

Morfologi Debunga Lima Genus Terpilih Sapindaceae di Semenanjung Malaysia (Pollen Morphology of Five Selected Genera of Sapindaceae in Peninsular Malaysia)

MOHD. NORFAIZAL GHAZALLI*, NORAINI TALIP, A. LATIFF, MOHD. SHUKRI MAT ALI,
AHMAD ZAKI ZAINI & NURSHAHIDAH MOHD RUSLI

ABSTRAK

Kajian morfologi debunga untuk enam spesies dan lima genus dalam empat tribus di dalam famili Sapindaceae telah dijalankan menerusi pemerhatian mikroskop elektron imbasan. Sebanyak tujuh ciri morfologi debunga telah dikenal pasti boleh digunakan untuk membezakan spesies kajian iaitu jenis debunga, saiz debunga, bentuk debunga, ciri ambitus, variasi nisbah C/P, variasi indeks kawasan kutub d/D dan ciri hiasan eksin. Dua kelas debunga yang direkodkan hadir ialah trikolorporat dan triporat dengan dua bentuk debunga juga telah dikenal pasti hadir pada spesies yang dikaji iaitu bentuk segitiga dan prolata. Kajian ini menunjukkan terdapat dua ciri diagnosis dicerap iaitu jenis debunga triporat pada *Guioa pleuropteris* dan julat d/D butir debunga (*Lepisanthes tetraphylla*) yang kecil iaitu kurang daripada 0.25 boleh digunakan untuk membezakan spesies-spesies Sapindaceae kajian secara langsung.

Kata kunci: Debunga; morfologi; Sapindaceae; Semenanjung Malaysia

ABSTRACT

Pollen morphological study of six species and five genera in four tribes of Sapindaceae family was undertaken using scanning electron microscope. Seven pollen characteristics were identified to be useful in differentiating these species such as pollen type, pollen size, pollen shape, ambitus characters, variation in C/P ratio, variation in d/D pollen polar index and exine ornamentations. Two pollen classes were recorded in this study, i.e. tricolporate and triporate, while two pollen shapes were also identified namely triangle and prolate. Two diagnostic characters found useful in species identification were obtained from this study, i.e. triporate pollen type (*Guioa pleuropteris*) and small d/D ratio of less than 0.25 (*Lepisanthes tetraphylla*).

Keywords: Morphology; pollen; Peninsular Malaysia; Sapindaceae

PENGENALAN

Sapindaceae merupakan salah satu famili tumbuhan berbunga yang utama dengan jumlah kepelbagaian spesiesnya merangkumi 141 genus dengan 1900 spesies di seluruh dunia. Sebanyak 135 genus dan 1500 spesies boleh ditemui di kawasan tropika dan sub-tropika, terutamanya di Asia Tenggara (Adema et al. 1996; Xia & Gadek 2007). Kajian morfologi debunga Sapindaceae khususnya yang melibatkan hampir 70% spesies temperat telah dilakukan oleh Muller dan Leenhouts (1976). Kebanyakan usaha pemerhatian untuk menganalisis jenis debunga dan perkaitannya dengan hubungan sistematik tumbuhan. Kajian selanjutnya juga pernah dilakukan oleh van der Ham (1990), Avecedo-Rodriguez (1993) dan Ferruci dan Anzotegui (1993) melibatkan beberapa genus dan spesies seperti *Serjania*, *Mellicoccus* dan *Talisia* namun tidak secara menyeluruh.

Penilaian terbaru ke atas famili Sapindaceae yang dilakukan oleh Thorne dan Reveal (2007) melibatkan pentaksiran semula spesies yang telah dan sedang dihuraikan dengan mencadangkan 1900 spesies yang terdiri daripada 141 genus. Radlkolfer (1934) mengiktiraf 14 tribus dalam Sapindaceae iaitu lima tribus di dalam

Dodonaioideae dan sembilan tribus di dalam Sapindoideae. Buerki et al. (2009) pula mengalami kesukaran untuk meletakkan sembilan genus di dalam empat tribus yang sedia ada dan berpendapat untuk meletakkan semua genus tersebut ke dalam tribus baru iaitu Harpullieae. Menerusi kumpulan baru yang bersifat heterogen ini, mereka kemudiannya menempatkan genus ini kepada dua kumpulan berpandukan kepada kehadiran anak daun terminal iaitu *Ungnandia* Endl. dan *Xanthocheras* Bunge dan ketidakhadiran anak daun terminal (*Arfeuillea* Pierre, *Conchopetalum*, *Eurycorymbus* Hand. & Mazz., *Harpullia* Roxb., *Magonia* A. St. Hil. dan *Majidea* J. Kirk. ex Oliv.). Berdasarkan semakan semula sistem infra-famili oleh Radlkolfer (1934) yang berpandukan kepada ciri morfologi dan debunga, Muller dan Leenhouts (1976) bersependapat untuk mengembangkan tribus Harpullieae dengan kemasukan tiga genus lagi iaitu *Aesculus* L., *Billia* Peyr. dan *Handeliodendron* Rehrd. Mereka seterusnya menghuraikan secara terperinci perkaitan antara Hippocastanaceae dan Harpullieae yang melibatkan dua genus, *Handeliodendron* Rehrd. dan *Delavaya* Franch.

Kajian awal morfologi debunga oleh Muller dan Leenhouts (1976) mendapati bentuk umum butiran

debunga Sapindaceae adalah isokutub atau sub-isokutub monad. Butiran debunga jenis tetrad hanya dicerap pada *Magonia A. St. hill* (Avecedo et al. 2011). Kajian ini juga mendapati saiz kebanyakan debunga Sapindaceae adalah pada julat 20-30 μm , dengan ciri bukaan 2- ke 4- apertur. Kelas debunga kolporat lebih lazim ditemui dan ia merupakan kelas debunga asas famili ini. Kelas debunga sinkolporat dan parasinkolporat dapat dicerap pada subfamili Sapindoideae, tribus Cupanieae (*Alectryon* Benth., *Schleichera* Lour., *Castanospora* F. Muell., *Tristira* Radlk. dan *Tristiropsis* Radlk.). Ciri bukaan kecil pada debunga jenis porat dan brevikolporat pula dapat diperhatikan pada beberapa spesies seperti *Allophyllus* L., *Lepisanthes* Blume, *Pometia* J.R. Forst. & G. Forst. dan *Tallisia* Aubl. yang merangkumi tribus Paullinieae.

