

Ciri Anatomi Stip Bagi Beberapa Spesies *Davallia* (Davalliaceae) di Malaysia (Stipe Anatomical Characteristics in Some *Davallia* (Davalliaceae) Species in Malaysia)

T. NORAINI*, A.R. RUZI., N. NADIAH, R.N. NISA,
H. MAIDEEN & S.N. SOLIHANI

ABSTRAK

Kajian anatomi stip telah dijalankan ke atas tujuh spesies *Davallia*, iaitu *D. denticulata*, *D. divaricata*, *D. trichomanioides* var. *trichomanioides*, *D. trichomanioides* var. *lorrainii*, *D. corniculata*, *D. repens* dan *D. solida* var. *solida* di Malaysia. Kajian ini melibatkan keratan rentas bahagian stip menggunakan mikrotom gelongsor. Hasil kajian menunjukkan ciri anatomi stip seperti bentuk luaran stip, corak kehadiran sel sklerenkima di bawah epidermis, jenis dan bentuk stel, bilangan berkas vaskular, bilangan lapisan sel parenkima dan juga kehadiran cuping pada keratan rentas stip boleh digunakan untuk pengelasan dan pembezaan spesies. Ciri sepunya bagi genus *Davallia* ialah kehadiran sel sklerenkima mengelilingi stel dan di bawah lapisan sel epidermis, serta kehadiran sel parenkima ber dinding tebal. Banyak ciri diagnostik ditemui dalam kajian ini dan antaranya ialah kehadiran satu cuping pada keratan stip tengah ditemui hanya pada *D. trichomanioides* var. *lorrainii*, corak 4 kehadiran sel sklerenkima di bawah epidermis ditemui hanya pada *D. repens*, corak 3 hanya ditemui pada *D. solida* var. *solida*, corak 5 dan 7 hanya ditemui pada *D. corniculata*, stel jenis dorsiventral protostel bagi *D. divaricata* dan bagi *D. trichomanioides* var. *trichomanioides* pula, kehadiran stel bentuk arka pada stip atas, stip tengah dan juga bawah merupakan ciri diagnostik yang baik untuk pengelasan spesies ini. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa ciri anatomi stip mempunyai nilai taksonomi dalam genus *Davallia* dan boleh digunakan sebagai data sokongan untuk tujuan pengelasan dan pembezaan spesies.

Kata kunci: Ciri anatomi; *Davallia*; stip

ABSTRACT

A study on the stipe anatomy was undertaken on seven species of *Davallia* namely *D. denticulata*, *D. divaricata*, *D. trichomanioides* var. *trichomanioides*, *D. trichomanioides* var. *lorrainii*, *D. corniculata*, *D. repens* and *D. solida* var. *solida* to investigate variation in stipe anatomical characteristics. Method used in this study was cross sectioned using sliding microtome. Our results showed that stipe anatomical characteristics such as stipe outline, patterns of schlerenchyma cells under epidermal layers, stele types and shapes, number of vascular bundles, number of parenchyma cell layers and in the presence of wings on the adaxial side of stipe, could be used in differentiation and identification of species. Common characters in all species studied were the presence of schlerenchyma cells below the epidermal layers and also ensheathed the steles, and the presence of parenchyma cells with thick wall. Diagnostic characteristics found in this study were a single wing found on the adaxial side of middle stipe in *D. trichomanioides* var. *lorrainii*, patterns of schlerenchyma cell layers underneath epidermal cells; pattern 4 in *D. repens*, pattern 3 in *D. solida* var. *solida*, pattern 5 and 7 in *D. corniculata*, dorsiventral protostele only found in *D. divaricata*, and arch-shaped of vascular bundles in the upper, lower and middle stipe only found in *D. trichomanioides* var. *trichomanioides*. Our results showed that stipe anatomical characteristics have taxonomic value in *Davallia* and can be used as additional data for species differentiation and species identification.

Keywords: Anatomical characteristics; *Davallia*; stipe

PENGENALAN

Davalliaceae adalah famili paku pakis jenis polipod yang mempunyai saiz yang kecil hingga ke sederhana besar dan terdiri sama ada sebagai epifit, teresterial dan kadang-kala terdapat juga tumbuh di atas batu (Hellyer 1976). Sen et al. (1972) menyimpulkan bahawa genus dalam Davalliaceae ialah *Davallia*, *Humata*, *Araiostegia* dan *Davalloides*, hubungan antara sorus dan perurutan mengikut corak yang sama, tanpa ada perbezaan yang jelas antara genus. Menurut Copeland (1927, 1947) Davalliaceae terdiri

daripada genus *Araiostegia*, *Arthropteris*, *Davallia*, *Davallodes*, *Humata*, *Leucostegia*, *Nephrolepis*, *Oleandra*, *Psammiosorus*, *Tragostolon*, *Scyphularia* dan *Parasorus*. Famili Davalliaceae merupakan salah satu daripada 37 famili paku pakis di dunia dengan lebih kurang 130 spesies (Kramer 1990). Terdapat 24 spesies dalam lima genus di Malaysia (*Davallia*, *Humata*, *Araiostegia*, *Leucostegia*, *Trogostolon*, *Scyphularia* dan *Parasorus*). Di Semenanjung Malaysia pula hanya 17 takson direkodkan dalam lima genus tidak termasuk

Davalloides kerana taburan spesies ini hanya terdapat di Sabah dan Sarawak (Parris & Latiff 1997). Genus *Davallia* paling hampir dengan *Humata* dan spesies-spesiesnya dibezakan daripada *Humata* berdasarkan indusium dan sporangiumnya yang berlainan. Pada *Davallia* indusium berbentuk poket atau kantung sementara dalam *Humata* berbentuk cengkerang. *Davallia* merupakan tumbuhan epifit yang hanya berpaut pada permukaan kulit kayu pohon sahaja bagi mendapatkan sumber makanan, air dan cahaya. Terdapat juga spesies *Davallia* yang hidup secara epilitik termasuk di atas batu kapur dan jarang dijumpai di atas daratan (Bidin 1986). *Davallia* banyak dijumpai di kawasan tanah tinggi yang mempunyai altitud sekitar 300 hingga 2200 m dari aras laut (Nooteboom 1998).

