

Kesignifikan Sistematik Ciri Anatomi Pina dan Stip *Angiopteris angustifolia* C. Presl dan *A. evecta* (G. Forst.) Hoffm. [Marattiaceae] di Semenanjung Malaysia
(Systematic Significance of Anatomical Characteristics of Pinna and Stipe in *Angiopteris angustifolia* C. Presl and *A. evecta* (G. Forst.) Hoffm. [Marattiaceae] in Peninsular Malaysia)

NORAINI TALIP*, SITI NOR AZAH AYOB, HAJA MAIDEEN KADER MAIDEEN, HAMIDUN BUNAWAN & MOHAMAD RUIZ ABDUL RAHMAN

ABSTRAK

Kajian perbandingan ciri anatomi dan ciri mikromorfologi pina dan stip *Angiopteris angustifolia* C. Presl dan *A. evecta* (G. Forst.) Hoffm. [Marattiaceae] di Semenanjung Malaysia telah dijalankan. Sampel kajian diperolehi dari Bangi, Selangor, Bukit Fraser dan Tanah Tinggi Cameron, Pahang. Objektif kajian adalah untuk mengenal pasti dan menyenaraikan ciri anatomi dan mikromorfologi pina yang boleh digunakan untuk pengelasan dan pembezaan dua spesies *Angiopteris*. Ciri yang ditemui boleh digunakan untuk membina kekunci pengelasan bagi kedua-dua spesies yang dikaji. Anatomi pina dan stip diperhatikan melalui kaedah hirisan dengan mikrotom gelongsor, siatan epidermis dan penjernihan serta cerapan di bawah mikroskop cahaya menggunakan perisian Cell B. Kajian mikromorfologi pula melibatkan teknik saduran emas, titik pengeringan kritikal dan cerapan di bawah mikroskop imbasan elektron menggunakan perisian SmartSEM. Ciri sepunya bagi kedua-dua spesies adalah kehadiran stel ringkas bentuk arka pada stip dan tulang pina, kehadiran sel musilaj yang agak padat pada sel parenkima korteks, peruratan tengah pina dikotom, peruratan tepi pina terbuka dan tidak bercabang dan kehadiran trikoma berlegan pada tulang pina. Ciri diagnosis yang ditemui ialah peruratan palsu pada pina *A. angustifolia*, bentuk luaran permukaan abaksial stip *A. angustifolia* berbentuk bulatan lebar manakala *A. evecta* berbentuk $\frac{3}{4}$ bulatan. Hiasan kutikel pada epidermis abaksial pina *A. angustifolia* dengan dinding periklin tenggelam dan dinding antiklin timbul sebaliknya pada *A. evecta* dinding periklin timbul dan dinding antiklin tenggelam. Kesimpulannya, ciri anatomi dan mikromorfologi pina dan stip mempunyai nilai taksonomi yang boleh digunakan bagi pengelasan dan pembezaan kedua-dua spesies *Angiopteris* yang dikaji.

Kata kunci: Anatomi; *Angiopteris angustifolia*; *Angiopteris evecta*; Marattiaceae; pina

ABSTRACT

A comparative study on the pinna and stipe anatomical and micromorphological characters of *Angiopteris angustifolia* C. Presl and *A. evecta* (G. Forst.) Hoffm. [Marattiaceae] in Peninsular Malaysia has been conducted. Fresh samples were collected from Bangi, Selangor, Fraser Hill and Cameron Highland, Pahang. The objectives of the study were to determine and to identify the pinna anatomical and micromorphological characteristics that could be useful to differentiate two *Angiopteris* species. These characters could be used to construct a dichotomy key for the identification of the species. The anatomy of pinna and stipe were observed through sectioning of sliding microtome, pinna leaf clearing and pinna epidermis mechanical scrapping, and observation under light microscope using Cell B software. For micromorphological study, the techniques involved were gold coating, critical point drying and observation under electron scanning microscope using SmartSEM software. General characteristics in both species were presence of simple stele with arch-shaped in the stipe and midribs, presence of mucilage cells which was relatively dense in the cortical parenchyma cells, dichotomous areolar venation in pinna, an open and unbranched marginal venation system and the presence of branched trichomes in the midribs. The diagnostic characteristics found were pinna false vein in *A. angustifolia*, a wide circular shape of abaxial stipe surface of *A. angustifolia* whereas $\frac{3}{4}$ circular in *A. evecta*. The cuticle ornamentation on abaxial epidermal pinna in *A. angustifolia* showed sunken periclinal wall, and raised anticlinal wall, whilst raised periclinal wall and sunken anticlinal wall in *A. evecta*. As a conclusion, the anatomical and micromorphological characteristics of pinna and stipe have taxonomic value which can be used to identify and to differentiate both *Angiopteris* species studied.

Keywords: Anatomy; *Angiopteris angustifolia*; *Angiopteris evecta*; Marattiaceae; pinna

PENGENALAN

Merujuk kepada Bidin (1984), PPG I (2016) dan Latiff (2015), pteridophyta dibahagikan kepada dua kelas iaitu Lycopodiopsida (lycophytes) dan Polypodiopsida (paku pakis). Polypodiopsida pula terbahagi kepada empat subkelas iaitu Equisetidae, Ophioglossidae, Marattiidae dan Polypodiidae. Marattiidae terdiri daripada satu order dan satu famili sahaja iaitu Marattiales dan Marattiaceae (PPG I 2016). Menurut Holttum (1968), Marattiaceae mempunyai tujuh genus, manakala Smith et al. (2006) menyatakan terdapat empat genus. PPG I (2016) dan Christenhusz et al. (2011) merekodkan enam genus di dalam famili ini iaitu; *Angiopteris* Hoffm., *Christensenia* Maxon, *Danaea* Sm., *Eupodium* J.Sm., *Marattia* Sw. dan *Ptisana* Murdock. Bilangan spesies Marattiaceae sering berubah mengikut sistem pengelasan yang berbeza. He dan Christenhusz (2013) menyatakan Marattiaceae mempunyai 100 spesies sementara PPG I (2016) menganggarkan 111, Christenhusz et al. (2017) pula menyatakan terdapat 135 spesies dalam famili ini.

Marattiaceae merupakan paku pakis purba yang mana fosilnya telah ditemui sejak zaman Paleozoik (Carboniferous) iaitu 360 juta tahun lalu (Hill & Camus 1986; Holttum 1968). Marattiaceae juga dikenali sebagai paku pakis gergasi (Christenhusz et al. 2017) dan hanya tiga genus daripada famili ini terdapat di Semenanjung Malaysia iaitu *Angiopteris* (Holttum 1968; Noraini et al. 2008), *Christensenia* (Holttum 1968) dan juga *Marattia* (Maideen et al. 2002). Menurut Blomquist (1922), Marattiaceae merupakan famili paku pakis yang mempunyai ciri anatomi yang amat kompleks dan kebanyakan kajian anatomi bagi Marattiaceae juga tidak lengkap. Sehingga kini hanya dua spesies *Angiopteris* yang direkodkan terdapat di Semenanjung Malaysia iaitu *A. angustifolia* dan *A. evecta* (Holttum 1968; Noraini et al. 2008).