Kajian palinologi di dalam bidang taksonomi tumbuhan merupakan kajian yang masih kurang diberikan perhatian di Malaysia disebabkan faktor kesukaran mendapatkan sampel bunga. Oleh yang demikian, kajian palinologi ke atas famili Sapindaceae amat diperlukan untuk memperoleh data ciri morfologi debunga yang boleh digunakan sebagai ciri tambahan pengecaman spesies dan juga genus serta pencirian morfologi debunga bagi Sapindaceae.

BAHAN DAN KAEDAH

Kajian ini melibatkan enam spesies daripada genus *Allophyllus*, *Cardiospermum* L., *Glennia* Hook. f., *Guioa* dan *Lepisanthes*. Gabungan sampel segar dan sampel kering telah digunakan dalam kajian ini dan spesimen segar diperoleh dari beberapa lokaliti di Semenanjung Malaysia (Jadual 1). Sebanyak tiga replikasi telah digunakan di dalam kajian ini yang melibatkan pengukuran dan pentafsiran butiran debunga di bawah pemerhatian mikroskop elektron imbasan. Ciri debunga dicerap dan dihuraikan mengikut kaedah huraian Erdtman (1952), Kremp (1965) dan Reitsma (1966). Kaedah asetolisis diaplikasikan mengikut Erdtman (1952). Cerapan dibuat di bawah mikroskop imbasan elektron model Zeiss Supra 55VP. Imej kemudiannya dicetak untuk analisis lanjut di bawah beberapa siri pembesaran 2000 \times sehingga 15000 \times . Huraian ciri morfologi debunga dilakukan berdasarkan kaedah huraian oleh Erdtman (1969), Faegri dan Iversen (1992), Kremp (1965) dan Moore et al. (1978). Istilah yang digunakan bagi kelas debunga merujuk kepada Erdtman (1969, 1952), Hesse et al. (2009), Kremp (1965), Moore et al. (1991), Punt et al. (1994) dan Reitsma (1966). Jenis debunga (*debunga typology*) pula dihuraikan menurut Sistem Analisis-Bilangan-Kedudukan-Jenis (*Number-Position-Character-Analysis, NPC-Analysis*).

HASIL DAN PERBINCANGAN

Allophyllus cobbe (L.) Raeusch. Kelas: trikolporat. Nisbah P/E: 2.15. Bentuk: segitiga. Nisbah C/P: 0.66. Nisbah d/D: 0.73. Apertur: kolpus. Ambitus: membulat. Hiasan

eksin: striat. Saiz: ukuran pada pandangan kutub (P) 19.73 (23.92) 27.05 μm , ukuran pada pandangan khatulistiwa (E) 8.42 (11.08) 13.18 μm , panjang kolpus (C) 15.01 (15.98) 18.31 μm , panjang apokolpium (d) 7.15 (8.81) 9.06 μm , diameter pada pandangan kutub (D) 11.34 (12.03) 12.33 μm (Rajah 1(A)-1(D)).

Cardiospermum halicacabum L. Kelas: trikolporat. Nisbah P/E: 1.54. Bentuk: segitiga. Nisbah C/P: 0.81. Nisbah d/D: 0.60. Apertur: porus. Ambitus: membulat cembung. Hiasan eksin: retikulat. Saiz: ukuran pada pandangan kutub (P) 27.84 (32.81) 35.56 μm , ukuran pada pandangan khatulistiwa (E) 20.02 (21.32) 21.93 μm , panjang porus (C) 25.64 (26.73) 27.88 μm , panjang apokolpium (d) 8.00 (8.89) 10.21 μm , diameter pada pandangan kutub (D) 13.88 (14.63) 15.07 μm (Rajah 1(E)-1(H)).

Glennia penangensis (Ridl.) Leenh. Kelas: trikolporat. Nisbah P/E: 2.06. Bentuk: segitiga. Nisbah C/P: 0.61. Nisbah d/D: 0.50. Apertur: kolpus. Ambitus: segitiga. Hiasan eksin: striat. Saiz: ukuran pada pandangan kutub (P) 16.81 (18.79) 7.8 μm , ukuran pada pandangan khatulistiwa (E) 5.91 (7.04) 8.06 μm , panjang kolpus (C) 10.35 (11.37) 12.13 μm , panjang apokolpium (d) 5.16 (6.11) 7.81 μm , diameter pada pandangan kutub (D) 11.48 (12.13) 13.04 μm (Rajah 2(A)-2(D)).