Pengelasan dan pengecaman bagi spesies *Davallia* bergantung kepada ciri utama iaitu perlekatan sorus pada permukaan lamina atau tepi daun, kehadiran indusium pada sporangium, jenis sorus dan juga sisik (Bower 1928). Mengikut status pemuliharaan, spesies dalam genus *Davallia* adalah tergolong dalam spesies endemik dan lanka yang perlu dikaji sebanyak mungkin sebagai usaha untuk pemuliharaan dan juga sebagai menambah maklumat mengenai genus tersebut seperti kajian sistematik molekul oleh Tsutsumi dan Kato (2006).

Objektif utama kajian ini dijalankan ialah untuk melihat variasi dan persamaan ciri anatomi stip serta kesignifikan ciri ini pada genus *Davallia* yang boleh digunakan dalam kaedah pengecaman alternatif. Pengecaman spesies dengan menggunakan ciri anatomi amat penting kerana dapat digunakan untuk menentukan identiti botani bagi sesuatu spesies termasuk untuk produk komersil seperti bahan industri makan dan juga ubatan (Metcalf & Chalk 1950). Kajian ini juga dilakukan kerana tiada lagi kajian komprehensif anatomi ke atas stip yang pernah dijalankan ke atas mana-mana spesies daripada genus *Davallia*.

BAHAN DAN KAEDAH

Sebanyak tujuh spesies daripada empat belas spesies *Davallia* di Semenanjung Malaysia dipilih dalam kajian ini. Senarai spesimen dan tempat kutipan boleh dirujuk dalam Jadual 1. Stip daripada spesimen herbarium direbus selama 10 hingga 15 min dan kemudian ditetapkan dalam larutan penetap AA (Alkohol: Asid asetik) selama 48 jam sebelum hirisan dengan mikrotom gelongsor dapat dijalankan. Teknik hirisan, pewarnaan, penyahairan dan penyediaan slaid keratan rentas stip adalah mengikut teknik

JADUAL 1. Senarai spesies *Davallia* kajian

Spesies	Kod	Lokaliti	Tarikh	Pengumpul	Catatan
<i>D. corniculata</i>	NNR01	Gunung Berembun, Cameron Highlands, Pahang	16.08.2009	Nur Nisa Abd Rahin, Ruzi Rahman	Spesimen segar
	RJ2008	Gunung Ledang, Tangkak, Johor	16.01.2008	Razali Jaman, Ramlah Ishak, Ahmad Damanhuri	Spesimen herbarium
<i>D. denticulata</i>	NN03	Bangunan Biologi, UKM Selangor	29.10.2008	Nadiah Nasir, Ruzi Rahman	Spesimen segar
Mett.ex Kuhn	NT261	Taman Semenyih Indah, Selangor	05.01.2009	Noraini Talip	Spesimen segar
	NT243	Pulau Lanun, Mersing, Johor	20.03.2009	Noraini Talip, Ruzi Rahman	Spesimen segar
<i>D. divaricata</i>	NN07	Cameron, Pahang	20.03.2009	Nadiah Nasir, Ruzi Rahman	Spesimen segar
	NT265	Cameron, Pahang	20.03.2009	Noraini Talip, Ruzi Rahman	Spesimen segar
<i>D. repens</i>	NT465	Gunung Berembun, Cameron Highlands, Pahang	16.08.2009	Noraini Talip, Nur Nisa Abd Rahin, Ruzi Rahman	Spesimen segar
	FRI58334	Gunung Belumut, Kluang, Johor	14.08.2009	Hazwani Abd. Aziz	Spesimen herbarium
<i>D. solida</i> var. <i>solida</i>	NN03	Pantai Pasir Lanun, Mersing, Johor	20.03.2009	Nadiah Nasir, Ruzi Rahman	Spesimen segar
	AB2006	Pulau Rumbia, Bukit Larut, Perak	20.09.1983	Razali Jaman, S. Miran	Spesimen herbarium
<i>D. trichomanioides</i> var. <i>lorrainii</i>	NN04	Jeriau, Pahang	23.08.2008	Nadiah Nasir, Razali Jaman	Spesimen segar
	SN22	Cameron, Pahang	05.02.2009	Haja Maideen	Spesimen segar
<i>D. trichomanioides</i> var. <i>trichomanioides</i>	NN05	Gunung Jasa, Pahang	23.08.2008	Nadiah Nasir	Spesimen segar
	NT221	Cameron Highland, Pahang	20.03.2009	Noraini Talip, Ruzi Rahman	Spesimen segar
	NN06	Rumah Tumbuhan UKM, Selangor	29.10.2008	Nadiah Nasir, Ruzi Rahman	Spesimen segar

yang telah diubahsuai daripada kaedah yang dicadangkan oleh Johansen (1940) dan Sass (1958).

HASIL DAN PERBINCANGAN

Ciri anatomi stip amat sesuai dalam kajian sistematik kerana variasi pada stel, bentuk, kehadiran sklerenkima dan sebagainya (Ogura 1972). Keratan rentas stip dilakukan pada bahagian atas, tengah dan hujung supaya dapat dilihat variasi bentuk dan ciri berdasarkan jarak dari pina dan rizom. Stip boleh mengandungi satu atau lebih stel. Stel pula boleh berbeza dari segi bilangan, bentuk dan susunan berkas vaskular, dan perbezaan ini bergantung kepada spesies dan bahagian stip, sama ada pada bahagian atas, tengah atau bawah (Ogura 1972). Salah satu sebab stip sesuai digunakan untuk kajian sistematik anatomi ialah kerana bahagian ini selalunya kurang dipengaruhi oleh faktor-faktor persekitaran dan senang diperolehi. Keratan rentas stip menunjukkan variasi ciri anatomi yang sangat berguna dalam pengelasan dan pengecaman dalam kajian sistematik, malah amat penting dalam kajian evolusi kumpulan pteridofit (Bhambie 1988; Bondada et al. 2006; Ogura 1972; Schmid 1982; Sen et al. 1972; Tsutsumi & Kato 2006; Tsutsumi & Kato 2008).