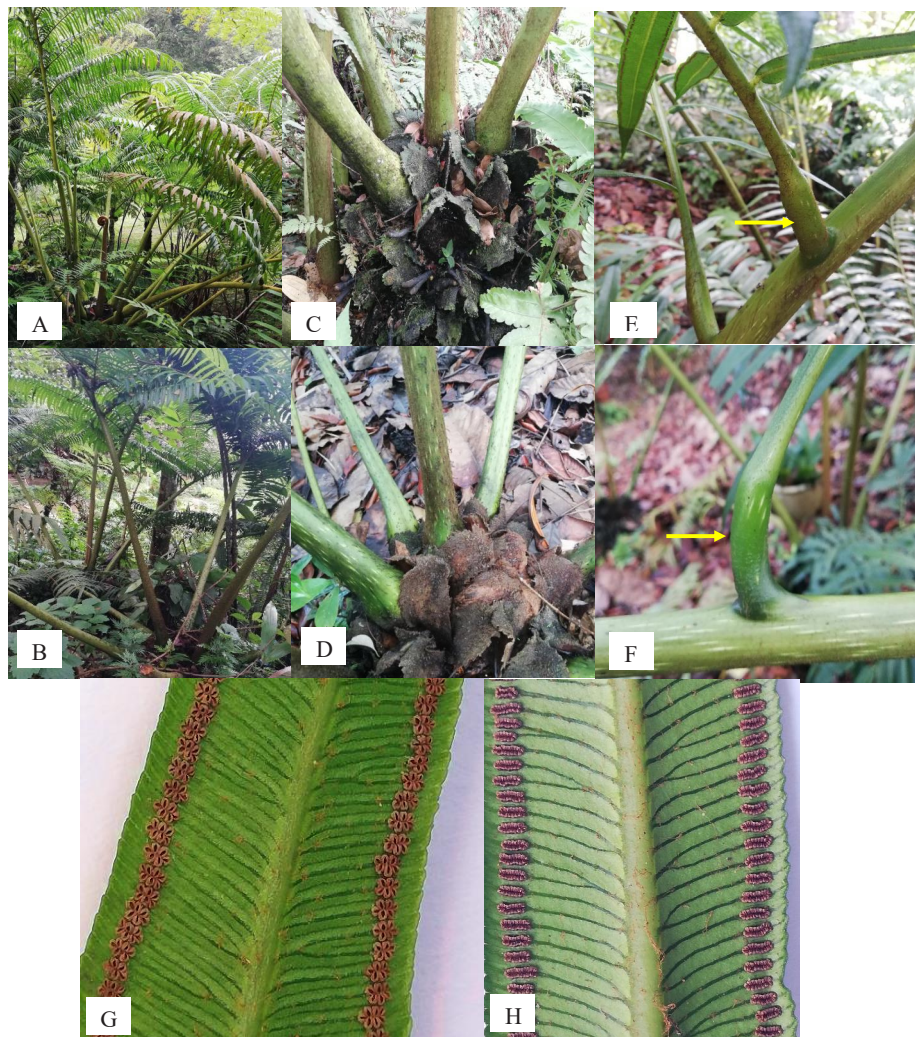
Angiopteris merupakan paku pakis yang unik kerana pokoknya bersaiz amat besar berbanding genus lain serta mempunyai spora berbentuk trilet yang terkandung dalam sporangium. Sporangiumnya pula bercantum di antara satu sama lain dan dikenali sebagai sinangium. *Angiopteris* juga dikenali dengan nama tempatan paku gajah. Bukti fosil yang ditemui menunjukkan ia merupakan tumbuhan primitif (Holttum 1968; van Konijnenburg-van Cittert 1975). Jumlah spesies bagi genus ini adalah berbeza-beza. Merujuk kepada Hill dan Camus (1986) dan Murdock (2008), *Angiopteris* mempunyai sebanyak 10-30 spesies sementara He dan Christenhusz (2013) menyatakan bilangan spesies *Angiopteris* adalah 30-40. PPG I (2016) dan Christenhusz et al. (2017) pula merekodkan genus ini sebanyak 30 spesies.

Marattiaceae mempunyai taburan di kawasan tropika (Murdock 2008) dan juga di kawasan iklim sederhana atau temperat (Hill & Camus 1986; Holttum 1968). Ia merupakan paku-pakis daratan dan bersaiz besar (Murdock 2008). Ia mempunyai rizom yang besar sama ada menegak atau menjalar, xilem poliarka, trikoma akar mempunyai sepat, manakala akar, batang dan daun mempunyai salur musilaj (Smith et al. 2006). Daunnya bersaiz besar dan biasanya mempunyai 1-4 pina, pangkal daun membengkak dikenali sebagai pulvinus. Sporangiumnya dikenali sebagai sinangium dan terdapat di bahagian hujung pada abaksial daun sementara sporanya berbentuk monolet atau trilet (Murdock 2008; Smith et al. 2006). Morfologi kedua spesies kajian boleh dirujuk pada Rajah 1.

Angiopteris mempunyai taburan yang meluas di kawasan Paleotropika iaitu dari Madagascar ke Kepulauan Pasifik Selatan. Genus ini dibawa masuk ke Hawaii, Jamaica dan Amerika Tengah sehingga menjadi invasif di kawasan tersebut (Murdock 2008). *Angiopteris evecta* mempunyai nilai ekonomi dan perubahan tradisi yang mana akarnya boleh digunakan untuk rawatan rambut (Mustaricuhie et al. 2016) dan rawatan menghentikan pendarahan kerana keguguran (Noraini et al. 2008).

Fronnya pula digunakan untuk rawatan ulser, sakit perut, sakit badan, batuk dan rawatan rambut (Mustaricuhie et al. 2016). Rizomnya pula dipercayai boleh digunakan untuk rawatan patah tulang dan digunakan sebagai pewangi dengan campuran minyak kelapa (Sathiyaraj et al. 2015). Krozier boleh dijadikan ulam (de Winter & Amoroso 2003) dan sporanya untuk merawat kusta dan penyakit kulit (Bidin 1985). Spesies ini juga sesuai sebagai tanaman hiasan kerana fronnya yang unik. *A. angustifolia* pula dikatakan mempunyai aktiviti sitotoksik yang mungkin berpotensi merawat kanser dan sesuai sebagai tanaman hiasan (Sitorus 2013).