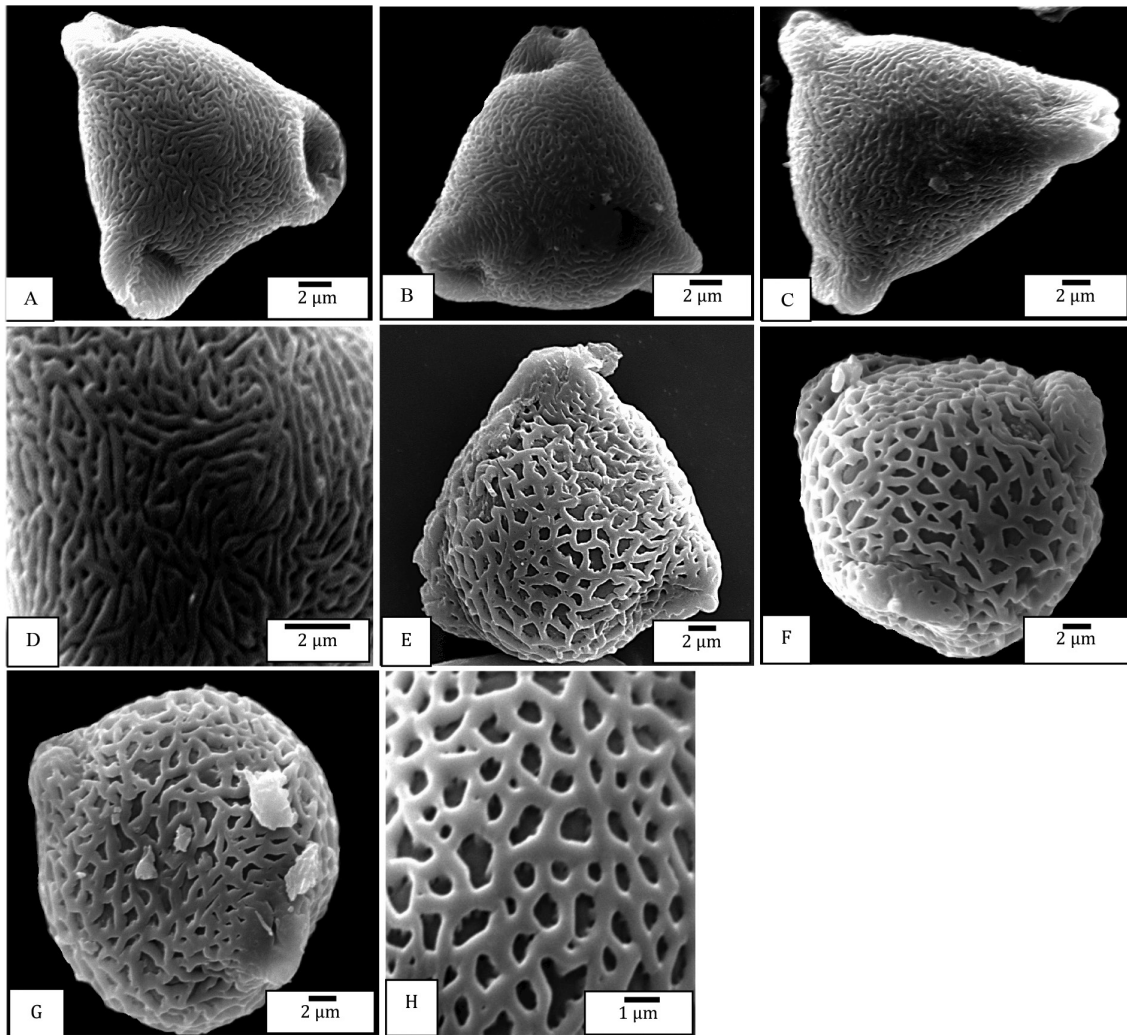
Guioa pleuropteris Radlk. Kelas: triporat. Nisbah P/E: 1.68. Bentuk: prolat. Nisbah C/P: 0.56. Nisbah d/D: 0.59. Apertur: porus. Ambitus: membulat rata. Hiasan eksin: striat. Saiz: ukuran pada pandangan kutub (P) 21.51 (7.52) 25.45 μm , ukuran pada pandangan khatulistiwa (E) 11.09 (12.74) 13.62 μm , panjang porus (C) 12.47 (13.04) 13.25 μm , panjang apokolpium (d) 2.98 (4.57) 6.93 μm , diameter pada pandangan kutub (D) 6.69 (7.75) 9.56 μm (Rajah 2(E)-2(H)).

Lepisanthes fruticosa (Roxb.) Leenh. Kelas: trikolporat. Nisbah P/E: 1.52. Bentuk: prolat. Nisbah C/P: 0.51. Nisbah d/D: 0.26. Apertur: kolpus. Ambitus: membulat rata. Hiasan eksin: retikulat. Saiz: ukuran pada pandangan kutub (P) 19.67 (23.36) 29.33 μm , ukuran pada pandangan khatulistiwa (E) 9.49 (15.35) 7.77 μm , panjang kolpus (C) 10.19 (12.04) 13.05 μm , panjang apokolpium (d) 3.32 (3.58) 4.15 μm , diameter pada pandangan kutub (D) 9.67 (13.43) 14.27 μm (Rajah 3(A)-3(D)).

Lepisanthes tetraphylla Radlk. Kelas: trikolporat. Nisbah P/E: 1.35. Bentuk: oblat. Nisbah C/P: 0.53. Nisbah d/D: 0.24. Apertur: kolpus. Ambitus: membulat rata. Hiasan eksin: skabrat. Saiz: ukuran pada pandangan kutub (P) 16.04 (23.47) 27.95 μm , ukuran pada pandangan khatulistiwa (E) 12.76 (17.35) 20.18 μm , panjang kolpus (C) 10.81 (12.51) 13.76 μm , panjang apokolpium (d) 2.05 (3.31) 4.34 μm , diameter pada pandangan kutub (D) 11.47 (13.65) 15.84 μm (Rajah 3(E)-3(I)).

JADUAL 1. Senarai spesimen dan kawasan kutipan

Nama saintifik	Nombor spesimen	Jenis sampel	Lokalisasi kutipan	Tarikh kutipan	Nama pengumpul
<i>Allophylus cobbe</i>	MDI10178 MDI12077	Kering Segar	Hutan Simpan Ayer Hitam, Puchong Selangor Kuala Sat, Taman Negara Kuala Tahan, Jerantut, Pahang	12.8.2000 12.4.2015	Masrom, H. Mohd Norfaizal, G. & Masrom, H.
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	MDI6494 MDI12097 MDI12099	Kering Segar Segar	Sungai Ramal Dalam, Kajang, Selangor Kampus UiTM Cawangan Lendu, Alor Gajah, Melaka Jalan Puchong, Seri Kembangan, Selangor	10.2.1989 12.5.2015 14.6.2015	Masrom, H. Mohd Norfaizal, G. & Masrom, H. Mohd. Norfaizal, G. & Masrom, H.
<i>Glennia penangensis</i>	MDI8864 MDI1654	Kering Kering	Langkawi, Kedah Pulau Payar, Kedah	28.12.1995 26.12.1985	Masrom, H. Tuan Othman, T.A. & Yahaya, M. Masrom, H., Tuan Othman, T.A. & Yahaya, M.
<i>Lepisanthes fruticosa</i>	MNFG2323 MNFG2324 MNFG2328	Segar Segar Segar	Kuala Berang, Terengganu Pontian, Johor MARDI Serdang, Selangor	18.5.2015 20.6.2015 19.7.2015	Mohd Norfaizal, G. Mohd Norfaizal, G. Mohd Norfaizal, G.
<i>L. tetraphylla</i>	MDI7457 MDI7458	Kering Kering	Pulau Tekak Besar, Tasik Kenyir, Terengganu Pulau Sungai Tekak, Tasik Kenyir, Terengganu	8.7.2012 9.7.2012	Mohd Norfaizal, G. & Masrom, H. Mohd Norfaizal, G. & Masrom, H.
<i>Guioa pleuropteris</i>	MDI12415	Kering	Gunung Kajang, Pulau Tioman, Pahang	5.4.2011	Mohd Norfaizal, G. Masrom, H. Omar, Y. & Aishah-Farhana, S.



