan. Ciri-ciri yang terdapat pada peruratan daun juga amat penting dalam menentukan kadar pertukaran gas dan perkembangan sesuatu jenis tumbuhan tersebut (Sack et al. 2013).

KESIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan *T. rafflesiae* dan *T. pedunculare* boleh dibezakan dengan jelas melalui kehadiran trikoma, sel arenkima dan juga berkas vaskular medula. Ketiga-tiga ciri ini amat penting dalam kajian anatomi daun bagi kedua-dua spesies yang dikaji khususnya dalam membantu membezakan perumah kepada *Rafflesia* dan *Rhizanthus* khususnya di Malaysia. Oleh itu, adalah diharapkan kajian ini dapat menjadi panduan untuk kajian seterusnya pada masa hadapan.

PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada kakitangan di Makmal Mikroteknik, UKM dan Makmal Histologi, Institut Agro-Bioteknologi Malaysia, MARDI. Penghargaan kepada geran penyelidikan FRGS/1/2014/ST03/UKM/01/1 kerana membiayai kajian ini.

RUJUKAN

- Akhriadi, P., Kiswanto, H.A., Taufiq, A., Alfajri, D. & Kardiman, R. 2010. Assessment of conservation status of *Rafflesia* in West Sumatra, Indonesia. Laporan akhir kepada dana kecil Rufford (untuk pemuliharaan semula jadi). Pasukan pemantau *Rafflesia* (RMT) Padang, Indonesia.
- Al-Edany, T.Y., Sahar, A. & Al-Saadi, A.M. 2011. Taxonomic significance of anatomical characters in some species of the family Myrtaceae. *American Journal of Plant Sciences* 3: 572-581.
- Amalia, R., Noraini, T., Jalifah, L., Ruzi, A.R. & Idris, S. 2013. Morphology of trichomes in *Pogostemon cablin* Benth. (Lamiaceae). *Australia Journal of Crop Science* 7(6): 744-749.
- Angyalossy, V., Angeles, G., Pacea, M.R., Lima, A.C., Dias-Leme, C.L., Lohmann, L.G. & Madero-Vega, C. 2012. An overview of the anatomy, development and evolution of the vascular system of lianas. *Plant Ecology and Diversity* 5(2): 167-182.
- Banziger, H. 1995. Ecological, morphological and taxonomic studies on Thailand's fifth species of Rafflesiaceae: *Rhizanthus zippelli* (Blume) Spach. *Natural History Bulletin of the Siam Society* 43: 337-365.
- Baucher, M., El-Jaziri, M. & Vandeputte, O. 2007. From primary to secondary growth: Origin and development of the vascular system. *Journal of Experimental Botany* 58(13): 3485-3501.
- Beck, C.B. 2010. *An Introduction to Plant Structure and Development Plant Anatomy for the Twenty-First Century*. Edisi ke-2. Edinburgh: Cambridge University Press.
- Chnar, N. 2014. Leaf anatomy and palynological differences among selected cultivars of *Vitis vinifera* and *Parthenocissus quinquefolia* (Vitaceae). *The International Weekly Journal for Species* 9(21): 6-12.
- Chnar, N., Khatijah, H. & Haja, M. 2013. Comparative leaf anatomy of selected species in Vitaceae and Leeaceae. *American Journal of Applied Sciences* 10(4): 414-417.