Blomquist (1922) menjalankan kajian perubahan struktur vaskular *A. evecta* mengikut peringkat perkembangan sporofit. Hill dan Camus (1986) telah membuat kajian mengenai saiz stoma bagi *Angiopteris* juga direkodkan dalam kajian ini iaitu $30 - 76 \times 28 - 44 \mu\text{m}$. Seterusnya Rolleri et al. (1991) telah menjalankan kajian mengenai ciri epidermis pina *Angiopteris*, *Danea* dan *Marattia*. Kajian mendapati saiz stoma pada pina *A. angustifolia* lebih kecil daripada *A. evecta*; (*A. angustifolia* (46×28), *A. evecta* (84×32)). Selain itu, terdapat satu atau dua bilangan cincin sel subsidiari pada *A. angustifolia* manakala *A. evecta* mempunyai satu sahaja. Stoma bagi *A. angustifolia* adalah siklositik manakala pada *A. evecta* adalah siklositik, tetrasitik, staurositik dan anisositik. Jenis trikoma *A. angustifolia* pula adalah jenis sisik



RAJAH 1. Ciri morfologi *Angiopteris angustifolia* dan *A. evecta*.: (a - b) habitat dan fron, (c - d) rizom yang besar, (e - f) pulvinus pada pangkal petiol dan bintil lentisel (anak panah), dan (g - h) sporangium di bahagian tepi pada permukaan abaksial epidermis pina dan peraturan palsu

sementara *A. evecta* berlungan. Anatomi *A. evecta* turut mempunyai corak peraturan dikotom dan terbuka. Pina mempunyai ciri hipostomatik iaitu stoma hanya hadir pada permukaan abaksial sahaja. Stoma biasanya ampisiklik dan mempunyai empat hingga enam sel subsidiari. Kedua-dua epidermis adaksial dan abaksial mempunyai dinding antiklin sinuos dan tersusun secara tidak sekata (Srivastava 2008).

Kajian ciri morfologi paku pakis terpilih pula telah dijalankan oleh Rosalin (2014). Walau bagaimanapun, ciri-ciri morfologi fron, pina dan sporangium *A. evecta*

yang dihuraikan dalam kajian tersebut merupakan ciri morfologi yang sebenarnya terdapat pada *A. angustifolia* di Semenanjung Malaysia. Hal ini merupakan salah satu contoh yang mana spesies daripada genus *Angiopteris* sering disalah anggap sebagai *A. evecta*.

Menurut Holttum (1968), kesemua spesies dalam genus ini mempunyai ciri umum yang sangat serupa. Holttum (1968), Hill dan Camus (1986) dan juga Srivastava (2008) menyatakan terdapat ahli taksonomi yang meletakkan kesemua spesies dalam genus ini sebagai *A. evecta*. Kesukaran penecaman bagi kedua-

dua spesies ini disebabkan oleh morfologinya yang hampir sama dan perbezaan bagi keduanya memerlukan kajian komprehensif. Sehingga kini, kajian anatomi dan mikromorfologi daun yang komprehensif bagi kedua-dua spesies ini masih lagi dangkal. Kajian perbandingan ciri anatomi dan mikromorfologi daun boleh digunakan bagi membantu dalam proses pengelasan dan pengecaman pada peringkat spesies dan genus (Metcalf & Chalk 1983; Noraini et al. 2019). Senarai lengkap ciri anatomi dan mikromorfologi yang diperoleh tersebut dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah perbezaan dan pengecaman kedua-dua spesies *A. angustifolia* dan *A. evecta*. Kajian perbandingan ciri anatomi dan mikromorfologi pina ini dijalankan bagi melihat kesignifikanan ciri anatomi dan mikromorfologi pina kedua-dua spesies dan membina kekunci pengecaman spesies *A. angustifolia* dan *A. evecta* dengan menggunakan ciri anatomi dan mikromorfologi yang diperoleh.

BAHAN DAN KAEDAH

Kajian dijalankan ke atas enam sampel yang terdiri daripada tiga sampel *A. angustifolia* dan tiga sampel *A. evecta*. Senarai sampel kajian boleh dirujuk pada Jadual 1. Spesimen ditetapkan pada larutan AA pada nisbah 3:1 (70% alkohol: 30% asid asetik). Kaedah yang digunakan dalam kajian anatomi ialah kaedah hirisan dengan mikrotom gelongsor, siatan epidermis dan penjernihan serta cerapan di bawah mikroskop cahaya menggunakan perisian Cell B. Keratan dilakukan pada bahagian lamina, tulang daun dan petiol dan diwarnakan dengan Safranin dan Alcian Green. Kajian mikromorfologi pula melibatkan teknik saduran emas, titik pengeringan kritikal dan cerapan di bawah mikroskop imbasan elektron menggunakan perisian SmartSEM. Kaedah kajian anatomi adalah mengikut kaedah Johansen (1940) dan Sass (1958) yang diubah suai pada bahan medium sokongan untuk keratan spesimen daripada karot ditukar kepada polisterin. Kajian dan huraian ciri mikromorfologi pula adalah mengikut Barthlott (1990) dan Barthlott et al. (1998).

JADUAL 1. Senarai dan maklumat spesies kajian

Nama spesies	Kod spesimen	Tarikh kutipan dan nama pengumpul	Lokaliti
<i>A. evecta</i>	AE-1	8 Julai 2019; Siti Nor Azah Ayob dan Mohamad Ruzi Abdul Rahman	Taman Paku Pakis, UKM Bangi, Selangor
	AE-2	9 September 2019; Siti Nor Azah Ayob dan Mohamad Ruzi Abdul Rahman	Parit Fall, Tanah Tinggi Cameron, Pahang
	AE-3	20 Julai 2019; Siti Nor Azah Ayob dan Mohamad Ruzi Abdul Rahman	Trail Bishop, Bukit Fraser
<i>A. angustifolia</i>	AA-1	8 Julai 2019; Siti Nor Azah Ayob dan Mohamad Ruzi Abdul Rahman	Taman Paku Pakis, UKM Bangi, Selangor
	AA-2	20 Julai 2019; Siti Nor Azah Ayob dan Mohamad Ruzi Abdul Rahman	Parit Fall, Tanah Tinggi Cameron, Pahang
	AA-3	20 Julai 2019; Siti Nor Azah Ayob dan Mohamad Ruzi Abdul Rahman	Habu, Tanah Tinggi Cameron, Pahang

HASIL KAJIAN

Hasil kajian menunjukkan terdapat sepuluh ciri umum anatomi dan mikromorfologi pina bagi kedua-dua spesies *Angiopteris*. Ciri umum ini merupakan ciri sepunya yang dikongsi bersama dalam genus *Angiopteris*. Hasil