RAJAH 1. Ciri morfologi debunga di bawah mikroskop imbasan elektron, *Allophyllus cobbe*: A dan B Pandangan kutub, C Pandangan khatulistiwa, D Hiasan eksin. *Cardiospermum halicacabum*: E dan F Pandangan kutub, G Pandangan khatulistiwa, dan H Hiasan eksin. Skala: A-G = 2 µm, H = 1 µm

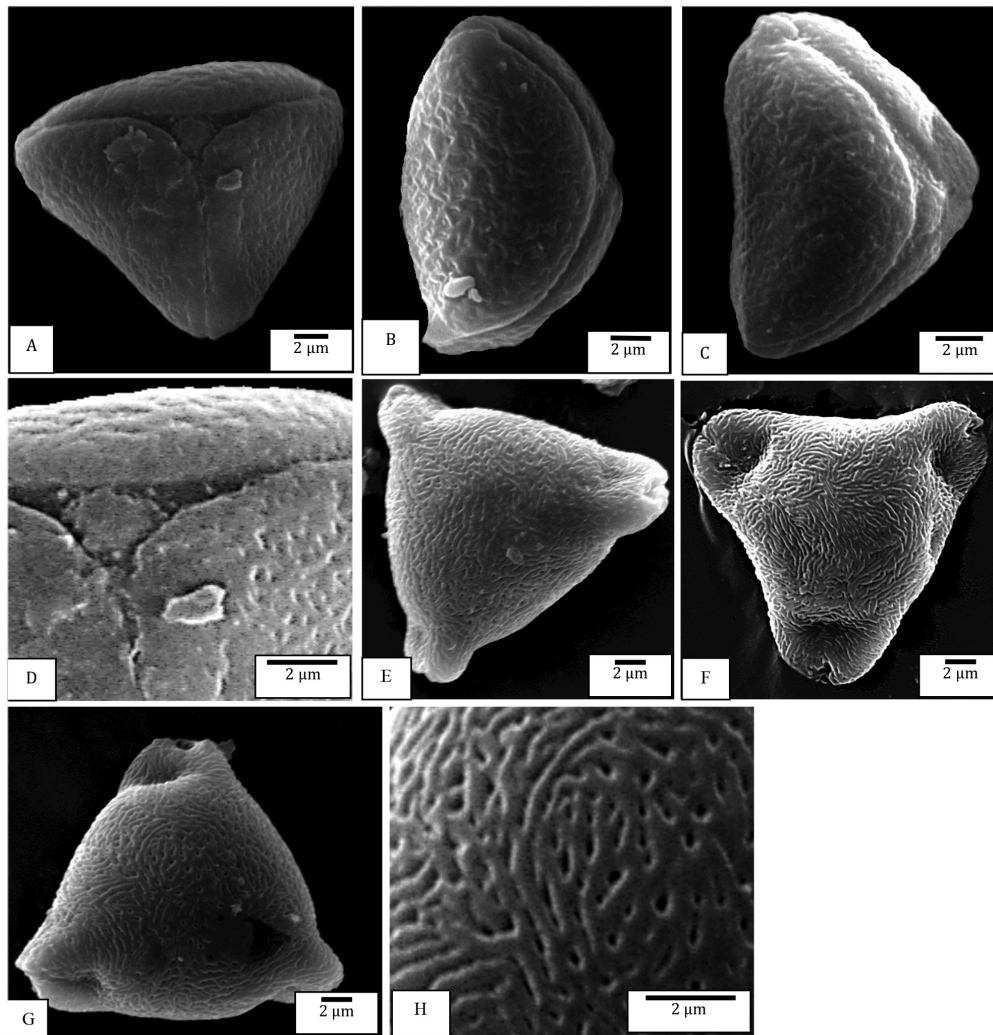
PERBINCANGAN

Kepelbagaian morfologi debunga Sapindaceae khususnya yang melibatkan spesies temperat telah dibincangkan secara terperinci oleh Muller dan Leenhouts (1976) dan kebanyakannya melibatkan penggunaan spesimen herbarium. Kepelbagaian bentuk debunga yang tinggi ditunjukkan oleh *Serjania* Plum. ex Schum. dan *Allophylastrum* Aves. Rodr. dalam famili Sapindaceae (Avecedo-Rodriguez 2011). Terdapat variasi pada ciri kelas debunga dan empat kelas debunga telah dikenal pasti. Kelas debunga boleh ditentukan berdasarkan bilangan, kedudukan dan ciri khusus apertur. Kelas debunga merupakan ciri yang amat penting untuk dikaji kerana ia merupakan perkara asas yang ditentukan kajian palinologi (Muller 1979; van der Ham 1990). Hasil kajian ini membuktikan bahawa ciri kelas debunga mempunyai nilai signifikan yang tinggi dalam pengelasan genus dalam famili Sapindaceae (Jadual 2).

Dua kelas debunga yang direkodkan hadir ialah trikolorat dan triporat (Jadual 2). Spesies *Allophyllus cobbe*,

Cardiospermum halicacabum, *Glenniea penangensis*, *L. tetraphylla* dan *L. fruticosa* menunjukkan kelas debunga jenis trikolorat, manakala *Guioa pleuropteris* pula adalah kelas debunga jenis triporat dicerap. Menurut Ferruci dan Anzotegui (1993), kelas debunga memainkan peranan yang penting dalam penentuan dan pengecaman sesuatu spesies sehingga ke peringkat genus dan spesies seperti kajian ke atas *Serjania*, *Houssayanthus* Hunz. dan *Urvillea* Kunth. Pendapat yang sama juga diutarakan oleh Furness (1989) melalui pemerhatian butir debunga famili Acanthaceae.