Beberapa ciri anatomi stip seperti bentuk luaran, jenis stel, kehadiran sel sklerenkima dilihat menunjukkan variasi antara spesies. Bagi memudahkan perbincangan dan perbandingan ciri bentuk luaran stip akan dihurai berdasarkan beberapa kategori yang disediakan seperti dalam Jadual 2. Manakala variasi kehadiran lapisan sel sklerenkima pada keratan rentas stip boleh dirujuk pada Jadual 3. Hasil kajian ini menunjukkan terdapat persamaan dan perbezaan dalam ciri anatomi stip bagi spesies-spesies dalam genus *Davallia*. Ringkasan variasi dalam ciri anatomi stip boleh dirujuk pada Jadual 4 dan 5.

Ciri sepunya bagi semua spesies kajian ialah kehadiran beberapa lapisan sel sklerenkima di bawah lapisan sel epidermis, dan terdapat juga beberapa lapisan sel parenkima ber dinding tebal selepas lapisan sel sklerenkima. Menurut Ogura (1972), lapisan sel yang berada di bawah lapisan epidermis stip adalah terdiri daripada sel kolenkima tetapi hasil kajian ini menunjukkan bahawa lapisan tersebut merupakan beberapa lapisan sel sklerenkima iaitu daripada tujuh hingga 25 lapisan (Rajah 1(a)-(c)). Hasil kajian ini dapat menjelaskan bagaimana struktur stip pada spesies-spesies daripada genus *Davallia* amat keras, kuat dan liat. Kehadiran lapisan sel sklerenkima ini membantu sebagai bahan sokongan kepada stip yang memegang fron di samping merupakan sebagai salah satu ciri sepunya spesies-spesies dalam genus *Davallia*.

Semua spesies kajian juga menunjukkan kehadiran satu lapisan hitam atau perang gelap mengelilingi stel pada keratan rentas stip secara lengkap atau tidak lengkap. Menurut Ogura (1972), lapisan yang mengelilingi berkas vaskular tersebut merupakan lapisan sel sklerenkima berwarna atau tidak berwarna atau berwarna coklat gelap keperangan. Hasil kajian ini juga menunjukkan lapisan

tersebut adalah lapisan sel sklerenkima tetapi sebahagian besar sel sklerenkima tersebut telah berubah bentuk dan warna kelihatan lebih hitam keperangan berbanding warna kemerahan bagi sel sklerenkima di bawah lapisan epidermis stip (Rajah 1(d)-(f)).

Sel sklerenkima merupakan komponen tisu yang memberi keteguhan dan kekuatan kepada tumbuhan atau berfungsi sebagai tisu sokongan (Dickson 2000). Sel ini ber dinding tebal kerana mempunyai dinding sekunder yang diendapkan oleh lignin membuatkan dinding sel keras dan elastik (Dickson 2000; Cutler 1978). Bagi kumpulan pteridofit seperti bagi spesies *Gleichenia dicarpa* dan *Dicranopteris dichotoma*, sel sklerenkima adalah berwarna perang, bagi *Pteridium aquilinum* sesetengah jalur sklerenkima berwarna perang berada dalam meristel (Ogura 1972). Hasil kajian ke atas genus *Davallia* menunjukkan sel sklerenkima boleh ditemui pada semua spesies kajian. Sel sklerenkima ditemui di bawah lapisan epidermis stip dan juga mengelilingi stel secara selanjur bagi kesemua spesies kajian.

Kehadiran sel sklerenkima pada stip menunjukkan variasi antara kesemua spesies kajian. Variasi kehadiran sel sklerenkima pada spesies kajian boleh jelas dilihat pada stip atas, stip tengah dan stip bawah (Rajah 2, 3, dan 4) dan Jadual 5. Corak kehadiran lapisan sel sklerenkima sama ada mengelilingi secara lengkap atau tidak lengkap, hadir pada cuping atau sebagainya boleh dirujuk pada Jadual 3. Hasil kajian jelas menunjukkan variasi yang tinggi dalam kehadiran sel sklerenkima pada spesies *Davallia* kajian kecuali bagi *D. denticulata* dan *D. divaricata* yang menunjukkan kesamaan dalam kehadiran sel sklerenkima di bawah epidermis stip. Namun begitu kedua-dua spesies ini masih boleh dibezakan dengan jenis dan bentuk stel. Oleh yang demikian hasil kajian membuktikan bahawa kehadiran sel sklerenkima bukan sahaja berfungsi sebagai sokongan kepada struktur fron, stip dan dan sebagainya malahan amat berguna untuk pengecaman dan pembezaan spesies dalam genus *Davallia*.

Jenis stel juga merupakan salah satu ciri penting anatomi stip. Ogura (1972) telah merekodkan sebanyak 36 jenis stel dan Schmid (1982) telah merekodkan sebanyak enam jenis stel yang boleh ditemui pada stip kumpulan pteridofit. Stel ditakrifkan sebagai organ pengangkutan atau sistem vaskular pteridofit yang mengandungi protoxilem dan metaxilem, salah satu atau keduanya yang hadir bersama dengan floem (Ogura 1972). Stel boleh juga dibahagikan kepada stel ringkas dengan hanya satu berkas vaskular dan stel kompleks dengan lebih daripada satu berkas vaskular (Ogura 1972).

Hasil kajian ini menunjukkan terdapat spesies yang mempunyai stel yang ringkas dan terdapat spesies yang mempunyai stel yang kompleks. Jika stip atas adalah jenis kompleks maka stip tengah dan bawah juga merupakan stip yang kompleks (Jadual 4). Hasil kajian menunjukkan hanya 2 spesies *Davallia* kajian yang mempunyai stel kompleks iaitu *D. denticulata* dan *D. divaricata*. Secara morfologi *D. denticulata* dan *D. solida* mempunyai bentuk fron dan pinul yang sama dengan ciri *D. divaricata*, tetapi