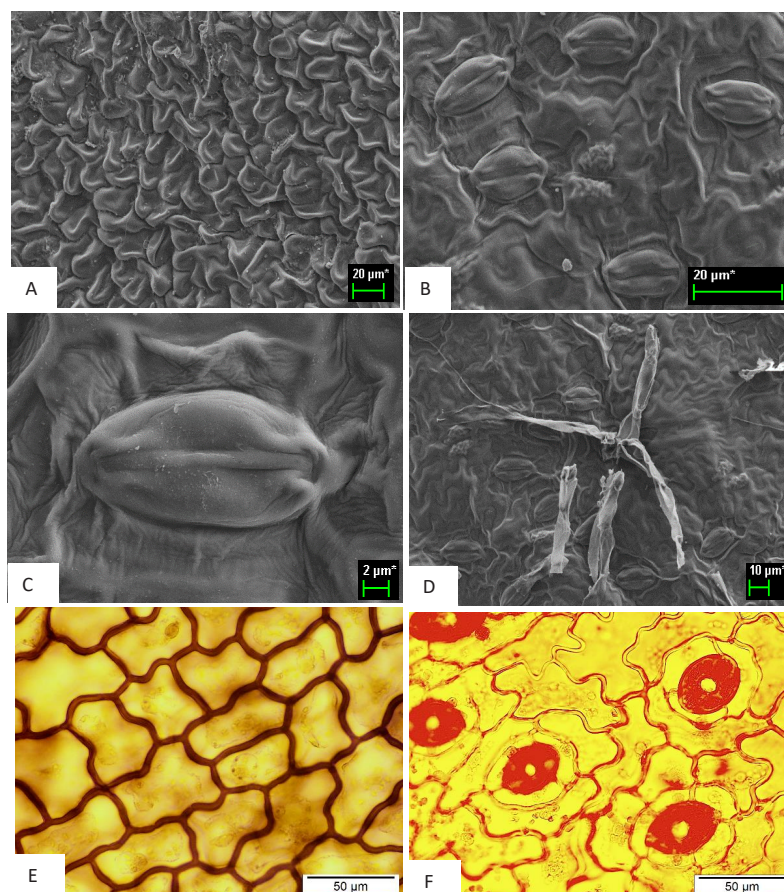
pemerhatian di bawah mikroskop cahaya menunjukkan kedua-dua spesies kajian mempunyai corak dinding antiklin epidermis adaksial melengkung kepada berombak (Rajah 2(e) - 2(f)). Kehadiran lilin yang berfungsi sebagai lapisan pelindung pada permukaan epidermis

daun merupakan salah satu ciri mikromorfologi yang mempunyai nilai taksonomi yang tinggi dalam kajian sistematik tumbuhan (Barthlott et al. 1998; Mohd. Norfaizal 2019; Noraini & Cutler 2009). Cerapan di bawah mikroskop imbasan elektron pada permukaan epidermis adaksial dan abaksial mendapati kedua-dua spesies kajian mempunyai corak ukiran kutikel yang jelas serta kehadiran lapisan lilin filem dan bintil (Rajah 2(a) - 2(d)). Jenis lilin filem merujuk kepada lapisan lilin yang rata dan agak licin manakala jenis lilin bintil bermaksud berbutir, berbiji atau bergranul. Jenis lilin ini merupakan ciri sepunya yang dapat menyokong pengelasan genus *Angiopteris* (Maratteaceae).

Huraian ciri anatomi dan mikromorfologi pina dalam kajian ini menunjukkan *A. angustifolia* dan *A. evecta* mempunyai stoma jenis hipostomatik iaitu hadir pada permukaan epidermis abaksial sahaja (Rajah 2(b) dan Rajah 2(f)). Hasil kajian ini menyokong kajian yang dibuat oleh Rolleri et al. (1991) dan Srivastava (2008). Cerapan ke atas struktur stoma di bawah mikroskop imbasan elektron mendapati kedua-dua spesies kajian mempunyai taburan stoma secara rawak. Kedua-dua spesies mempunyai bentuk pasangan sel pengawal elips, struktur bingkai dan birai

stoma yang jelas dan timbul. Stoma superfisial dengan sel subsidiari jelas dan tidak merangkum stoma (Rajah 2(b) dan Rajah 2(c)).

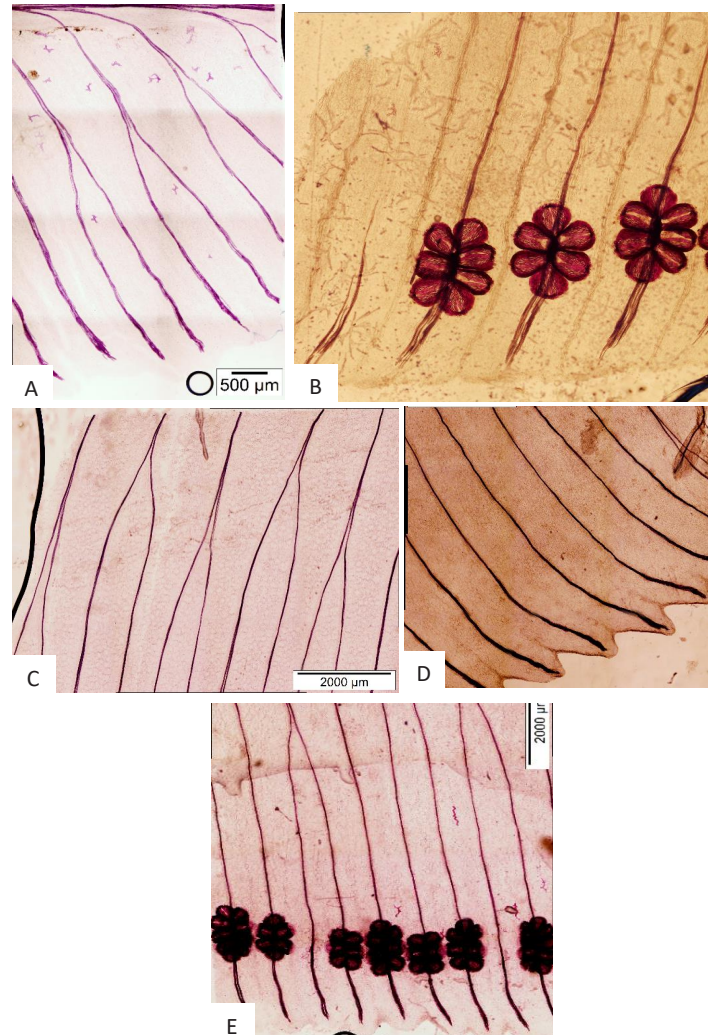
Pemerhatian di bawah mikroskop imbasan elektron ke atas kedua-dua spesies mendapati trikom hadir pada epidermis abaksial pina. Hasil pemerhatian di bawah mikroskop cahaya pula menunjukkan trikom berlengan hadir pada permukaan epidermis abaksial tulang pina *A. angustifolia* dan *A. evecta* (Rajah 2(d)). Hasil kajian mendapati sel epidermis tulang pina *A. angustifolia* dan *A. evecta* terdiri daripada satu lapisan sel dengan setiap sel mempunyai nisbah tinggi kepada lebar 1:1-1:2. Kedua-dua spesies kajian ini juga mempunyai bilangan lapisan sel kolenkima yang sama pada stip dan juga pada tulang pina. Pada bahagian stip, bilangan lapisan sel kolenkima adalah sebanyak 3 - 5 lapisan di bawah lapisan epidermis. Pada bahagian tulang pina pula terdapat 2 - 3 lapisan sel kolenkima di bawah permukaan epidermis adaksial dan abaksial. Kehadiran sel kolenkima (sel hipodermis) turut dicerap di bawah lapisan sel epidermis adaksial pada pina. Hasil kajian turut merekodkan kehadiran sel kolenkima di bawah lapisan sel kolenkima adaksial pada tulang pina dan pina kedua-dua spesies kajian.