Saiz debunga yang dicerap memainkan peranan yang penting di dalam proses pentaksiran data kajian palinologi dan morfologi tumbuhan. Ashton (1982) dan Noraini (2008) membuktikan hubungan dan pertalian yang rapat antara saiz debunga dengan saiz bunga bagi sesuatu spesies, iaitu bunga yang bersaiz besar lebih cenderung untuk mempunyai saiz debunga yang besar, dan begitulah sebaliknya. Kajian yang dijalankan oleh Avecedo (2003) juga menyimpulkan bahawa saiz debunga bagi sesuatu famili adalah seragam seperti saiz debunga untuk genus

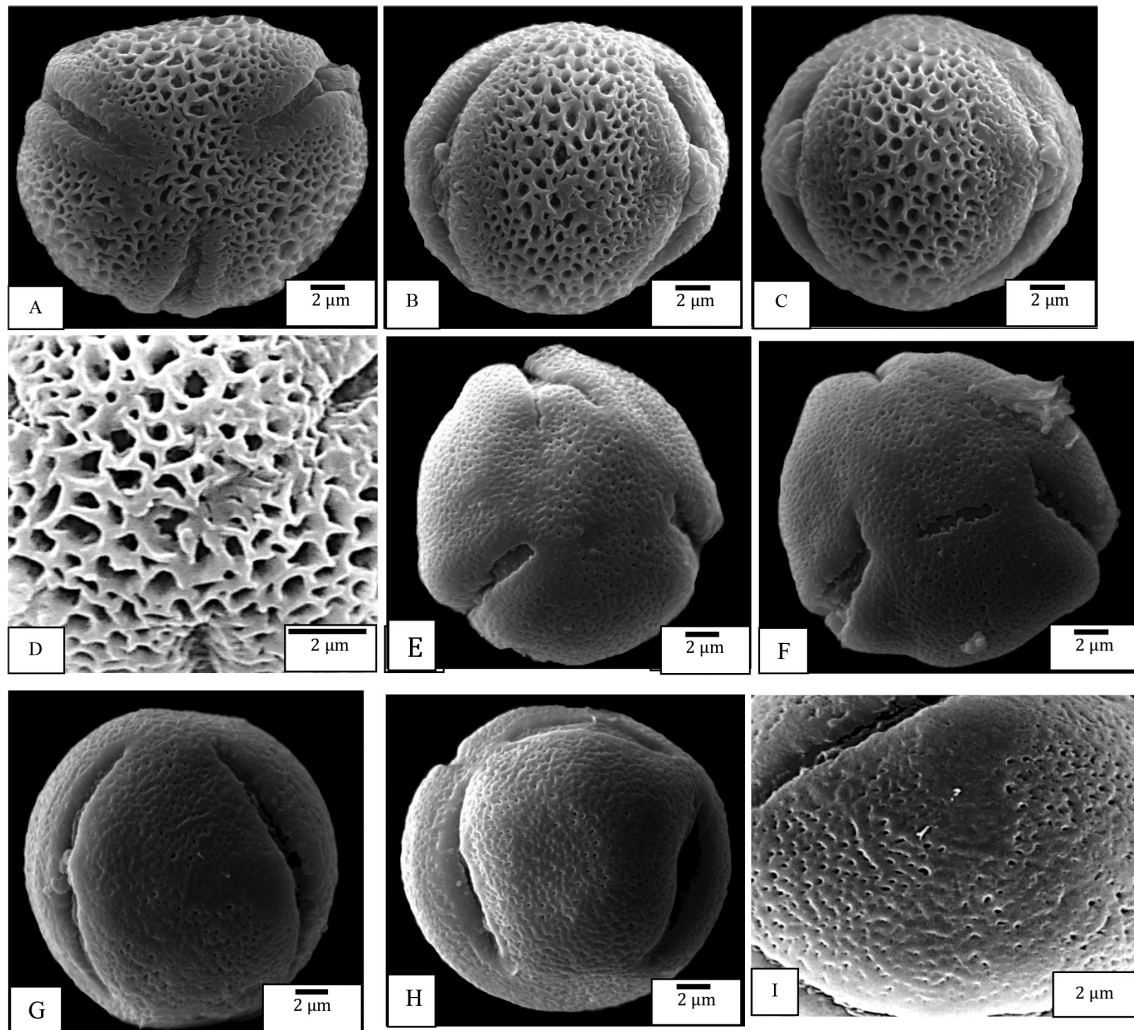


RAJAH 2. Ciri morfologi debunga di bawah mikroskop imbasan elektron, *Glenneia penangensis*: A Pandangan kutub, B dan C Pandangan khatulistiwa, D Hiasan eksin pada debunga. *Guioa pleuropteris*: E Pandangan kutub, F dan G Pandangan khatulistiwa, dan H Hiasan eksin pada debunga. Skala: A-H = 2 µm

Magonia A. St. Hill., *Alectryon* dan genus lain yang menunjukkan saiz sekitar 20-30 µm. Pengukuran dan penentuan saiz debunga secara relatif iaitu bersaiz kecil, sederhana dan besar adalah mengikut Erdtman (1969) dan Hesse et al. (2009).

Hasil kajian ini menyokong penemuan hasil kajian terdahulu ke atas famili Sapindaceae di kawasan temperat oleh Avecedo (1993), van der Ham (1990) dan Wang dan Chien (1956) yang menyatakan julat saiz debunga untuk kebanyakan spesies adalah sekitar 20-30 µm, kecuali untuk beberapa genus iaitu *Dimocarpus* Lour., *Nephelium* L., *Glenniea* dan *Xerospermum* Blume yang menunjukkan kehadiran debunga bersaiz kecil iaitu sekitar 10-15 µm. Muller (1979) berpendapat variasi pada saiz debunga spesies tumbuhan mempunyai hubung kait dengan proses pendebungaan. Pendapat ini dibuktikan oleh Erdtman (1952), Moore et al. (1991) dan Nowicke dan Skvarla (1979) yang menyatakan bahawa ciri dan saiz debunga sesuatu spesies secara fizikalnya amat dipengaruhi oleh pelbagai faktor seperti pendebungaan, penyebaran dan

percambahan. Nisbah panjang kutub (P) dan panjang paksi khatulistiwa (E) merupakan petunjuk untuk menentukan indeks dan bentuk sesuatu debunga (Erdtman 1969). Bacaan nilai P/E ini amat penting terutamanya untuk kajian filogenetik dan spesiesomi tumbuhan kerana ia boleh digunakan dalam menentukan bentuk debunga sesuatu spesies tumbuhan (Noraini 2008, 2006). Pernyataan ini dicerap melalui julat nisbah bacaan panjang (P) dibahagikan dengan nilai diameter (E) iaitu P/E. Hasil kajian ini merekodkan kehadiran variasi yang tinggi bagi bentuk debunga pada tujuh spesies yang dikaji (Jadual 3). Analisis ini menunjukkan bahawa bentuk debunga adalah agak seragam dan tidak menunjukkan variasi yang ketara. Dua bentuk debunga telah dikenal pasti hadir pada spesies yang dikaji iaitu bentuk segitiga dan prolata. Bentuk debunga segitiga ditunjukkan oleh majoriti spesies kajian daripada *Allophylus*, *Cardiospermum*, *Glenniea* dan *Lepisanthes*. *Guioa* pula menunjukkan bentuk debunga prolata. Hasil kajian ini menyokong penemuan kajian yang dijalankan oleh Wang dan Chien (1956) yang mendapati