JADUAL 2. Bentuk luaran stip dan huraian








Bentuk	Bentuk	Huraian bentuk
	1	Bulat
	2	Adaksial: cembung Abaksial: bentuk 'U' Terdapat satu cuping di kawasan penyambungan permukaan adaksial dan permukaan abaksial, panjang cuping 100 - 200 µm.
	3	Adaksial: cembung Abaksial: bentuk 'U' Terdapat cuping di kiri dan kanan di kawasan penyambungan permukaan adaksial dan permukaan abaksial, panjang cuping 500 - 600 µm.
	4	Adaksial: cembung Abaksial: bentuk 'U' Terdapat cuping di kiri dan kanan pada kawasan penyambungan permukaan adaksial dan permukaan abaksial, panjang cuping 300 - 400 µm.
	5	Adaksial: cembung Abaksial: bentuk 3/4 bulatan Terdapat cuping di kiri dan kanan pada kawasan penyambungan permukaan adaksial dan permukaan abaksial, panjang cuping 100 - 200 µm.
	6	Adaksial: cembung Abaksial: bentuk 3/4 bulatan Terdapat cuping di kiri dan kanan pada kawasan penyambungan permukaan adaksial dan permukaan abaksial, panjang cuping 100 - 200 µm.
	7	Permukaan adaksial: cembung Permukaan abaksial: bentuk setengah bulatan. Terdapat cuping di kiri dan kanan pada kawasan penyambungan permukaan adaksial dan permukaan abaksial. Cuping kiri dan kanan lebar secara relatif serta sedikit mencapah. Panjang cuping ca 300 - 400 µm.
	8	Permukaan adaksial: berbonggol bulat dan lebar. Permukaan abaksial: berbentuk bulatan lebar. Cuping berbentuk lurus, lebar, menegak dan menghala ke tengah. Panjang cuping ca 450 µm dengan bentuk cuping kiri dan kanan yang sama.
	9	Permukaan adaksial: cembung Permukaan abaksial: bentuk 3/4 bulatan. Terdapat cuping di kiri dan kanan pada kawasan penyambungan permukaan adaksial dan permukaan abaksial. Cuping kiri dan kanan lebar dan panjang secara relatif serta sedikit menlekung menghala ke tengah. Panjang cuping ca 700 µm.

sori awal cuma boleh dibandingkan dengan sori distal, mempunyai peruratan khusus dan kedudukan sorus tipikal bagi *Davallia*. Hasil kajian ini jelas menunjukkan jenis dan bentuk stel boleh digunakan untuk membezakan ketiga-tiga spesies ini. Walaupun *D. denticulata* dan *D. divaricata* mempunyai stel jenis kompleks namun jenis dan bentuk pada stel utama dan stel tambahan adalah berbeza (Jadual 4). *Davallia denticulata* dan *D. divaricata* mempunyai stel tambahan jenis *Ophioglossum* tetapi stel tambahan jenis *Ophioglossum* pada *D. denticulata* mempunyai dua

berkas vaskular kolateral (pada stip atas dan atas) dan tiga berkas vaskular kolateral (pada stip bawah) manakala bagi *D. divaricata* mempunyai enam berkas vaskular kolateral (pada stip atas), lapan berkas vaskular kolateral (pada stip tengah) dan 10 berkas vaskular kolateral bagi stip bawah.

Begitu juga pada stel jenis ringkas, walaupun kebanyakan spesies kajian mempunyai stel jenis ringkas namun bentuknya adalah berbeza. Sebagai contoh bagi *D. trichomanoides* var. *trichomanoides* dan *D.*

JADUAL 3. Variasi kehadiran lapisan sel sklerenkima pada keratan rentas stip

Ilustrasi	Corak kehadiran	Huraian kehadiran
	1	Beberapa lapisan sel sklerenkima berada di bawah lapisan epidermis secara selanjat
	2	Beberapa lapisan sel sklerenkima berada di bawah lapisan epidermis secara selanjat meliputi bahagian cuping tetapi meninggalkan kelompok sel parenkima pada bahagian tengah cuping
	3	Beberapa lapisan sel sklerenkima berada di bawah lapisan epidermis pada bahagian abaksial dan adaksial stip dan meliputi kawasan di bawah lapisan epidermis keseluruhan cuping, lapisan sel sklerenkima pada bahagian adaksial dan abaksial stip tidak selanjat
	4	Beberapa lapisan sel sklerenkima berada di bawah lapisan epidermis pada bahagian abaksial dan adaksial stip termasuk di bawah lapisan epidermis sebahagian kecil daripada cuping, lapisan sel sklerenkima pada bahagian adaksial dan abaksial stip tidak selanjat
	5	Beberapa lapisan sel sklerenkima berada di bawah lapisan epidermis pada bahagian abaksial dan adaksial stip termasuk di bawah lapisan epidermis hujung cuping, lapisan sel sklerenkima pada bahagian adaksial, abaksial dan cuping stip tidak selanjat
	6	Beberapa lapisan sel sklerenkima berada di bawah lapisan epidermis pada bahagian abaksial dan adaksial stip sahaja tidak termasuk bahagian cuping, lapisan sel sklerenkima pada bahagian adaksial dan abaksial stip tidak selanjat
	7	Beberapa lapisan sel sklerenkima berada di bawah lapisan epidermis pada bahagian abaksial dan adaksial stip dan terdapat kelompok sel sklerenkima pada bahagian tengah cuping, lapisan sel sklerenkima pada bahagian adaksial, abaksial dan cuping stip tidak selanjat

trichomanioides var *lorrainii* yang mempunyai stel ringkas tetapi stel pada *D. trichomanioides* var. *trichomanioides* berbentuk arka pada stip atas, bawah dan tengah (Rajah 2(d), 3(d) & 4(d)) manakala *D. trichomanioides* var *lorrainii* pula mempunyai stel bentuk 'V' atau jenis *Cyathea* pada stip atas (Rajah 2(c)), bentuk 'X' atau jenis *Asplenium* pada stip tengah dan bawah (Rajah 3(c) & 4(c)). Stel bentuk-V (jenis *Cyathea*) juga boleh ditemui dalam Cyatheaceae misalnya pada *Cyathea spinulosa*, dan berkas berbentuk-V tersusun di bahagian tapak stip, dan menghala ke atas dihubungkan dengan jalur yang berombak (Ogura 1972). *Cibotium* dan *Dicksonia* juga menunjukkan ciri yang sama. Stel bentuk-X (jenis *Asplenium*) juga pernah dijumpai pada *Asplenium* dan *Ceterach* (Ogura 1972). Hasil kajian juga menunjukkan stel jenis dorsiventral protostel hanya ditemui pada *D. solida* var. *solida*. Oleh yang demikian hasil kajian jelas menunjukkan bahawa

ciri jenis stel boleh digunakan untuk pembezaan dan pengecaman spesies dalam genus *Davallia*.