RAJAH 2. Ciri mikromorfologi epidermis pina *Angiopteris angustifolia*: (a) Lapisan lilin dan bintil pada permukaan epidermis adaksial dan hiasan kutikel pada permukaan epidermis adaksial, (b) Lapisan lilin dan bintil pada permukaan epidermis abaksial dan hiasan kutikel pada permukaan epidermis abaksial, (c) Stoma superfisial pada permukaan epidermis abaksial, dan (d) Trikom lengan-3 pada permukaan epidermis abaksial. Ciri anatomi epidermis pina *Angiopteris evecta*: (e) Corak dinding antiklin permukaan epidermis adaksial, dan (f) Corak dinding antiklin permukaan epidermis abaksial, stoma anisositik, tetrasitik dan siklostitik

Corak peruratan daun pada paku-pakis adalah penting dan telah digunakan bagi pengelasan spesies, genus dan famili (Maideen et al. 2013; Noraini et al. 2012; Wagner 1979). Holttum (1965) dan Srivastava

(2008) menyatakan *A. evecta* mempunyai peruratan pina jenis dikotom. Hasil kajian menyokong kenyataan yang *A. evecta* dan *A. angustifolia* mempunyai corak peruratan tengah dikotom serta peruratan tepi terbuka dan tidak bercabang (Rajah 3(a) - 3(e)).



RAJAH 3. Ciri anatomi peruratan pina *Angiopteris angustifolia*: (a) Peruratan tengah pina dikotom, peruratan tepi pina jenis tidak lengkap, hujung bebas dan tidak bercabang, tidak menyentuh tepi pina dan (b) Peruratan palsu jelas pada pina fertil. Ciri anatomi peruratan pina *Angiopteris evecta*: (c) Peruratan tengah pina jenis dikotom, (d) Peruratan tepi pina jenis tidak lengkap, hujung bebas dan tidak bercabang, menyentuh tepi pina, dan (e) Peruratan palsu tidak jelas pada pina fertil

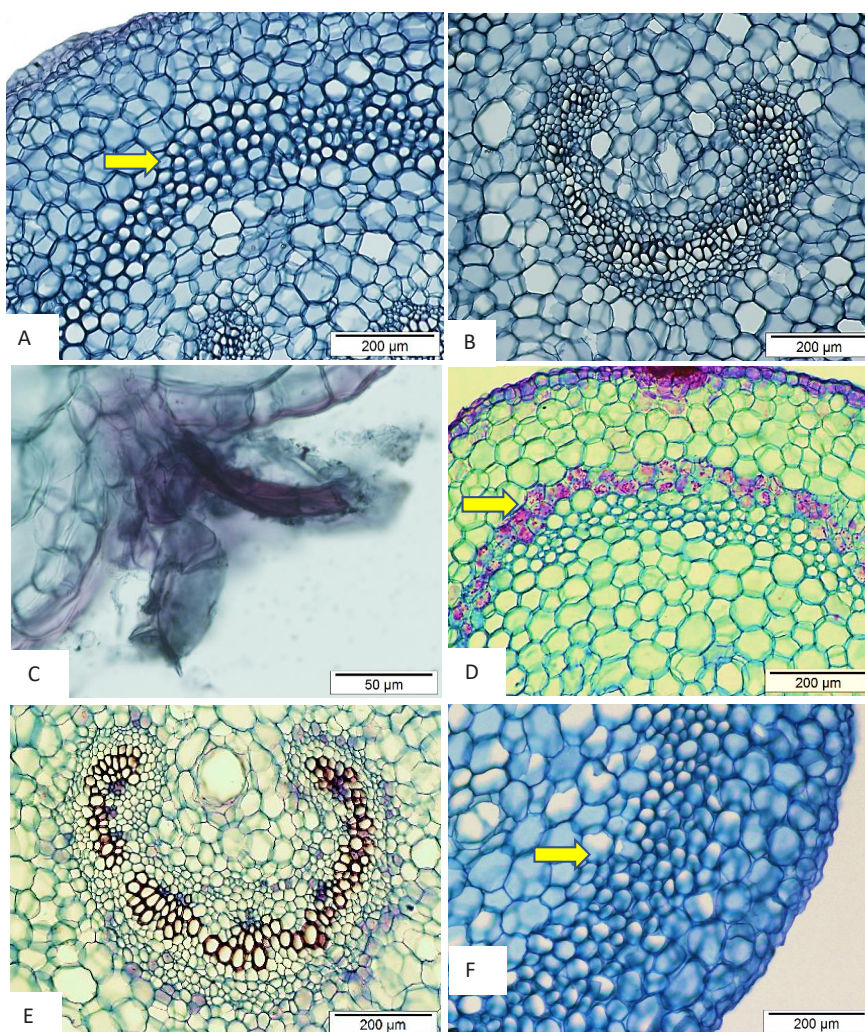
Menurut Ogura (1972), stel adalah organ pengangkutan atau sistem vaskular bagi pteridofit. Beliau juga telah mengenal pasti sepuluh bentuk utama stel pada paku-pakis. Noraini et al. (2015) dan Ogura (1972)

turut membahagikan bentuk stel kepada stel ringkas dan stel kompleks yang mana stel ringkas merujuk kepada kehadiran satu berkas vaskular sahaja manakala stel kompleks merujuk kepada kehadiran lebih daripada satu

berkas vaskular. Hasil kajian ini merekodkan stel pada petiol, stip dan tulang pina kedua-dua spesies *Angiopteris* yang dikaji merupakan stel ringkas, berbentuk arka dengan hujung stel melengkung ke dalam (Rajah 4(b)). Hasil kajian ini membuktikan bahawa ciri anatomi berkas vaskular boleh digunakan untuk pengecaman genus kajian.

Sel musilaj merupakan sel perembes yang penting pada paku pakis sebagai salah satu sistem pertahanan

mekanik dan menyokong tumbuhan daripada kehilangan air bagi memastikan tumbuhan kekal hidrat (Noraini et al. 2019). Kehadiran salur musilaj pada akar, batang dan daun juga merupakan ciri utama bagi famili Marattiaceae (Murdock 2008; Ogura 1972; Smith et al. 2006). Sel musilaj yang hadir secara agak padat pada sel parenkima korteks terutama kawasan berdekatan stel pada petiol (Rajah 4(e)), stip dan tulang pina.