RAJAH 3. Ciri morfologi debunga di bawah mikroskop imbasan elektron *Lepisanthes fruticosa*: A Pandangan kutub, B dan C Pandangan khatulistiwa, D Hiasan eksin pada debunga. *Lepisanthes tetraphylla*: E dan F Pandangan kutub, G dan H Pandangan khatulistiwa, I Hiasan eksin pada debunga. Skala: A-E: 2 µm, A-I = 2 µm

JADUAL 2. Jadual pengelasan jenis dan saiz debunga berdasarkan kedudukan spesies dalam subfamili dan tribus

Spesies	Tribus	Jenis debunga	Relatif dan julat ukuran saiz debunga (µm)	Julat ukuran saiz debunga kajian (µm)
<i>Glenniea penangensis</i>	Lepisanthaeae	Trikolporat	Kecil (10-25 µm)	15-19
<i>Lepisanthes fruticosa</i>	Lepisanthaeae	Trikolporat	Sederhana besar (25-50 µm)	20-26
<i>L. tetraphylla</i>	Lepisanthaeae	Trikolporat		20-26
<i>Allophyllus cobbe</i>	Thouineae	Trikolporat		20-23
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Paullineae	Trikolporat		7-25
<i>Guioa pleuropteris</i>	Cupanieae	Triporat		7-26

ciri variasi bentuk debunga Sapindaceae di China dan ciri ini didapati menepati kajian terdahulu morfologi debunga oleh Muller (1979) ke atas beberapa spesies

Sapindaceae temperat. Oleh yang demikian, gabungan pelbagai ciri morfologi debunga termasuk bentuk debunga menunjukkan kepentingannya dalam kajian sistematik.

Kepentingan penelitian ke atas ciri ambitus ini boleh dilihat melalui kajian Ortrud dan Cynthia (2014) ke atas famili Vochysiaceae dan hasil kajian itu menunjukkan bahawa pandangan kutub spesies kajian mempunyai nilai sistematik untuk pengelasan genus. Hasil kajian ini menunjukkan dua ciri ambitus dicerap hadir pada spesies. Ciri ambitus segitiga pula hadir pada *Allophyllus*, *Glennia* dan *Lepisanthes* manakala ciri ambitus bulat dicerap pada *Cardiospermum*, *Guioa* dan *Lepisanthes* (Jadual 3).


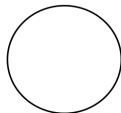
Indeks panjang kolpus merupakan satu lagi ciri yang penting dan nilai panjang kolpus boleh digunakan sebagai asas untuk mengukur panjang kolpus daripada nisbah C/P. Indeks panjang kolpus didapati mempunyai nilai sistematik ke atas morfologi debunga *Rosa* (Rosaceae) (Wronska-Pilarek & Lira 2006; Wronska-Pilarek & Boraynska 2005). Pendapat ini juga bersamaan dengan pandangan Noraini (2008) dalam kajiannya ke atas debunga daripada *Shorea*, *Hopea*, *Parashorea* dan *Neobalanocarpus* (Dipterocarpaceae) di Malaysia yang mendapati bahawa indeks panjang kolpus bagi genus-genus yang dinyatakan di atas mempunyai nilai sistematik yang tinggi.

Indeks kawasan kutub dikira berdasarkan daripada nisbah d/D mempunyai nilai sistematik dalam membezakan spesies yang dikaji. Kajian terdahulu oleh Noraini (2008) ke atas famili Dipterocarpaceae mendapati

ciri ini mempunyai nilai sistematik yang tinggi untuk pengecaman genus *Shorea*, *Hopea*, *Parashorea* dan *Neobalanocarpus*. Hasil kajian ke atas Sapindaceae ini juga berjaya mengelompokkan indeks kawasan kutub berdasarkan julat d/D kepada tiga perbandingan nilai indeks secara relatif iaitu kecil, sederhana dan besar. Indeks bagi kawasan kutub boleh ditentukan melalui nisbah d/D. Hasil kajian ini menunjukkan *Lepisanthes* yang mempunyai nisbah d/D yang kecil iaitu di bawah julat <0.25 manakala *Allophyllus*, *Glennia* dan dua spesies *Lepisanthes* menunjukkan nisbah d/D yang sederhana besar iaitu 0.50-0.75. Genus *Cardiospermum* dan *Guioa* menunjukkan nisbah d/D yang besar iaitu 0.50-1.00. Oleh itu, nisbah d/D boleh memberi nilai signifikan dalam membezakan spesies sehingga ke peringkat genus bagi famili Sapindaceae (Jadual 4).

Morfologi pada bahagian dinding debunga terdiri daripada dua lapisan yang dikenali dengan lapisan dalaman yang dipanggil intin manakala lapisan luar yang luar dikenali sebagai eksin (Reitsma 1966). Ciri variasi yang hadir pada dinding debunga sangat penting dalam membantu pengecaman sesuatu spesies tumbuhan (Eide 1981; Fogle 1977; Shinwari & Khan 2004). Hasil kajian ini merekodkan variasi yang sederhana tinggi pada ciri hiasan eksin bagi kesemua spesies kajian. Pengecaman ciri hiasan eksin yang dilakukan melalui cerapan jenis hiasan dinding eksin dan juga pada kehadiran apertur

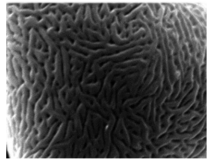
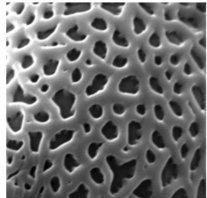
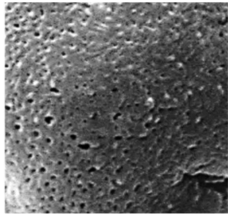
JADUAL 3. Bentuk debunga dan ciri amb yang hadir pada spesies Sapindaceae kajian