Menurut Holtum (1959) stel dalam famili Davalliaceae adalah jenis solenostel dan diktiostel sahaja namun berdasarkan kajian ini, stel yang ditemui dalam spesies *Davallia* ialah stel jenis protostel dan diktiostel (dorsiventral protostel). Hal ini menunjukkan kepelbagaian dalam jenis stel bagi spesies-spesies dalam famili Davalliaceae. Semua spesies kajian mempunyai stel jenis protostel, kecuali *Davallia divaricata* yang mempunyai stel jenis diktiostel atau dikenali juga sebagai dorsiventral protostel. Hasil kajian ini menunjukkan spesies *Davallia* masih mempunyai ciri primitif dalam kumpulan pteridofit. Stel jenis protostel ialah stel yang mempunyai tisu vaskular berpusing dikelilingi oleh endodermis. Stel ini merupakan jenis asas sistem tisu vaskular pada nenek moyang kumpulan pteridofit dan

JADUAL 4. Ringkasan ciri bentuk luaran stip dan jenis stel spesies *Davallia* kajian

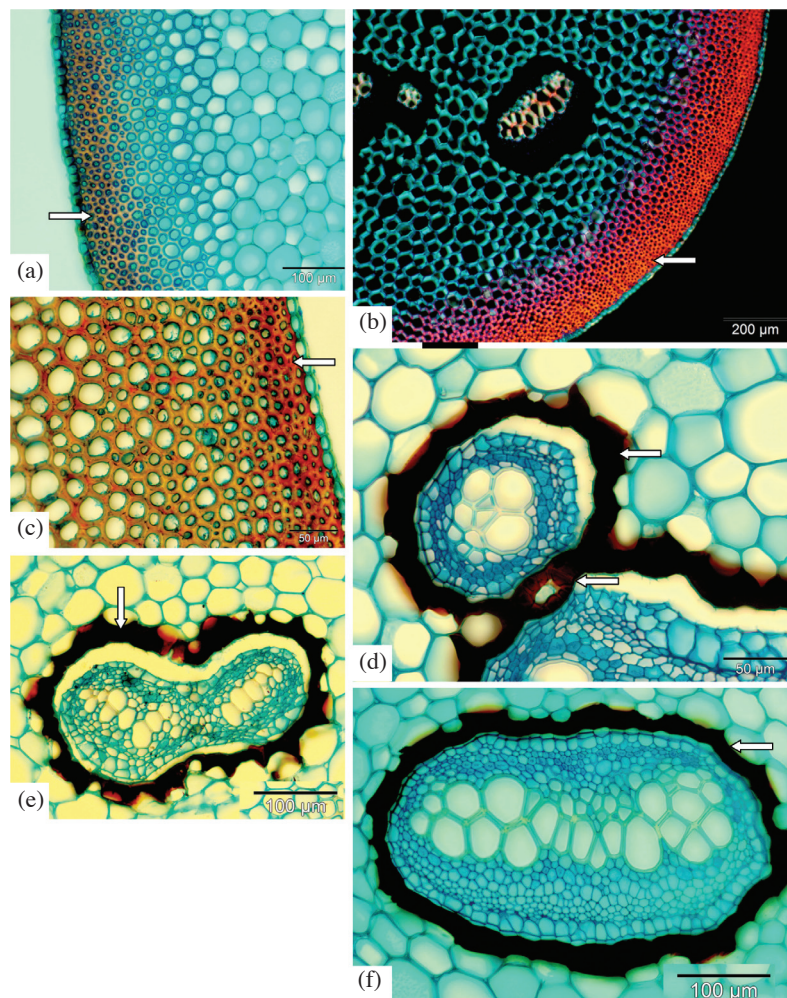
Spesies	Stip atas		Stip tengah		Stip bawah	
	Bentuk luaran	Jenis stel dan Bilangan berkas	Bentuk luaran	Jenis stel dan Bilangan berkas	Bentuk luaran	Jenis stel dan Bilangan berkas
<i>D. corniculata</i>	7	Ringkas Bentuk 'V' Jenis <i>Cyathea</i> (protostel)	7	Ringkas Bentuk 'X' Jenis <i>Asplenium</i> (protostel)	5	Ringkas Bentuk 'V' Jenis <i>Cyathea</i> (protostel)
<i>D. denticulata</i>	1	Kompleks Stel utama: Bentuk 'V' Jenis <i>Cyathea</i> (protostel) Stel tambahan: Bentuk kolateral Jenis <i>Ophioglossum</i> (protostel) – 2 berkas vaskular	1	Kompleks Stel utama: Bentuk 'X' Jenis <i>Asplenium</i> (protostel) Stel tambahan: Bentuk kolateral Jenis <i>Ophioglossum</i> (protostel) - 2 berkas vaskular	1	Kompleks Stel utama: Bentuk 'X' Jenis <i>Asplenium</i> (protostel) Stel tambahan: Bentuk kolateral Jenis <i>Ophioglossum</i> (protostel) - 3 berkas vaskular
<i>D. divaricata</i>	1	Kompleks Cecincin vaskular tidak selanjat Diktiostel (dorsiventral protostel) 6 berkas vaskular	1	Kompleks Cecincin vaskular tidak selanjat Diktiostel (dorsiventral protostel) 8 berkas vaskular	1	Kompleks Cecincin vaskular tidak selanjat Diktiostel (dorsiventral protostel) 10 berkas vaskular
<i>D. repens</i>	9	Ringkas Bentuk 'V' Jenis <i>Cyathea</i> (protostel)	9	Ringkas Bentuk 'X' Jenis <i>Asplenium</i> (protostel)	9	Ringkas Bentuk 'X' Jenis <i>Asplenium</i> (protostel)
<i>D. solida</i> var. <i>solida</i>	8	Ringkas Bentuk 'V' Jenis <i>Cyathea</i> (protostel)	8	Ringkas Bentuk 'V' Jenis <i>Cyathea</i> (protostel)	8	Ringkas Bentuk 'X' Jenis <i>Asplenium</i> (protostel)
<i>D. trichomanioides</i> var. <i>lorrainii</i>	3	Ringkas Bentuk 'V' Jenis <i>Cyathea</i> (protostel)	4	Ringkas Bentuk 'X' Jenis <i>Asplenium</i> (protostel)	6	Ringkas Bentuk 'X' Jenis <i>Asplenium</i> (protostel)
<i>D. trichomanioides</i> var. <i>trichomanioides</i>	2	Ringkas Bentuk arka (protostel)	3	Ringkas Bentuk arka (protostel)	5	Ringkas Bentuk arka (protostel)