- Chnar, N., Khatijah, H. & Haja, M. 2011. Comparative study on the anatomy and palynology of the three variety of *Vitis vinifera* variety (family Vitaceae). *African Journal of Biotechnology* 10(74): 16866-16874.
- Cutler, D.F., Botha, T. & Stevenson, D.W. 2007. *Plant Anatomy: An Applied Approach*. New York: Blackwell Publishing Ltd.
- Conklin, P.A., Strable, J., Li, S. & Scanlon, M.J. 2019. On the mechanisms of development in monocot and eudicot leaves. *New Phytologist* 221: 706-724.
- Diway, B.M. & Chai, P.P.K. 2004. *Development of Lanjak Entimau Wildlife Sanctuary as a totally protected area. A study on the vegetation of Batang Ai National Park, Sarawak Malaysia*. International Tropical Timber Organization (ITTO), Forestry Department Sarawak Malaysia.
- Febriyanti, E., Suwirman & Idris, M. 2013. Induksi perakaran tunas *Tetrastigma rafflesiae* Miq. pada media Murashige-skoog dengan penambahan beberapa konsentrasi indole-3-butyric acid (IBA) secara *in vitro*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas* 2(2): 161-167.
- Glover, B.J. 2000. Differentiation in plant epidermal cells. *Journal of Experimental Botany* 51(344): 497-205.
- Jackson, M.B. & Armstrong, W. 1999. Formation of aerenchyma and the processes of plant ventilation in relation to soil flooding and submergence. *Plant Biology* 1(3): 274-287.
- Jamili, N. 2004. *Rafflesia Bunga Terbesar di Dunia*. Kota Kinabalu: Natural History Publication.
- Jamili, N. 2001. *Rafflesia of the World*. Kota Kinabalu: Penerbit Sabah Parks.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book Company Inc.
- Jumaat, H.A., Mohd Afiq Aizat, J., Rahmah, M., Nor Azilah, A.W., Syamsurina, A., Mohd Paiz, K., Mohd Firdaus, M.R. & Kiew-Lian, W. 2016. *Rafflesia tuanku-halimii* (Rafflesiaceae), a new species from Peninsular Malaysia. *Sains Malaysiana* 45(11): 1589-1595.
- Jumaat, H.A., Rahmah, M., Mohd Afiq Aizat, J., Nik Nadira Farhana, N.A. & Kiew-Lian, W. 2013. *Rafflesia sharifah-hapsahiae* (Rafflesiaceae), a new species from Peninsular Malaysia. *Turkish Journal of Botany* 37: 1038-1044.
- Kacprzyk, J., Daly, C.T. & McCabe, P.F. 2011. The botanical dance of death: Programmed cell death in plants. *Advance in Botanical Research Journal* 60: 169-261.
- Kirkendall, L.R., Biedermann, P.H.W. & Jordal, B.H. 2015. Evolution and diversity of bark and ambrosia beetles. Chapter 3. Dlm. *Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species*, disunting oleh Vega, F.E. & Hofstetter, R.W. London: Academic Press. hlm. 85-156.
- Kochaiphat, P., Trias-Blasi, A. & Pornpongrungrueng, P. 2016. Two new species of *Tetrastigma* (Miq.) Planch. (Vitaceae)