Spesies	Bentuk debunga	Julat nisbah P/E ukuran debunga (1.00-3.00)	Ciri amb	Ilustrasi ciri ambitus
<i>Allophyllus cobbe</i>	Segitiga	2.26	Segitiga	
<i>Glennia penangensis</i>	Segitiga	1.65	Segitiga	
<i>Lepisanthes tetraphylla</i>	Prolat	1.51	Segitiga	
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Segitiga	1.68	Bulat	
<i>Guioa pleuropteris</i>	Prolat	2.72	Bulat	
<i>L. fruticosa</i>	Prolat	1.17	Bulat	

JADUAL 4. Variasi indeks kawasan kutub d/D dan nisbah C/P pada spesies Sapindaceae kajian

Spesies	Perbandingan nilai indeks secara relatif	Julat d/D	Purata C (μ m)	Purata P (μ m)	Nisbah C/P
<i>Lepisanthes tetraphylla</i>	Kecil	< 0.25	13.04	23.47	0.53
<i>Allophyllus cobbe</i>	Sederhana	0.25 - 0.50	11.37	18.79	0.61
<i>Glennia penangensis</i>	Sederhana		11.37	18.79	0.61
<i>Lepisanthes fruticosa</i>	Sederhana		12.04	23.36	0.51
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Besar	0.50 - 1.00	26.73	32.81	0.81
<i>Guioa pleuropteris</i>	Besar		12.51	7.52	0.56

JADUAL 5. Variasi hiasan eksin yang dicerap pada spesies Sapindaceae kajian

Spesies	Hiasan eksin	Gambarajah
<i>Allophyllus cobbe</i> <i>Glenniea penangensis</i> <i>Guioa pleuropteris</i>	Striat (hiasan seakan rabung kasar pada permukaan debunga)	
<i>Lepisanthes fruticosa</i> <i>Cardiospermum halicacabum</i>	Retikulum (hiasan seakan lubang broki pada permukaan debunga)	
<i>Lepisanthes tetraphylla</i>	Skabrat (permukaan debunga kasar dengan ketebalan kurang 0.5 µm)	

yang terdapat pada debunga yang dikaji. Hasil kajian ini telah mengenal pasti tiga jenis hiasan eksin pada enam spesies Sapindaceae kajian (Jadual 5), iaitu striat, skabrat dan retikulum. Corak hiasan jenis retikulum ditunjukkan oleh *Cardiospermum halicacabum* dan *Lepisanthes fruticosa* manakala *L. tetraphylla* menunjukkan ciri hiasan skabrat, dan corak hiasan striat ditunjukkan oleh *Allophyllus cobbe*, *Glenniea penangensis* dan *Guioa pleuropteris*. Hasil gabungan kajian terdahulu dengan kajian ini dapat jelas membuktikan kepentingan jenis hiasan eksin yang hadir pada debunga dan ciri ini sememangnya mempunyai nilai sistematik yang tinggi terutamanya untuk pembezaan dan pengecaman spesies dan genus.

Analisis berangka fenetik yang dilakukan ke atas spesies kajian menunjukkan *Guioa pleuropteris* terasing membentuk ahli kumpulan luar dengan Indeks Kesamaan 0.49 (Rajah 4). Tiga kumpulan utama telah dikenal pasti iaitu *Cardiospermum halicacabum* dengan Indeks Kesamaan 0.40, kumpulan kedua terdiri daripada *L. tetraphylla* dan *L. fruticosa* (0.81), dan kumpulan ketiga terdiri daripada *Glenniea penangensis* dan *Allophyllus cobbe* (0.87). Perbezaan yang utama dikenal pasti menyebabkan *Guioa pleuropteris* terasing membentuk kumpulan luar dengan ciri kelas debunga triporat yang berbeza dengan spesies kajian lain dan hasil kajian ini menyokong pendapat Avcedo-Rodriguez (2003) yang menyatakan ciri kelas debunga memainkan peranan asas yang penting untuk pembezaan spesies dan genus.

Selain itu, ciri diagnosis merupakan ciri unik yang dicerap pada satu spesies sahaja dan tidak dapat diperhatikan pada spesies-spesies lain serta mempunyai

nilai sistematik yang sangat berguna untuk pengecaman spesies secara langsung. Hasil kajian ini merekodkan dua ciri diagnosis morfologi debunga yang hadir pada beberapa spesies kajian iaitu ciri kelas debunga (*Guioa pleuropteris*) dan julat d/D butir debunga (*Lepisanthes tetraphylla*) yang boleh dijadikan panduan untuk pengecaman spesies secara langsung menggunakan ciri morfologi debunga.

KESIMPULAN

Hasil kajian morfologi debunga yang dijalankan ke atas enam spesies Sapindaceae ini menunjukkan variasi ciri morfologi debunga yang agak tinggi terutama pada peringkat spesies dan genus. Gabungan ciri morfologi debunga seperti kelas debunga, saiz debunga, bentuk debunga, julat d/D serta hiasan eksin dapat membantu dalam mengukuhkan lagi data untuk pengelasan spesies kajian. Hasil analisis menunjukkan bahawa ciri morfologi debunga menepati pengelasan dan kedudukan spesies untuk genus tropika. Analisis dan lebih banyak spesies kajian morfologi debunga famili Sapindaceae perlu dilakukan di kawasan tropika khususnya di Malaysia untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas mengenai kepelbagaian morfologi dan mikromorfologi debunga famili Sapindaceae.

PENGHARGAAN

Penghargaan ditujukan khusus kepada En. Masrom Hasran dan Pn. Salmaniza Salleh atas bantuan pengumpulan sampel di lapangan dan kerja-kerja makmal palinologi di

Kompleks MyGeneBank, MARDI Serdang. Penghargaan turut ditujukan kepada Herbarium Universiti Kebangsaan Malaysia (UKMB) dan Unit Mikroskopi Elektron, Universiti Kebangsaan Malaysia atas kerjasama dan kebenaran menjalankan analisis spesimen serta cerapan mikromorfologi debunga. Penghargaan khas ditujukan kepada Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) atas bantuan pembiayaan kajian ini.