dijumpai biasanya dalam pteridofit primitif seperti pada spesies-spesies dalam Psilophytales, Lepidodendrales dan Coenopteridales, dan dianggap sebagai asas kepada jenis stel yang lain. Dorsiventral protostel atau diktiostel adalah protostel di mana bentuk keratan rentas stelnnya adalah leper, eliptik atau berbentuk jalur. Stel jenis ini adalah terbitan daripada protostel melalui kedudukan dorsiventral pada rizom, stel jenis ini biasa dilihat dalam sebahagian spesies daripada famili Hymenophyllaceae. Secara keratan rentas ianya kelihatan sebagai berkas vaskular yang berasingan dan dikenali sebagai meristel. Setiap meristel adalah lengkap mempunyai perisikel dan endodermisnya sendiri. Stel ini adalah antara yang telah mengalami evolusi stel dalam kumpulan pteridofit.

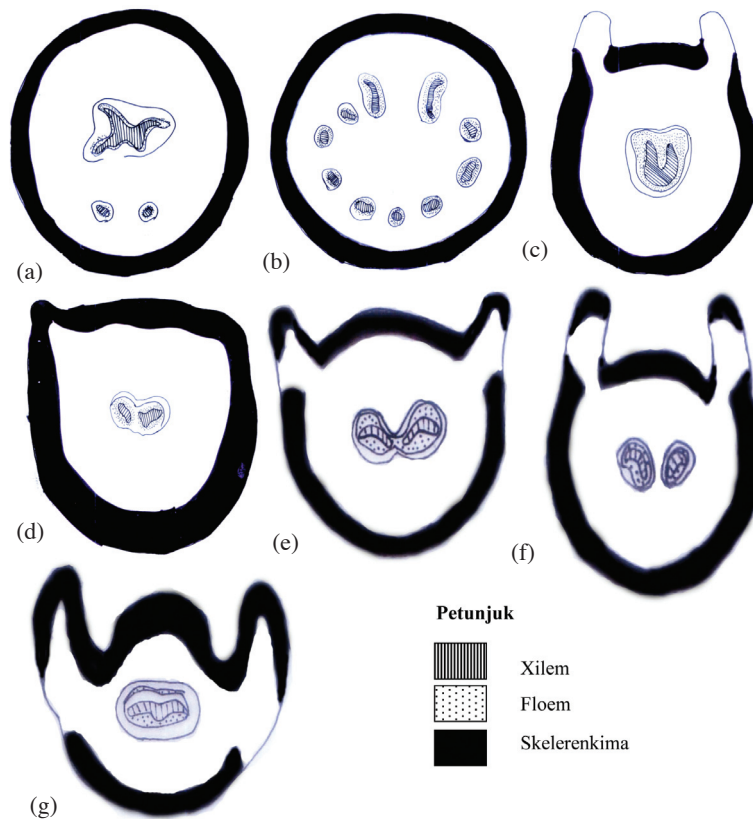
Variasi dalam ciri anatomi stip juga boleh dilihat dalam bentuk luaran keratan rentas stip (Jadual 2 & 4). Semua spesies *Davallia* kajian memperlihatkan bentuk luaran stip yang berbeza kecuali bagi *D. denticulata* dan *D. divaricata* yang mempunyai bentuk luaran stip bentuk 1 bagi stip tengah, stip atas dan juga stip bawah. Bentuk luaran bagi keratan rentas stip tengah, stip atas dan stip bawah adalah sama bagi *D. repens* dan *D. solida* var. *solida* iaitu bentuk 9 bagi *D. repens* dan bentuk luaran 8 bagi *D. solida* var. *solida*. Namun begitu bagi *D. Corniculata*, *D. trichomanioides* var. *lorrainii* dan *D. trichomanioides* var. *trichomanioides*, masing-masing mempunyai bentuk stip yang berbeza sama ada pada stip bawah, stip tengah atau stip atas. *Davallia trichomanioides* var. *lorrainii* dan *D.*

JADUAL 5. Ringkasan ciri kehadiran sel sklerenkima dan cuping spesies *Davallia* kajian