RAJAH 4. Ciri anatomi petiol *Angiopteris angustifolia*: (a) Lapisan parenkima menebal (anak panah), (b) Stel, dan (c) Trikom ringkas multisel. Ciri anatomi petiol *Angiopteris evecta*: (d) Bintil kanji (anak panah), (e) Stel dan (f) Lapisan parenkima menebal (anak panah)

Hasil kajian menunjukkan bentuk luaran stip *A. angustifolia* dan *A. evecta* merupakan ciri umum yang mana kedua-duanya mempunyai permukaan adaksial

cembung serta terdapat lekuk di kiri dan kanan kawasan penyambungan permukaan adaksial dan permukaan abaksial (Jadual 2). Bagi bentuk luaran tulang pina pula,

hasil kajian menunjukkan kedua-dua spesies kajian ini mempunyai permukaan adaksial cembung berbonggol dan permukaan abaksial berbentuk arka. Selain daripada bentuk luaran stip dan tulang pina, bentuk luaran tepi pina juga menunjukkan persamaan antara kedua-dua spesies kajian iaitu bentuk luaran tepi pina menirus dengan saiz mengecil menuju hujung tepi pina dan melengkung 90°

ke arah permukaan epidermis abaksial (Jadual 3). Bentuk luaran stip dan tulang pina sering digunakan dalam kajian sistematik tumbuhan namun bentuk luaran tepi pina agak jarang digunakan. Kajian ini membuktikan ketiga-tiga ciri ini adalah signifikan dan mempunyai nilai taksonomi yang tinggi pada peringkat genus.

JADUAL 2. Bentuk luaran stip *A. angustifolia* dan *A. evecta* berserta huraian dan ilustrasi

Bentuk	Huraian bentuk	Ilustrasi dan spesies
Bentuk 1	Adaksial: cembung	<i>A. angustifolia</i>
	Abaksial: permukaan berbentuk bulatan lebar, terdapat lekuk di kiri dan kanan kawasan penyambungan adaksial dan permukaan abaksial	
Bentuk 2	Adaksial: cembung	<i>A. evecta</i>
	Abaksial: permukaan berbentuk $\frac{3}{4}$ bulatan, terdapat lekuk di kiri dan kanan kawasan penyambungan adaksial dan permukaan abaksial	

JADUAL 3. Bentuk luaran tepi pina *A. angustifolia* dan *A. evecta* beserta huraian dan ilustrasi

Bentuk	Huraian bentuk	Ilustrasi dan spesies
Bentuk 1	Menirus-hujung tumpul, saiz mengecil menuju hujung tepi pina, melengkung 90° ke arah epidermis abaksial	<i>A. angustifolia</i>
Bentuk 2	Menirus-hujung membulat, saiz mengecil menuju hujung tepi pina, melengkung 90° ke arah epidermis abaksial	<i>A. evecta</i>

Pemerhatian di bawah mikroskop imbasan elektron menunjukkan hiasan kutikel pada permukaan epidermis adaksial dan abaksial *A. angustifolia* mempunyai Corak 1 dan Corak 3 manakala *A. evecta* mempunyai Corak 2 dan Corak 4 (Jadual 4). Corak hiasan kutikel jelas membezakan dua spesies kajian. Hasil pemerhatian corak dinding antiklin epidermis abaksial di bawah mikroskop cahaya

bagi *A. angustifolia* menunjukkan ia mempunyai dinding antiklin lurus, melengkung kepada berombak manakala *A. evecta* pula mempunyai dinding antiklin lurus, melengkung kepada berombak dan berombak kepada sinuat. Bentuk sinuat pada epidermis abaksial *A. evecta* turut ditemui dalam kajian Rolleri et al. (1991) dan Srivastava (2008), yang mana terdapat pada *A. angustifolia*.

JADUAL 4. Corak hiasan kutikel pada permukaan epidermis adaksial dan abaksial *A. angustifolia* dan *A. evecta*

Corak	Huraian corak hiasan kutikel
Corak 1	Dinding periklin tenggelam membentuk lopak yang lebar, dinding antiklin timbul membentuk rabung nipis pada epidermis adaksial
Corak 2	Dinding antiklin tenggelam, dinding periklin timbul membentuk bonjolan kubah pada epidermis adaksial
Corak 3	Dinding periklin tenggelam membentuk lopak yang lebar, dinding antiklin timbul membentuk rabung pada epidermis abaksial
Corak 4	Dinding periklin timbul, dinding antiklin tenggelam sedikit pada epidermis abaksial

PERBINCANGAN

Hasil kajian menunjukkan terdapat tujuh perbezaan utama ciri anatomi dan mikromorfologi pina bagi kedua-dua spesies *Angiopteris* yang merupakan ciri diagnostik yang boleh digunakan untuk pembezaan spesies. Holttum (1968) menyatakan terdapat peruratan palsu antara peruratan sebenar pada *A. angustifolia* bermula dari bahagian tepi hingga tengah pina manakala peruratan palsu tidak hadir pada *A. evecta*. Hasil kajian membuktikan peruratan palsu tersebut hadir pada peruratan pina *A. angustifolia* tetapi tidak hadir pada peruratan pina *A. evecta*. Peruratan tepi pina *A. angustifolia* tidak menyentuh bahagian tepi pina tetapi pada *A. evecta* peruratan tepi menyentuh sehingga ke tepi pina. Ciri peruratan pina ini merupakan ciri utama dan unik dalam perbandingan kedua-dua spesies *A. angustifolia* dan *A. evecta*.

Bagi bentuk luaran stip, *A. angustifolia* mempunyai Bentuk 1 manakala Bentuk 2 diperhatikan pada *A. evecta* (Jadual 2). Ciri bentuk luaran stip ini juga sangat sesuai untuk membezakan kedua spesies ini kerana ciri ini kurang dipengaruhi faktor persekitaran (Maideen et al. 2018, 2013; Noraini et al. 2012; Ogura 1972). Hasil kajian merekodkan bentuk luaran tepi pina *A. angustifolia* adalah seperti Bentuk 1 sementara *A. evecta* mempunyai Bentuk 2 (Jadual 3). Perbezaan bentuk luaran ini membuktikan nilai taksonomi pada ciri anatomi tersebut yang boleh digunakan bagi perbandingan dan pengecaman spesies seperti *Angiopteris*.

Hasil kajian menunjukkan *A. angustifolia* mempunyai stoma tetrasitik dan staurositik manakala *A. evecta* mempunyai stoma anisositik, tetrasitik dan staurositik. Stoma anisositik ialah stoma yang dikelilingi oleh tiga sel subsidiari, stoma tetrasitik pula adalah struktur stoma yang dikelilingi oleh empat sel subsidiari manakala stoma staurositik ialah stoma yang dikelilingi oleh 5-10 sel subsidiari (Noraini et al. 2019). Indeks stoma menunjukkan *A. evecta* mempunyai kepadatan stoma yang lebih tinggi iaitu 15% berbanding *A. angustifolia* iaitu 13%. Perbezaan jenis stoma dan bilangan sel subsidiari ini menyokong kenyataan oleh Noraini et al. (2019) bahawa stoma dan sel subsidiari merupakan ciri penting dalam perbandingan dan pengecaman spesies dan genus tumbuhan.