RUJUKAN

- Adema, F., Leenhouts, P.W. & van Welzen, P.C. 1996. Sapindaceae. Dlm. *Tree Flora of Sabah and Sarawak 2*, Soepadmo, E., Wong, K.M. & Saw, L.G. (Eds). Kuala Lumpur: Forest Research Institute Malaysia. hlm. 263-374.
- Ashton, P.S. 1982. Dipterocarpaceae. Dlm. *Flora Malesiana 1 - Spermatophyta (Seed Plant)*, van Steenis, C.G.G.J. (Ed.) Leiden: Foundation Flora Malesiana. hlm. 237-552.
- Avecedo-Rodriguez, P. 2003. Melicoceae (Sapindaceae): *Melicoccus* and *Talisia*. *Flora Neotropica* 87: 1-179.
- Avecedo-Rodriguez, P. 1993. Systematics of *Serjania* (Sapindaceae). Part I: A revision of *Serjania* Sect. *Platycoccus*. *Memoir of New York Botanical Garden* 67: 1-93.
- Avecedo-Rodriguez, P., van Welzen, P.C., Adema, F. & van der Ham, R.W.J.M. 2011. Sapindaceae. Dlm *The Families and Genera of Vascular Plants 10 - Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae*, Kubitzki, K. (Ed.) Berlin: Springer Press Publication. hlm. 357-407.
- Buerki, S., Forest, F., Acevedo-Rodriguez, P., Callmander, M.W., Nylander, J.A.A., Harrington, M., Sanmartin, I., K pfer, P. & Alvarez, N. 2009. Plastid and nuclear DNA markers reveal intricate relationships at subfamilial and tribal levels in the soapberry family (Sapindaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 51: 238-258.
- Eide, F. 1981. Key for the Northwest European Rosaceae pollen. *Grana* 20: 101-118.
- Erdtman, G. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms - An Introduction to Palynology*. New York: The Chronica Botanica Company.
- Erdtman, G. 1969. *Handbook of Palynology: Morphology, Taxonomy, Ecology: An Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores*. New York: Hafner Publishing Co.
- Faegri, K. & Iversen, J. 1992. *Textbook of Pollen Analysis*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Ferrucci, M.S. & Anzotegui, L.M. 1993. El polen de Paullinieae (Sapindaceae). *Bonplandia* 6: 211-243.
- Fogle, H.W. 1977. Identification of clones within 4 tree species by pollen exine patterns. *Journal of American Society of Horticultural Science* 102: 552-560.
- Furness, C. 1989. The pollen morphology of *Ecbolium* and *Megalochlamys* (Acanthaceae). *Kew Bulletin* 44(4): 681-693.
- Hesse, H.M., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch, R.A. & Ulrich, S. 2009. *Pollen Terminology: An Illustrated Handbook*. New York: Springer Publication.
- Kremp, G.O.W. 1965. *Encyclopaedia of Pollen Morphology*. Tuscon, USA: University Arizona Press.
- Moore, P.D., Webb, J.A. & Collinson, M.E. 1991. *Pollen Analysis*. Edisi ke-2. London: Blackwell Scientific Publications.
- Muller, J. 1979. Form and function in angiosperm pollen. *Annals Missouri Botanic Gardens* 66: 592-632.
- Muller, J. & Leenhouts, P.W. 1976. A general survey of pollen types in Sapindaceae in relation to taxonomy. Dlm *The Evolutionary Significance of the Exine*. *Linnean Society Symposium Siri 1*, Ferguson, I.K. & Muller, J. (Eds.). London: Academic Press. hlm. 407-445.
- Noraini, T. 2008. Systematic significance of pollen morphology of *Shorea*, *Hopea*, *Parashorea* and *Neobalanocarpus* (Dipterocarpaceae) in Malaysia. *Sains Malaysiana* 37(2): 169-176.
- Noraini, T. 2006. Systematic study of *Shorea*, *Hopea*, *Parashorea* and *Neobalanocarpus* (Dipterocarpaceae) in Malaysia. Tesis Doktor Falsafah, University of Reading (Tidak diterbitkan).
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. 1979. Pollen morphology: The potential influence in higher order systematics. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66: 633-700.
- Ortrud, M.B. & Cynthia, F.P. 2014. Pollen morphology of Vochysiaceae tree species in the state of Santa Catarina, Southern Brazil. *Review of Biology Tropical* 62(3): 1209-1215.
- Punt, W., Blackmore, S., Nilsson, S. & Thomas, A.L. 1994. *Glossary of Pollen and Spore Terminology*. Netherland: University of Utrecht Publisher.
- Radlkofer, L. 1934. Sapindaceae. Dlm *Das Pflanzenreich IV*, Engler, A. (Ed.). Leipzig: W. Engelmann Press. hlm. 1-1539.
- Reitsma, T.J. 1966. Pollen morphology of some European Rosaceae. *Acta Botanica Neerlandica* 15: 290-379.
- Thorne, R.F. & Reveal, J.L. 2007. An updated classification of the class Magnoliosida (Angiospermae). *Botanical Review* 73: 67-182.
- Shinwari, M. & Khan, M.A. 2004. Pollen morphology of wild roses from Pakistan. *Hamdard Medicus* 474: 5-13.
- van der Ham, R.W.J.M. 1990. *Nephelieae Pollen (Sapindaceae): Form, Function, and Evolution*. Leiden: National Herbarium Netherlands.
- Wang, F.H. & Chien, N.F. 1956. A contribution to the pollen morphology of Sapindaceae. *Acta Botany Sinica* 5: 327-338.
- Wronska-Pilarek, D. & Lira, J. 2006. Pollen morphology of Polish species of the genus *Rosa* L. - *Rosa pendulina* L. *Dendrobiology* 55: 65-73.
- Wronska-Pilarek, D. & Boraynska, K. 2005. Pollen morphology of *Rosa gallica* L. Rosaceae L. from Southern Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 744: 297-304.
- Xia, N. & Gadek, P.A. 2007. Sapindaceae. Dlm *Flora of China*, Zhengyi, W., Raven, P.H. & Deyuan, H. (Eds.). Beijing: St. Louis, Missouri Botanical Garden Press. hlm. 5-24.
- Mohd. Norfaizal Ghazalli*, Mohd. Shukri Mat Ali & Nurshahidah Mohd Rusli
Program Pengurusan dan Pemuliharaan Sumber Genetik Tumbuhan
Pusat Bank Gen dan Biji Benih
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM
43400 Serdang, Selangor Darul Ehsan
Malaysia
- Mohd. Norfaizal Ghazalli*, Noraini Talip & A. Latiff
Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan
Malaysia
- Ahmad Zaki Zaini
Unit Mikroskopi Elektron

Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan
Malaysia

Diserahkan: 16 Mei 2018
Diterima: 2 Januari 2019

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: mnfaizal@mardi.
gov.my