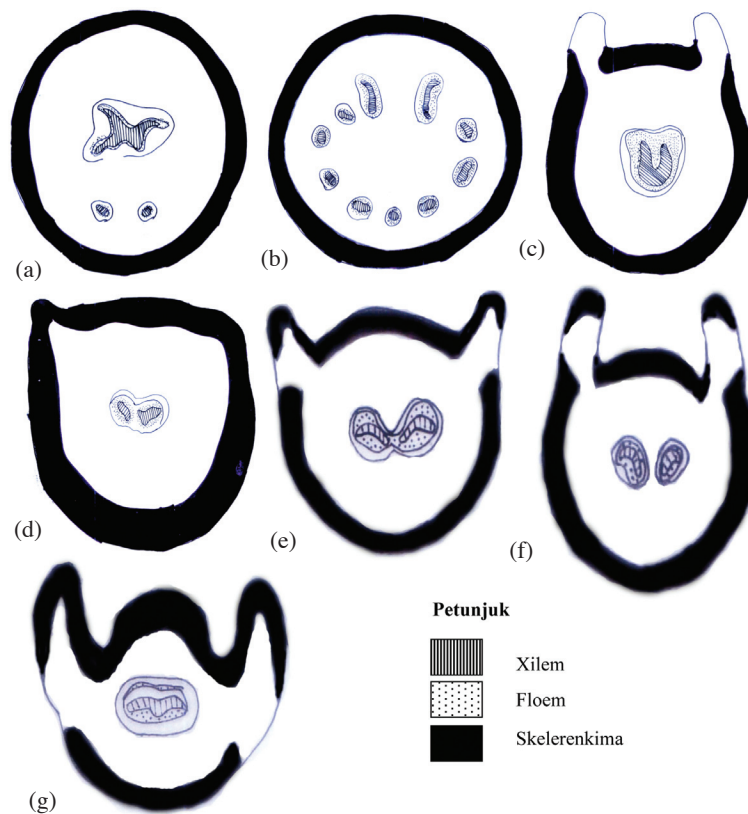
Spesies	Stip atas		Stip tengah		Stip bawah	
	Cuping	Corak sel sklerenkima	Cuping	Corak sel sklerenkima	Cuping	Corak sel sklerenkima
<i>D. corniculata</i>	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	7	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	5	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	5
<i>D. denticulata</i>	Tidak hadir	1	Tidak hadir	1	Tidak hadir	1
<i>D. divaricata</i>	Tidak hadir	1	Tidak hadir	1	Tidak hadir	1
<i>D. repens</i>	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	4	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	4	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	2
<i>D. solida</i> var. <i>solida</i>	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	3	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	3	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	3
<i>D. trichomanioides</i> var. <i>lorrainii</i>	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	6	1 cuping di kiri bahagian adaksial stip	1	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	1
<i>D. trichomanioides</i> var. <i>trichomanioides</i>	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	6	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	6	2 cuping di kiri kanan bahagian adaksial stip	6



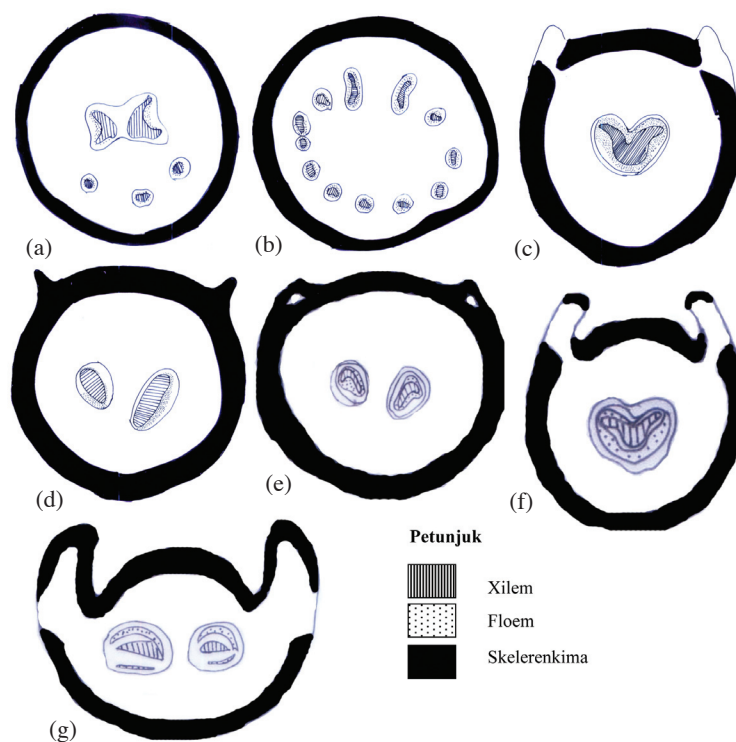
RAJAH 1. Keratan rentas rentas stip (a) – (c) Lapisan sel sklerenkima bawah epidermis stip; (a) & (c) Bawah mikroskop cahaya, (b) Bawah mikroskop cahaya berkutub, (d) – (f) Lapisan sel sklerenkima mengelilingi stel atau meristel



RAJAH 2. Variasi keratan rentas stip atas (a) *D. denticulata*, (b) *D. divaricata*, (c) *D. trichomanioides* var. *trichomanioides*, (d) *D. trichomanioides* var. *lorrainii*, (e) *D. repens*, (f) *D. corniculata* dan (g) *D. solida* var. *solida*



RAJAH 3. Variasi keratan rentas stip tengah (a) *D. denticulata*, (b) *D. divaricata*, (c) *D. trichomanioides* var. *trichomanioides*, (d) *D. trichomanioides* var. *lorrainii*, (e) *D. repens*, (f) *D. corniculata* dan (g) *D. solida* var. *solida*



RAJAH 4. Variasi keratan rentas rentas stip bawah (a) *D. denticulata*, (b) *D. divaricata*, (c) *D. trichomanioides* var. *trichomanioides*, (d) *D. trichomanioides* var. *lorrainii*, (e) *D. repens*, (f) *D. corniculata* dan (g) *D. solida* var. *solida*

trichomanioides var. *trichomanioides*, boleh dibezakan dengan bentuk 3 (stip atas), bentuk 4 (stip tengah) dan bentuk 6 (stip bawah) bagi *D. trichomanioides* var. *lorrainii*, manakala bentuk 2 (stip atas), bentuk 3 (stip tengah) dan bentuk 5 (stip bawah) bagi *D. trichomanioides* var. *trichomanioides*. Hasil kajian jelas menunjukkan perbezaan bentuk luaran stip bagi spesies kajian kecuali bagi *D. denticulata* dan *D. divaricata* yang memerlukan ciri anatomi lain untuk pembezaan spesies.

Hasil kajian menunjukkan bahagian stip bawah mempunyai bilangan lapisan sel parenkima luar yang lebih banyak berbanding stip atas dan tengah kecuali *Davallia repens* var. *A* dan *D. solida* var. *solida* yang mempunyai lapisan sel parenkima luar paling banyak pada bahagian stip tengah. *Davallia repens* (stip tengah) mempunyai bilangan lapisan sel parenkima luar paling banyak iaitu di antara sembilan hingga 18 lapisan dan *D. solida* var. *solida* (stip atas) mempunyai bilangan sel parenkima luar paling sedikit iaitu daripada dua hingga lima lapisan sahaja. Bilangan lapisan biasanya berhubungkait dengan saiz spesies *Davallia* yang berbeza-beza secara morfologi.