- from Thailand. *European Journal of Taxonomy* 201: 1-12.
- Kochaiphat, P., Trias-Blasi, A. & Pornpongrungrueng, P. 2013. Comparative leaves anatomy of some Cayratia Juss and *Tetrastigma* (Miq.) Planch. in Thailand. *Proceedings of the 29th National Graduate Research Conference*, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand. hlm. 883-891.
- Klein, L.L., Caito, M., Chapnick, C., Kitchen, C., O'Hanlon, R., Chitwood, D.H. & Miller, A.J. 2017. Digital morphometrics of two North American grapevines (Vitis:Vitaceae) quantifies leaf variation between species, within species, and among individuals. *Frontiers in Plant Science* 8(373): 1-10.
- Kumar, D. & Kellogg, E.A. 2019. Getting closer: Vein density in C4 leaves. *New Phytologist* 221: 1260-1267.
- Latiff, A. 2015. Studies in Malesian Vitaceae XV. Revision of *Tetrastigma* (Miq.) Planch. sect. *Carinata* Latiff. *Malayan Nature Journal* 67(3): 318-327.
- Latiff, A. 1983. Studies in Malesian Vitaceae VII. The genus *Tetrastigma* in the Malay Peninsula. *Gardens Bulletin of Singapore* 36(2): 213-228.
- Lucas, W.J., Groover, A., Lichtenberger, R., Furuta, K., Yadav, S.R., Helariutta, Y., He, Q., Fukuda, H., Kang, J., Brady, S.M., Patrick, J.W., Sperry, J., Yoshida, A., Mill, A.F.L., Grusak, M.A. & Kachroo, P. 2013. The plant vascular system: Evolution, development and functions. *Journal of Integrative Plant Biology* 55(4): 294-388.
- Metcalfe, C.R. & Chalk, L. 1957. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press.
- Morais, T.M.D.S., Rabelo, G.R., Alexandrino, C.R., Neto, S.J.D.S. & Cunha, M.D. 2011. Comparative leaf anatomy and micromorphology of Psychotria species (Rubiaceae) from the Atlantic Rainforest. *Acta Botanica Brasilica* 25(1): 178-190.
- Muhammad, A.Z., Nor, S.O., Zaini, Y., Mohd Lias, K. & Jamil, T. 2014. Identification of alkaloid compound and antioxidant activity of *Rafflesia cantleyi* and its host, *Tetrastigma tuberculatum*. *The Open Conference Proceedings Journal* 5: 18-20.
- Nasihah, M., Zulhazman, H., Siti Munirah, M.Y., Wan Norqayyum Nadia, W.A. & Latiff, A. 2016. *Tetrastigma hookeri* (Laws.) Planch. (Vitaceae), a host plant for *Rafflesia kerrii* Meijer in Peninsular Malaysia. *Malayan Nature Journal* 68(1&2): 33-39.
- Noraini, T. & Cutler, D.F. 2009. Leaf anatomical and micromorphological characters of some Malaysian *Parashorea* (Dipterocarpaceae). *Journal of Tropical Forest Science* 21(2): 156-167.
- Nur Aishah, A. 2016. Comparative leaf anatomy of *Tetrastigma* species (Vitaceae) from Gunung Mulu National Park, Sarawak. Tesis Sarjana Muda. Universiti Malaysia Sarawak (tidak diterbitkan).
- Olivera, A.B., Mendonça, M.S., Azevedo, A.A. & Meira, R.M.S.A. 2012. Anatomy and histochemistry of the vegetative organs of *Cissus verticillata* - A native medicinal plant of the Brazilian Amazon. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 22(6): 1201-1211.
- Saadu, R.O., Abdulrahaman, A.A. & Oladele, F.A. 2009. Stomatal complex types and transpiration rates in some tropical tuber species. *African Journal of Plant Science* 3(5): 107-112.
- Sack, L., Scoffoni, C., John, G.P., Poorter, H., Mason, C.M., Mendez-Alonzo, R. & Donovan, L.A. 2013. How do leaf veins influence the worldwide leaf economic spectrum? Review and synthesis. *Journal of Experimental Botany* 64(13): 4053-4080.
- Sass, J.E. 1958. *Botanical Microtechnique*. Edisi ke-3. Ames: Iowa State University Press.
- Solihani, S.N., Noraini, T., Ruzi, A.R & Chung, R.C.K. 2010. Nilai taksonomi ciri anatomi daun *Coelostegia* Benth. dan *Ceiba pentandra* Gaertn. (Bombacaceae). *Sains Malaysiana* 39(3): 371-376.
- Takahashi, H., Yamauchi, T., Colmer, T.D. & Nakazono, M. 2014. Aerenchyma formation in plants. In *Low Oxygen Stress in Horticulture Practise*, edited by van Dongen, J.T. & Licausi, F. Springer: Vienna. hlm. 247-265.
- Tan, A.L. 2006. Kajian *Rafflesia* Kuala Melantai Pahang. Tesis Sarjana Muda, Universiti Kebangsaan Malaysia (tidak diterbitkan).
- Veldkamp, J.F. 2007. The correct name for the *Tetrastigma* (Vitaceae) host of *Rafflesia* (Rafflesiaceae) in Malesia and a (not so) new species. *Reinwardtia* 12(4): 261- 265.
- Wan Nur Fatimah, W.Z., Aida Shafreena, A.P., Geri, C., Ramlah, Z. & Latiff, A. 2016. *Tetrastigma diepenhorstii* (Miq.) Latiff (Vitaceae), a new host of *Rafflesia tuan-mudae* Becc. (Rafflesiaceae) in Borneo. *Journal of Botany* 2016: 3952323.
- Wen, J. 2007. Vitaceae. Dlm. *The Families and Genera of Vascular Plants Volume IX Flowering Plants Eudicots*, disunting oleh Kubitzki, K. Berlin: Springer-Verlag. hlm. 467-479.
- Wen, J., Lu, L. & Boggan, J.K. 2013. Diversity and evolution of Vitaceae in the Philippines. *Philippine Journal of Science Special Issue* 142: 223-244.
- Ye, Z.H. 2002. Vascular tissue differentiation and pattern formation in plants. *Annual Review of Plant Biology* 53: 183-202.

Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43650 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: p70780@siswa.ukm.edu.my

Diserahkan: 18 September 2018

Diterima: 18 Disember 2019