Pemerhatian di bawah mikroskop imbasan elektron mendapati *A. angustifolia* mempunyai trikom berbilang-3 pada peruratan pina epidermis abaksial sahaja. Pada *A. evecta* pula kehadiran trikom berbilang-3 dengan dinding beralur hadir agak padat pada peruratan pina epidermis adaksial manakala pada permukaan epidermis abaksial trikom ringkas multisel hadir tetapi sangat kurang padat. Hasil pemerhatian di bawah mikroskop cahaya menunjukkan trikom berbilang hadir pada bahagian stip *A. angustifolia* sementara trikom ringkas, multisel hadir pada bahagian stip *A. evecta*. Pada bahagian pina pula, kehadiran trikom peltat telah direkodkan pada epidermis abaksial pina *A. evecta* manakala pada *A. angustifolia* kehadiran trikom tidak direkodkan.

Kehadiran hablur dan bintil kanji merupakan ciri tambahan yang membantu dalam taksonomi tumbuhan. Hasil kajian merekodkan bintil kanji hanya hadir pada tisu

kolenkima adaksial bahagian stip *A. evecta*. Ringkasan bagi setiap ciri anatomi dan mikromorfologi pina untuk membezakan kedua-dua spesies ditunjukkan dalam Jadual 5.

JADUAL 5. Ciri anatomi dan mikromorfologi pina yang membezakan *A. angustifolia* dan *A. evecta*

Ciri anatomi dan mikromorfologi	<i>A. angustifolia</i>	<i>A. evecta</i>
Corak peruratan pina	Peruratan palsu hadir antara peruratan pina Peruratan tepi tidak menyentuh tepi pina	Peruratan palsu tidak hadir Peruratan tepi menyentuh tepi pina
Bentuk luaran stip permukaan abaksial	Bentuk bulatan lebar	Bentuk $\frac{3}{4}$ bulatan
Bentuk luaran tepi pina	Hujung tumpul	Hujung membulat
Jenis stoma	Tetrasitik, staurositik	Anisositik, tetrasitik, staurositik
Indeks kepadatan stoma	13%	15%
Anatomi corak dinding antiklin pada sel epidermis abaksial pina	Lurus, melengkung ke berombak	Lurus, melengkung ke berombak dan berombak ke sinuat.
Mikromorfologi corak hiasan kutikel epidermis adaksial pada pina	Dinding periklin tenggelam membentuk lopak yang lebar, dinding antiklin timbul membentuk rabung nipis	Dinding antiklin tenggelam, dinding periklin timbul membentuk bongolan kubah
Mikromorfologi corak hiasan kutikel epidermis abaksial pada pina	Dinding periklin tenggelam membentuk lopak yang lebar dan dinding antiklin timbul membentuk rabung	Dinding periklin timbul dan dinding antiklin tenggelam
Mikromorfologi kehadiran trikom	Trikom berlengan-3 hadir pada peruratan pina abaksial sahaja	Trikom berlengan-3 (dinding beralur) hadir pada peruratan pina, trikom ringkas multisel hadir pada permukaan epidermis abaksial
Anatomi kehadiran trikom	Trikom tidak hadir pada epidermis abaksial pina, trikom berlengan hadir pada stip	Trikom peltat hadir pada epidermis abaksial pina, trikom ringkas, multisel hadir pada stip
Kehadiran bintil kanji pada stip	Tidak hadir	Bintil kanji hadir pada tisu kolenkima adaksial

KEKUNCI DIKOTOMI PENGECEMAN SPESIES KAJIAN

Berdasarkan gabungan ciri anatomi dan mikromorfologi di bawah cerapan mikroskop cahaya dan mikroskop imbasan elektron, kekunci dikotomi pengecaman spesies yang dikaji telah dibina.

Peruratan palsu pada pina fertil, peruratan tepi tidak menyentuh tepi pina, bentuk luaran stip permukaan abaksial berbentuk bulatan lebar, bentuk luaran tepi pina hujung tumpul. Hiasan kutikel epidermis adaksial dinding antiklin timbul dan dinding periklin tenggelam, epidermis abaksial dinding periklin tenggelam membentuk lopak;

dinding antiklin timbul membentuk rabung, trikome berbilang-3 hadir pada peruratan pina abaksial. Stoma tetrasitik dan staurositik, indeks kepadatan stoma 13%, corak dinding antiklin pada sel epidermis abaksial pina lurus dan melengkung ke berombak, trikome berbilang hadir pada stip, bintil kanji tidak hadir pada stip *Angiopteris angustifolia*.

Peruratan palsu tidak hadir pada pina fertil, peruratan tepi menyentuh tepi pina, bentuk luaran stip permukaan abaksial berbentuk $\frac{3}{4}$ bulatan, bentuk luaran tepi pina hujung membulat. Hiasan kutikel epidermis adaksial mempunyai dinding antiklin tenggelam dan dinding periklin timbul, epidermis abaksial mempunyai dinding periklin timbul dan dinding antiklin tenggelam, trikome berbilang-3 hadir pada peruratan pina adaksial, trikome ringkas multisel hadir pada permukaan epidermis abaksial. Stoma anisositik, tetrasitik, staurositik, indeks kepadatan stoma 15%, corak dinding antiklin pada sel epidermis abaksial pina lurus, melengkung ke berombak dan berombak ke sinuat, trikome peltat hadir pada epidermis abaksial pina, trikome ringkas, multisel hadir pada stip, bintil kanji pada tisu kolenkima adaksial *A. evecta*.

KESIMPULAN

Kajian perbandingan ciri anatomi dan mikromorfologi pina *A. angustifolia* dan *A. evecta* di Semenanjung Malaysia ini merupakan kajian yang penting untuk membantu penecaman dan pembezaan kedua-dua spesies kajian terutama sekali bagi spesimen steril dan tiada maklumat lapangan. Selain itu, kajian ini juga sangat jelas dapat memberi penambahan data maklumat ciri anatomi dan mikromorfologi daun dan juga amat berguna sebagai ciri tambahan untuk pengelasan bagi genus *Angiopteris* yang terdapat di Semenanjung Malaysia.

PENGHARGAAN

Penyelidikan ini telah dibiayai oleh geran penyelidikan FRGS/1/2019/STG03/UKM/02/3 dan GUP-2017-035.