KESIMPULAN

Hasil kajian ke atas ciri anatomi stip bagi tujuh spesies terpilih dalam genus *Davallia* iaitu *D. denticulata*, *D. divaricata*, *D. trichomanioides* var. *trichomanioides*, *D. trichomanioides* var. *lorrainii*, *D. corniculata*, *D. repens* dan *D. solida* var. *solida* menunjukkan ciri variasi dan

kesamaan antara spesies kajian. Hasil kajian anatomi menunjukkan terdapat tujuh ciri yang boleh digunakan untuk pembezaan dan pengecaman spesies iaitu bentuk luaran stip, corak kehadiran sel sklerenkima di bawah epidermis, jenis stel, bentuk stel, bilangan berkas vaskular, bilangan lapisan sel parenkima dan juga kehadiran cuping pada keratan rentas stip. Manakala ciri sepunya bagi kesemua spesies kajian ialah kehadiran sel sklerenkima mengelilingi stel, kehadiran lapisan sel sklerenkima di bawah lapisan sel epidermis dan juga kehadiran sel parenkima berdingding tebal di bawah lapisan sel sklerenkima epidermis.

Beberapa ciri diagnostik ditemui daripada kajian ini yang mana ciri ini boleh digunakan terus untuk pengecaman spesies tertentu. Kehadiran satu cuping pada keratan stip tengah ditemui hanya pada *D. trichomanioides* var. *lorrainii*, corak 4 kehadiran sel sklerenkima di bawah epidermis ditemui hanya pada *D. repens*, corak 3 hanya ditemui pada *D. solida* var. *solida*, corak 5 dan 7 hanya ditemui pada *D. corniculata*. *Davallia divaricata* dengan kehadiran enam hingga 10 berkas vaskular pada stel tambahan merupakan ciri diagnostik bagi spesies ini, manakala bagi *D. denticulata* mempunyai dua hingga tiga berkas vaskular pada stel tambahan. Bagi *D. trichomanioides* var. *trichomanioides* kehadiran stel bentuk arka pada stip atas, stip tengah dan juga bawah merupakan ciri diagnostik yang baik untuk pengecaman spesies ini. Hanya *D. divaricata* mempunyai stel jenis dorsiventral protostel. Kesimpulannya, ciri anatomi stip

bagi genus *Davallia* telah dibuktikan boleh digunakan untuk membantu dalam pengecaman, pembezaan spesies dan pengkelasan spesies sebagai data sokongan selain bersandarkan ciri morfologi semata-mata.

RUJUKAN

- Bhambie, S. 1988. Studies in pteridophytes: A contribution to the anatomy of the axis of *Isaetes coromandelina* L. and some other species. *Plant Sciences* 56: 56-76.
- Bidin, A. 1986. *Paku Pakis di Sekeliling Kita*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Bondada, B., Tu, C. & Ma, L. 2006. Surface structure and anatomical aspects of Chinese brake fern (*Pteris vitata*: Pteridaceae). *Brittonia* 58(3): 217-228.
- Bower, F.O. 1928. *The Ferns (Filicales)*. Jilid 3. Hlm. 306. Cambridge: Cambridge University Press.
- Copeland, E.B. 1927. *Davallodes* and related genera. *Philippines Journal of Science* 34(3): 229-257.
- Copeland, E.B. 1947. Oleandrid ferns (Davalliaceae) of New Guinea. *Philippines Journal Society* 73: 354-357.
- Cutler, D.F. 1978. *Applied Plant Anatomy*. London: Longman Group Limited.
- Dickison, W.C. 2000. *Integrative Plant Anatomy*. San Diego: Harcourt Academic Press.
- Hellyer, A. 1976. *The Collingridge Encyclopedia of Gardening*. United Kingdom: Morecambe LAN.
- Holtum, R.E. 1972. The genus *Davallodes*. *Kew Bulletin* 27(2): 245-249.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. New York and London: McGraw-Hill.
- Kramer, K.U. 1990. Davalliaceae. Dlm. K. Kubitzki (pnyt.). *The Families and Genera of Vascular Plant: Pteridophytes and Gymnosperms*. Jilid 1. Hlm. 52-57. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Metcalfe, C.R. & Chalk, L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, Stem and Wood in Relation to Taxonomy with Notes on Economic Uses*. Jilid I. The Clarendon Press, Oxford.
- Nooteboom, H.P. 1998. Davalliaceae. *Flora Malesiana, Series II-Fern and Fern-allies* 3(2): 235-276.
- Ogura, Y. 1927. On the structure of *Diplazium esculentum*. *Botanical Magazine of Tokyo* 41: 172-180.
- Ogura, Y. 1972. *Comparative Anatomy of Vegetative Organs of the Pteridophytes*. Hlm. 1-39. Berlin: Gebruder Borntraeger.
- Parris, B.S. & Latiff, A. 1997. Towards a pteridophyte flora of Malaysia: A provisional checklist of taxa. *Malaysian Natural Journal* 50: 235-280.
- Saas, J.E. 1958. *Botanical Microtechnique*. Edisi ke-3. Iowa: Iowa State University Press.
- Schmid, R. 1982. The terminology and classification of steles: historical perspective and the outline of a system. *The Botanical Review* 48(4): 817-931.
- Sen, T., Sen, U. & Holtum, R.E. 1972. Morphology and anatomy of the genera *Davallia*, *Araiostegia* and *Davallodes*, with a discussion on their affinities. *Kew Bulletin* 27(2): 217-243.
- Tsutsumi, C. & Kato, M. 2006. *Evolution of Epiphytes in Davalliaceae and Related Ferns*. Japan: Institute of Botany.
- Tsutsumi, C. & Kato, M. 2008. Molecular phylogeny of Davalliaceae and implications for generic classification. *Botanical Journal of Linnean Society* 151: 495-510.

School of Environmental and Natural Resource Sciences
Faculty of Science and Technology
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM, Bangi Selangor D.E.
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: norainitalip@gmail.com, ntalip@ukm.my

Diserahkan: 2 Mac 2011
Diterima: 29 Jun 2011