RUJUKAN

- Barthlott, W. 1990. Scanning electron microscopy of the epidermal surface in plants. *Scanning Electron Microscopy in Taxonomy and Functional Morphology* 41: 69-94.
- Barthlott, W., Nienhus, C., Cutler, D., Ditsch, F., Meusel, I. & Wilhelm, H. 1998. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. *Botanical Journal of Linnean Society* 126: 237-260.
- Bidin, A. 1985. *Paku-pakis Ubatan di Semenanjung Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Bidin, A. 1984. The importance of leaf in the genus *Adiantum* L. *Sains Malaysiana* 13(3): 279-289.
- Blomquist, H.L. 1922. Vascular anatomy of *Angiopteris evecta*. *Botanical Gazette* 73: 181-199.
- Christenhusz, M.J.M., Fay, M.F. & Chase, M.W. 2017. *Plants of the World: An Illustrated Encyclopedia of Vascular Plants*. Chicago: University of Chicago Press.
- Christenhusz, M.J.M., Zhang, X.C. & Schneider, H. 2011. A linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa* 19: 7-54.
- de Winter, W.P. & Amoroso, V.B. 2003. *Plant Resources of South-East Asia 15(2) Cryptogams: Ferns and Fern Allies*. Leiden: Backhuys Publishers.
- He, Z.R. & Christenhusz, M.J.M. 2013. *Marattiaceae*. <http://flora.huh.harvard.edu/china/mss/volume13/index.htm>.
- Hill, C.R. & Camus, J.M. 1986. Evolutionary cladistics of marattialean ferns. *Bulletin of the British Natural History Museum* 14: 219-300.
- Holtum, R.E. 1968. A Revised Flora of Malaya, Vol. II: Ferns of Malaya. *American Fern Journal* 60: 38-39.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Latiff, A. 2015. *Cyathea arjae* Latiff (Cyatheaceae). A new species of dwarf tree fern from Sayap, Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. *Sains Malaysiana* 44(1): 57-66.
- Maideen, H., Arbawi, Y.A.M., Khaduwi, N.M. & Kamil, N.N.N.M. 2018. A systematic study on the genus *Cibotium* Kaulf. of Peninsular Malaysia. *Malaysian Applied Biology* 47(3): 79-84.
- Maideen, H., Hazwani, A.N., Nurfarahain, Z., Damanhuri, A., Noraini, T., Rusea, G., Qistina, L. & Masnoryante, M. 2013. Systematic significance of stipe anatomy of *Selaginella* (Selaginellaceae) in Peninsular Malaysia. *Sains Malaysiana* 42 (5): 693-696.
- Maideen, H., Jaman, R., Haji-Mohamed, A.M., Zulkapli, I. & Latiff, A. 2002. The genus *Marattia* (Marattiaceae) in Malaysia. *Malaysian Journal of Science* 21: 31-35.
- Metcalfe, C.R. & Chalk, L. 1983. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press.
- Mohd Norfaizal, G., Noraini, T., Latiff, A., Mohd Shukri, M.A., Ahmad Zaki, Z. & Nurshahidah, M.R. 2019. Morfologi debunga lima genus terpilih *Sapindaceae* di Semenanjung Malaysia. *Sains Malaysiana* 48(3): 487-496.
- Murdock, A.G. 2008. A taxonomic revision of the eusporangiate fern family Marattiaceae, with description of a new genus *Ptisana*. *Taxon* 57(3): 737-755.
- Mustarichie, R., Indriyati, W., Mukmin, A. & Ramdhani, D. 2016. Activity of *Angiopteris evecta* for baldness treatment. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 8(5): 821-830.
- 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.
- Noraini, T., Mohamad Ruzi, A.R. & Muhammad Amirul Aiman, A.J. 2019. *Anatomi dan Mikroskopik Tumbuhan*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.

- Noraini, T., Amirul-Aiman, A.J., Jaman, R., Nor-Fairuz, A.R.N. & Maideen, K.M. 2015. Systematic significance of stipe anatomy in Peninsular Malaysia *Blechnum* I. (Blechnaceae) species. *Malaysian Applied Biology* 43(2): 119-128.
- Noraini, T., Ruzi, A.R., Nadiyah, N., Nisa, R.N., Maideen, H. & Solihani, S.N. 2012. Ciri anatomi stip bagi beberapa spesies *Davallia* (Davalliaceae) di Malaysia. *Sains Malaysiana* 41(1): 53-62.
- Noraini, T., Ruzi, A.R., Razali, J. & Latiff, A. 2008. *Ferns and Fern-allies of Taman Paku Pakis Universiti Kebangsaan Malaysia*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Ogura, Y. 1972. *Comparative Anatomy of the Vegetative Organs of the Pteridophytes*. Berlin: Gebruder Borntraeger.
- PPG I. 2016. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution* 54(6): 563-603.
- Rolleri, C.H. 1993. Revision of the genus *Christensenia*. *American Fern Journal* 83(1): 3-19.
- Rolleri, C., Deferrari, A. & Lavalle, M.C. 1991. Epidermal morphology of the pinnae of *Angiopteris*, *Danaea* and *Marattia*. *American Fern Journal* 81(2): 44-62.
- Rosalin, I. 2014. Keanekaragaman morfologi dan struktur reproduksi tumbuhan paku terrestrial di Institut Pertanian Bogor-Darmaga. Institut Pertanian Bogor. M.Sc. Thesis (Tidak diterbitkan).
- Sass, J.E. 1958. *Botanical Microtechnique*. Iowa: Iowa State University Press.
- Sathiyaraj, G., Muthukumar, T. & Ravindran, K.C. 2015. Ethno-medicinal importance of fern and fern allies traditionally used by tribal people of Palani Hills (Kodaikanal), Western Ghats, South India. *Journal of Medicinal Herbs and Ethnomedicine* 1(1): 4-9.
- Sitorus, S. 2013. Uji sitotoksisitas ekstrak etanol *Angiopteris angustifolia* C. Presl terhadap kultur sel kanker payudara (MCF-7 Cell Line) secara *in-vitro*. Universitas Islam Negeri, M.Sc. Thesis (Tidak diterbitkan).
- Smith, A.R., Pryer, K.M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H. & Wolf, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3): 705-731.
- Srivastava, K. 2008. Epidermal features and petiolar anatomy of *Angiopteris evecta* (Forst.) Hoffm. (Marattiaceae: Pteridophyta). *Ethnobotanical Leaflets* 12: 139-149.
- van Konijnenburg-Van Cittert, J.H.A. 1975. *Angiopteris blackii* van Cittert nom. nov. *Review of Palaeobotany and Palynology* 20: 215.
- Wagner, W.H. 1979. Reticulate veins in the systematics of modern ferns. *Taxon* 28: 87-95.
- Noraini Talip*, Haja Maideen Kader Maideen & Mohamad Ruzi Abdul Rahman
School of Biological Sciences & Biotechnology
Faculty of Science & Technology
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan
Malaysia
- Siti Nor Azah Ayob
Jabatan Pertanian
Bahagian Biosekuriti Tumbuhan, Wisma Tani
Jalan Sultan Salahuddin
50632 Kuala Lumpur, Wilayah Persekutuan
Malaysia
- Hamidun Bunawan
Institute of Systems Biology
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan
Malaysia
- *Pengarang untuk surat-menyurat; email: ntalip@ukm.edu.my
- Diserahkan: 29 Mei 2020
Diterima: 6 Oktober 2020